

LP 2: Ondes Mécaniques

Niveau: Terminal

Prérequis

- * Notion d'onde (fréquence, longueur d'onde) (célérité)
- * Ondes électromagnétiques
- * Son / ondes sonores
- * Milieu transparents ?
- * Séisme / tremblement de Terre
- * Fonction cosinus
- * Notion d'amplitude et de phase

Bibliographie

- * Microméga 1^{er} S
- * Physique Chimie TS - Dulaurans
- * Dictionnaire de physique

Expérience: Cuvette à onde + stroboscope
Corde + ressort

Éléments imposés possibles :

- * Ondes sismiques

Introduction pedagogique

- * Cours se place au niveau terminal car il necessite que les eleves aient deja des notions sur les ondes
- * Cette leçon vient apres un cours sur les rayonnement dans l'univers, les eleves sont donc deja familiers avec les notions de frequence, celerite
- * Pendant l'annee de seconde les eleves ont un cours sur les sons. on ne fera pas de rappel dessus, ce sera l'objet du cours suivant
- * La premiere difficulte pour les eleves sera de bien faire la difference entre les ondes mecaniques et electromagnetiques
 - ↳ on insistera dessus des le debut du cours
- * Il peut être difficile pour l'eleve d'apprehender la notion de propagation, par l'aider on s'appuiera sur des schéma et des videos avec des exemples simple comme des ondes dans un ressort
- * La notion de double periode peut aussi poser probleme, on essaiera d'avoir une demarche claire et de bien differencier les deux notions pour que l'eleve ne fasse pas de confusions
- * On fait le choix de parler de seismes que les eleves ont deja vu en SVT pour qu'ils puissent faire le parallele entre les deux matieres
- * On se servira des notions introduites dans ce cours par parler a la fin d'echolocation animale, ce qui nous permettra d'avoir un premier aperçu de l'effet Doppler qu'on abordera au cours suivant
- * TD: manipulation des cosinus, des notions de T, f, c, λ
- * TP: mesure de celerite, periode, frequence de differentes fusons (avec 2 ondes) emetteur et recepteur acoustique $\rightarrow$ ouverture ondes sonores
- * Etude Doc: Sur seismes

Introduction

- * En première et en seconde on a déjà parlé d'ondes électromagnétiques
- * On a vu que ces ondes donnaient la lumière, les rayons X etc (projo)
- * On a vu que ces ondes pouvaient se propager dans le vide et dans les milieux transparents

↳ La lumière ne traverse pas les murs des maisons

- * On a aussi abordé les sons en seconde

↳ eux peuvent se propager dans les murs

↳ On entend quelqu'un qui frappe à la porte

↳ les sons ne se propagent pas dans le vide

⇒ les ondes n'ont pas toutes les mêmes propriétés

~~Plus les sons ne se propog~~

Transition : Quelle est la différence entre ces deux types d'ondes

Objectif : Comprendre ce qu'est une onde mécanique, et savoir manipuler les concepts de période, fréquence, célérité et longueur d'onde dans le cas sinusoïdal

I - Des ondes dans la matière ?

* Onde: propagation d'une perturbation dans un milieu, produisant sur son passage une variation réversible des propriétés physiques locales du milieu. (projo)

↳ Correspond bien aux deux types d'ondes décrites

* Ondes mécaniques: se propagent dans un milieu

↳ Ondes sonores

* Contrairement aux ondes électromagnétiques qui ne nécessitent pas de milieu physique.

On va se concentrer ici sur les ondes mécaniques.

- Elle interviennent dans de multiples domaines

- En acoustique

- Avec une corde Expérience du ressort.

- Les vagues

- Les séismes (déjà vu en SVT)

Transition: On sait ce qu'est une onde ~~électromagnétique~~, mais comment fait-elle pour se déplacer ?

II - Propagation des ondes

A - Les ondes progressives

* On a déjà tous vu des vagues, ou la corde les ondes "avancent" dans le milieu matériel. On dit qu'elles se propagent, une fois que l'onde est passée on retrouve le milieu dans son état initial.

↳ On parle d'ondes progressives (vidéo)

* Elles peuvent se propager

- à 1 dimension : la corde

- à 2 dimensions : les vagues à la surface

- à 3 = : ma voie dans la salle

* Comme pour les ondes électromagnétiques, les ondes mécaniques transportent de l'énergie en se propageant

~~(Vidéo) (pendule) (exp) (directement ?)~~

↳ On comprend bien qu'un séisme transporte de l'énergie.

* Les ondes peuvent être :

- Longitudinales : la direction de propagation est parallèle à la direction de déplacement des points du milieu (Ressort) (Vidéo) 1:54

- Transversales : la direction de propagation est orthogonale à la direction de déplacement des points du milieu (Corde) (Vidéo) 1:25

⇒ Projection GIF Séisme. ondes P et S

Transition : Une onde se propage dans un milieu, mais comment peut-on caractériser cette propagation ?

B. Célérité - Retard - Elongation

* Si on frope la corde on voit que la perturbation avance, et qu'elle avance avec une certaine vitesse v que l'on appelle la célérité de l'onde.

↳ Elle est définie comme le temps mis par la perturbation pour parcourir une distance d

$$\Rightarrow v = \frac{d}{\Delta t}$$

$m \cdot s^{-1}$ m s

* On définit le retard de l'onde entre deux points comme le temps que met la perturbation pour se propager de A à B

$$T = \frac{AB}{v}$$

s m $m \cdot s^{-1}$

$\Rightarrow$ Projection Image Dulaurans p 43

* La position d'un point par rapport à sa position d'équilibre est appelé élongation.

