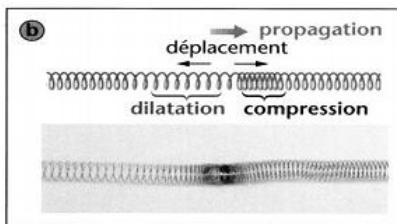


I. Manifestations des ondes mécaniques dans la matière.

1. Un exemple de propagation d'une onde mécanique : déplacement d'une perturbation dans un ressort.

Expérience n°1 :

- On comprime quelques spires à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives.
- On observe le déplacement de la perturbation le long du ressort.



Nathan TS 2002

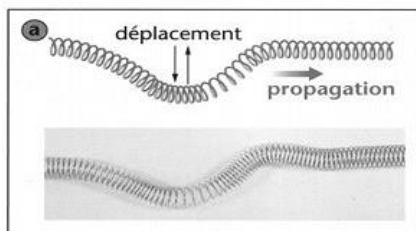
Interprétation :

- On constate que seule la déformation (et l'énergie associée à cette déformation) se propage dans l'axe du ressort. Il s'agit d'une **onde longitudinale**.
- Le ressort reste immobile.

Une onde longitudinale est une onde dont la direction de la perturbation est parallèle à la direction de la propagation.

Expérience n°2 :

- On agite verticalement une extrémité d'un ressort à spires non jointives.
- On observe le déplacement de la perturbation le long du ressort.



Interprétation :

- On constate que seule la déformation (et l'énergie associée à cette déformation) se propage perpendiculairement à l'axe du ressort. Il s'agit d'une **onde transversale**.
- Le ressort reste immobile.

Une onde transversale est une onde dont la direction de la perturbation est perpendiculaire à la direction de la propagation.

2. Définition d'une onde mécanique.

On appelle onde mécanique le phénomène de propagation d'une perturbation **dans un milieu matériel élastique** sans transport de matière, mais avec transport d'énergie.

3. Exemples de manifestations des ondes mécaniques dans la matière.

3.1. La houle.

3.1.1. Définition.

La houle est une onde mécanique provoquée par le vent et qui se propage à la surface de l'eau après interruption du vent.

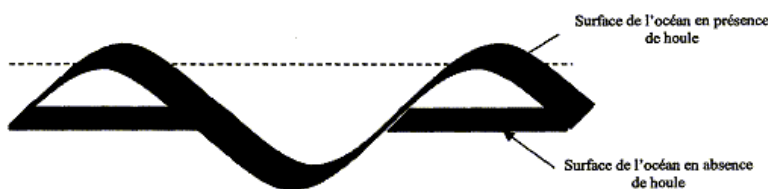
3.1.2. Etude d'un document : **BAC**. (extrait Maroc 2006).

Dans une revue maritime traitant du sujet, on peut lire le texte suivant :

Lorsque le vent souffle sur une mer calme, le frottement de l'air crée de petites rides puis des vaguelettes et enfin des vagues à mesure que la vitesse du vent augmente. L'ensemble de ces vagues, généré sur un intervalle de temps plus ou moins long, constitue la houle. Cette houle peut être décrite à l'aide de trois paramètres.

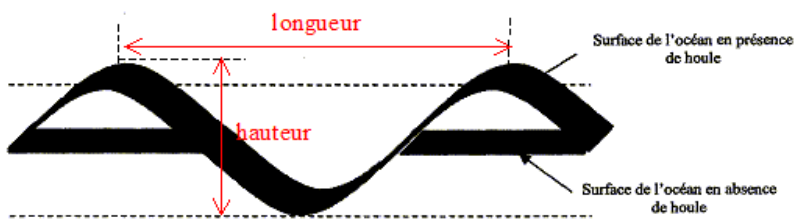
- La hauteur h , définie comme la distance verticale entre le sommet de la crête et le fond du creux de la vague.
- La longueur L , comme la distance entre deux crêtes ou deux creux successifs.
- La cambrure, définie comme le rapport de sa hauteur sur sa longueur.
- La cambrure, définie comme le rapport de sa hauteur sur sa longueur.

Ainsi le phénomène de la houle peut être considéré comme une onde mécanique. Aussi on assimilera dans tout l'exercice la houle à une onde progressive périodique sinusoïdale rectiligne dont les paramètres caractéristiques peuvent varier suivant l'état de la mer.



1. Le schéma ci-dessus représente la surface de l'eau affectée par la houle à un instant donné. Placer sur ce schéma les paramètres " hauteur " et " longueur ".
2. A quelle grandeur spatiale, caractéristique d'un phénomène ondulatoire, est associé le terme "longueur " du texte d'introduction ? Quelle est sa définition ?
3. Quelle grandeur temporelle permet de caractériser une onde mécanique ? Quelle est sa définition ?

Correction



1. Le terme "longueur " du texte d'introduction est associé à la période spatiale, ou longueur d'onde, distance séparant deux crêtes consécutives.
2. Définition de la longueur d'onde : plus petite distance séparant deux points du milieu se trouvant dans le même état vibratoire.
3. La période temporelle, inverse de la fréquence, permet de caractériser une onde mécanique. Définition de la période temporelle : plus petite durée au bout de laquelle un point du milieu se retrouve dans le même état vibratoire.

3.2. Les ondes sismiques.

3.2.1. Définition.

Onde de choc provoquée par les mouvements brusques de la croûte terrestre et pouvant donner lieu à un tremblement de terre.

