

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

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

Éléments imposés possibles :

- * Ondes sismiques

Intro Pédagogique

- * Les élèves ont déjà vu la notion de son en 2nd ainsi que d'ondes électromagnétiques en 1^{re}
- * Cette leçon s'inscrit juste après une première leçon où la particule observée sur les rayonnements dans l'univers.
- * Le but ici est d'introduire de façon rigoureuse les ondes mécaniques aux élèves. Il faudra bien les différencier des ondes électromagnétiques, bien parler de la notion de milieu matériel.
- * Le choix est fait de ne pas parler d'ondes sonores de façon complète, ce sera l'objet d'un autre cours
- * La difficulté réside dans le fait de bien comprendre la notion de propagation d'une onde, ainsi que de faire la différence entre les périodes temporelles et spatiales.
- * Les notions de fréquence, longueur d'onde ont déjà été abordées en onct.
- * On s'appuiera sur l'exemple des séismes déjà vu en SVT pour permettre aux élèves de faire plus facilement des parallèles entre les matières.
- * TD sur le passage de λ à T à f etc
- * TP sur des mesures de célérité de différentes façons
- * Etude de document par approfondir sur les séismes en parallèle avec le cours de SVT

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.
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.

~~Mais les sons ne se propagent~~

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

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.

↳ 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.

- Elles interviennent dans de multiples domaines

- En acoustique
- Avec une corde *Expérience* ou un 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'onde progressives

* Elles peuvent se propager

- à 1 dimension : la corde
- à 2 dimensions : les vagues à la surface
- à 3 = : ma voix dans la salle

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

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

⇒ 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

$$\Rightarrow v = d / \Delta t$$

$m \cdot s^{-1}$ 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

$$T = AB / v$$

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

$\Rightarrow$ Projection Image Delaunay p 43

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

Projection élongation Delaunay 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

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

projection Schema 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'une corde 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 ~~et~~

=> 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 corde à ondes

Expérience

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

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 par la détection de séismes.

C - Exemple : Les ondes Sismiques

* A la frontière entre 2 plaques tectoniques, il peut y avoir des contraintes mécaniques qui entraînent une rupture, donnant un déplacement brutal avec grande énergie

$\Rightarrow$ Création d'une onde progressive à 3 dimensions.

* On a deux types d'ondes

- Les S : transversales
 - Les P : Longitudinales
- } Projection

$\Rightarrow$ Pas la même célérité, pas les même décalés..

Conclusion : Les ondes mécaniques ont besoin d'un milieu matériel pour se déplacer (contrairement aux ondes EM).

Elles se propagent à une, deux ou 3D avec une célérité v , et on a une elongation par chaque point.

Si la déformation est reproduite à l'identique, l'onde est périodique
 $\hookrightarrow$ définit T et f

Si sinusoidale on définit $\lambda \Rightarrow$ permet l'étude de multiples phénomènes physiques.