Projection élongation dulaurans page 43

Transition : Il est difficile de donner beaucoup de caractéristiques pour les ondes, mais on peut utiliser un module dans certains cas, qui nous permettra d'avoir plus d'informations sur l'onde.

III - Les Ondes progressives périodiques

A. Définition

- * On utilise le modèle de l'onde progressive périodique.
 - ↳ La perturbation se reproduit identique à elle-même à intervalle de temps égaux
 - ↳ On appelle ce temps la période T en seconde
 - ↳ On peut définir la fréquence f en Hz : nb répétitions par seconde.

Projection onde périodique non sinusoïdale.

- * Un grand nombre d'ondes sont sinusoïdales, on peut alors écrire leur elongation sous la forme

$$x(t) = X_{\max} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot t + \phi\right)$$

$A_{\max} \equiv$
~~projection Schéma p 44~~

- $X_{\max}$ est l'amplitude
- T est la période
- ϕ la phase à l'origine

⚠ Faire distinction sinusoïdale $\Rightarrow$ périodique

Transition : Ici on regarde une périodicité dans le temps, mais il est difficile pour nous de voir les choses dans le temps, on a plus de facilités à voir une cercle dans l'espace

B. Double périodicité

- * Si on a une onde sinusoïdale le long d'un cercle et qu'on prend une photo, on obtient aussi la courbe d'un sinus. Projection
- * On peut voir une période dans ce cas là, mais c'est une période spatiale ~~sp~~

⇒ On parle ici de double périodicité (spatiale et temporelle)

- * On définit ici une longueur d'onde λ en m, elle correspond à la distance entre deux points à la même elongation, donnant ainsi une répétition du motif.

- * C'est la distance parcourue par l'onde pendant le temps T

$$\Rightarrow \boxed{\lambda = v \cdot T}$$

m m·s⁻¹ s

Mesure avec une cuve à ondes

Expérience

(Video) 0:44 et 0:56

- * On peut ainsi passer de la longueur d'onde à la période facilement.

⚠ La double périodicité existe pour toutes les ondes périodiques, pas que sinus

Transition: On a plus d'information sur l'onde maintenant car le motif se répète à l'infini, cela nous permet de faire une étude sur des ondes de façon plus poussée.

(C'est utilisé dans les sismographe pour la détection de séismes.)

- * On va pouvoir se servir de ça pour comprendre un phénomène dont vous avez déjà entendu parler (Video: 14:06)

C - Exemple: l'écholocation animale

- * Une des utilisations dans la nature des ondes mécaniques est l'écholocation animale
- * En effet certains animaux comme les chauves-souris et les dauphins ne se servent pas de leur yeux pour se repérer, mais de leur système acoustique (projeté)
- * Cela a été mis en évidence en 1794 par le naturaliste Lazzaro Spallanzani, lors de ses expériences, il a fermé les yeux de chauves-souris, et il remarque qu'elles arrivent quand même à se déplacer sans encombre
- * Mais il faut attendre les années 1920 et les premières explications radar pour avoir une explication à ce phénomène
- * Finalement comment ça fonctionne ? (projeté)
- * L'animal émet un son qui se propage à 3 dimensions dans le milieu où l'animal évolue. Ce sont souvent des sortes de clics ~~continus~~ de quelques dizaines de microsecondes
- * La fréquence d'émission des clics va dépendre de l'activité de l'animal
 - ↳ en période de chasse elle augmente, le dauphin peut produire jusqu'à 600 clics/s.
- * Les ondes sonores vont donc se propager jusqu'à rencontrer un obstacle. Une fois arrivées sur l'obstacle les ondes se réfléchissent, et peuvent revenir jusqu'à l'animal qui les détecte avec ses deux oreilles
 - ↳ cela lui permet de "voir" le milieu dans lequel il évolue, et c'est ainsi que certains animaux peuvent évoluer dans des milieux sans lumière comme les grottes ou les fonds marins
- * En détectant le temps entre l'émission et la réception, ils arrivent à se repérer dans leur milieu mais ils peuvent aussi détecter le changement de fréquence dû à la vitesse des objets

=> c'est ce qui leur permet de chasser (projo x bcp)

↳ Les dauphins peuvent même détecter des prois sous le sable ou dans les algues

↳ en étudiera ce phénomène dans le prochain cours sur les ondes sonores

* Mais cela ne leur permet pas de tout détecter par exemple les dauphins ne peuvent pas détecter les filets de pêche

↳ provoque beaucoup de décès.

* En émettant un son et détectant sa réflexion certains animaux peuvent arriver à connaître leur environnement, trouver une cible, la reconnaître, connaître sa vitesse et sa position

Conclusion

* Les ondes mécaniques se propagent dans un milieu matériel, contrairement aux ondes EM

* Elles se propagent à 1, 2 ou 3 D en fonction du milieu, avec une célérité

* Si la déformation est reproduite à l'identique l'onde est périodique, on peut lui donner une période spatiale et temporelle

* La connaissance de ce phénomène nous permet d'étudier certains phénomènes naturels comme les séismes ou l'écholocation des animaux

↳ on ira plus loin dans le prochain cours sur les ondes sonores.