3.2.2. Etude d'un document. **BAC.** (Extrait Afrique 2003).

Lors d'un séisme, la Terre est mise en mouvement par des ondes de différentes natures, qui occasionnent des secousses plus ou moins violentes et destructrices en surface.

On distingue:

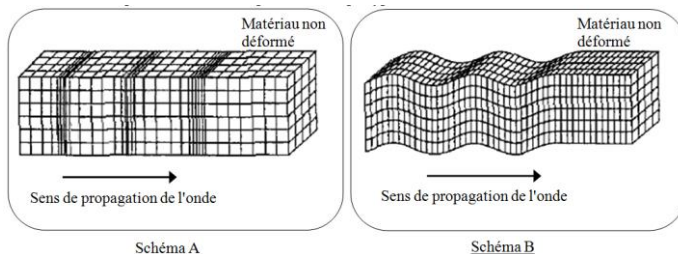
- les **ondes P**, les plus rapides, se propageant dans les solides et les liquides.
- les **ondes S**, moins rapides, ne se propageant que dans les solides.

L'enregistrement de ces ondes par des sismographes à la surface de la Terre permet de déterminer l'épicentre du séisme (lieu de naissance de la perturbation).

Les schémas A et B modélisent la progression des ondes sismiques dans une couche terrestre.

Les ondes P, appelées aussi ondes de compression, sont des ondes longitudinales. Les ondes S, appelées aussi ondes de cisaillement, sont des ondes transversales.

1. Définir une onde transversale.
2. Indiquer le schéma correspondant à chaque type d'onde.



Correction

1. Pour une onde transversale, la direction de propagation de l'onde est perpendiculaire à la direction de la perturbation.
2. Schéma A : ondes P (longitudinales) – Perturbation de direction horizontale.
Schéma B : Ondes S (transversales) – Perturbation de direction verticale.

3.3. Echelle de magnitude de Richter.

3.3.1. Définition.

C'est une échelle logarithmique : la magnitude, dite de Richter, correspond au logarithme de la mesure de l'amplitude des ondes de volume (de type P et S), à 100 kilomètres de l'épicentre.

Etude d'un document. **Maths.**

Sur l'échelle de Richter, la magnitude R d'un tremblement de terre d'intensité I est donnée par la relation : $R = \log \frac{I}{I_0}$

I_0 étant une intensité minimale donnée.

Si $A = \log B$ alors $B = 10^A$

1. Si l'intensité d'un tremblement de terre est $1000 \times I_0$, calculez R .
2. Exprimez I en fonction de I_0 et R .
3. Les plus grandes magnitudes de séismes enregistrées se sont situées entre 8 et 9 sur l'échelle de Richter. Exprimer les intensités correspondantes en fonction de I_0 .

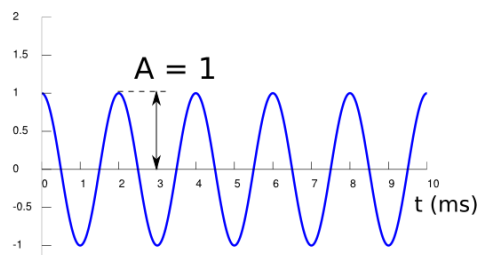
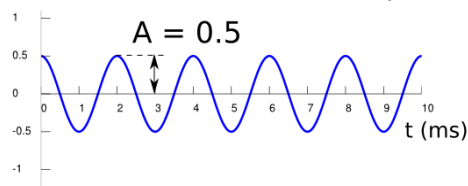
Corrigé

1. $R = \log \frac{I}{I_0} = \log \frac{1000 \times I_0}{I_0} = 3$
2. Si $R = \log \frac{I}{I_0}$ alors $\frac{I}{I_0} = 10^R$, ainsi $I = I_0 \times 10^R$
3. Pour une magnitude 8, on a $I_0 \times 10^8$ et pour une magnitude 9, on a $I_0 \times 10^9$

II. Niveau d'intensité sonore.

1. Intensité sonore.

L'intensité d'un son I est liée à l'amplitude de l'onde sonore.



Plus l'amplitude est élevée, plus le son est fort.

L'intensité sonore caractérise la puissance énergétique reçue par l'oreille. Elle s'exprime en $W.m^{-2}$.
L'intensité sonore perceptible par l'oreille humaine est comprise entre :
(seuil d'audibilité) $10^{-12} W.m^{-2} < I < 25 W.m^{-2}$ (seuil de douleur)

2. Niveau sonore.

La sensation physiologique n'est pas proportionnelle à cette intensité sonore.

On définit une grandeur appelée niveau sonore L (exprimée en décibel dB) telle que :

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ avec } I_0 = 10^{-12} W.m^{-2}$$

Le seuil de sensibilité de $10^{-12} W.m^{-2}$ correspond à un niveau sonore $L = 0$ dB.

Exemple : si l'intensité sonore d'un instrument musical est égale à $10^{-4} W.m^{-2}$, le niveau sonore est égale à :

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{10^{-4}}{10^{-12}} \right) = 80 \text{ dB.}$$

Si maintenant **deux** instruments jouent en même temps le niveau sonore sera seulement égal à

$$L = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{2 \times 10^{-4}}{10^{-12}} \right) = 83 \text{ dB}$$

et non pas $2 \times 80 = 160$ dB.

