

INTERROS
des lycées

Term.
S

Physique-Chimie

F. MASSET

Conforme au nouveau programme 2002

Collection dirigée par **Éric MAURETTE**

Sommaire

pages

I. PHYSIQUE	1
Chapitre 1. Ondes mécaniques progressives	3
Énoncés	9
Corrigés	14
Chapitre 2. Ondes progressives périodiques	19
Énoncés	24
Corrigés	26
Chapitre 3. Modèle ondulatoire de la lumière	29
Énoncés	33
Corrigés	36
Chapitre 4. Radioactivité	41
Énoncés	47
Corrigés	50
Chapitre 5. Noyaux, masse et énergie	57
Énoncés	61
Corrigés	64
Chapitre 6. Condensateurs et dipôles RC	71
Énoncés	75
Corrigés	78
Chapitre 7. Bobines et dipôles RL	85
Énoncés	89
Corrigés	91
Chapitre 8. Oscillations libres dans un circuit électrique	95
Énoncés	99
Corrigés	101
Chapitre 9. La mécanique de Newton	105
Énoncés	111
Corrigés	113
Chapitre 10. Chutes et projectiles	117
Énoncés	127
Corrigés	133
Chapitre 11. Satellites et planètes	149
Énoncés	159
Corrigés	166
Chapitre 12. L'oscillateur mécanique	183
Énoncés	190
Corrigés	195
Chapitre 13. Aperçu du monde quantique	209
Énoncés	215
Corrigés	218
Chapitre 14. Mesures du temps	225
Énoncés	226
Corrigés	228

Sommaire

	<i>pages</i>
Chapitre 15. Produire des images, observer (spécialité)	233
Énoncés.....	245
Corrigés.....	248
Chapitre 16. Produire des sons, écouter (spécialité).	257
Énoncés.....	265
Corrigés.....	269
Chapitre 17. Produire des signaux, communiquer (spécialité)	275
Énoncés.....	282
Corrigés.....	284
CHIMIE.....	287
Chapitre 18. Notions de cinétique chimique, catalyse	289
Énoncés.....	297
Corrigés.....	362
Chapitre 19. Notion de pH.....	315
Énoncés.....	320
Corrigés.....	323
Chapitre 20. Constante d'acidité.....	329
Énoncés.....	334
Corrigés.....	337
Chapitre 21. Dosages.....	343
Énoncés.....	350
Corrigés.....	354
Chapitre 22. Piles et potentiel d'oxydoréduction	361
Énoncés.....	367
Corrigés.....	371
Chapitre 23. Électrolyse.....	383
Énoncés.....	389
Corrigés.....	391
Chapitre 24. Équil. chimique, évolution de systèmes	395
Énoncés.....	399
Corrigés.....	401
Chapitre 25. Les esters.....	405
Énoncés.....	409
Corrigés.....	411
Chapitre 26. Les savons.....	415
Énoncés.....	419
Corrigés.....	421
Chapitre 27. L'aspirine.....	427
Énoncés.....	429
Corrigés.....	431
Chapitre 28. Le chimiste et le quotidien (spécialité) ..	435
Énoncés.....	440
Corrigés.....	441

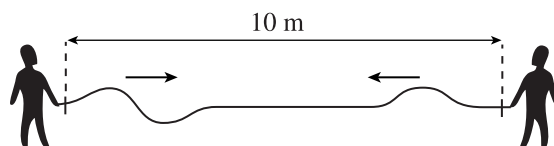
Chapitre 1

Ondes mécaniques progressives

1.1 Introduction

Exercice type

On considère la corde tendue ci-dessous. À chacune de ses extrémités se trouve un opérateur, qui vient de secouer la corde. La tension de la corde est $T = 50 \text{ N}$, et sa masse est $m = 10 \text{ kg}$. La corde est homogène. Représenter l'aspect de la corde une seconde plus tard.



Indication :

La célérité des ondes se propageant le long d'une corde tendue de tension T et de masse linéique μ est :

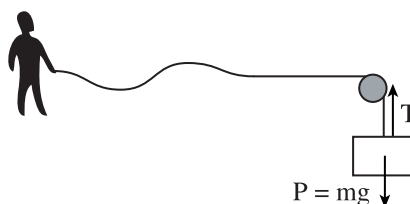
$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

■ Nouveau Programme ■

Ce chapitre introduit la notion d'ondes progressives. Différents types d'ondes progressives mécaniques vont être présentés. Nous allons dégager leurs propriétés générales.

1.2 Notion d'onde mécanique

Considérons l'expérience ci-dessous, où un opérateur agite une corde tendue (sa tension est réalisée par le poids $P = mg$ de la masse m accrochée à la corde de l'autre côté de la poulie).



Les déformations, ou *perturbations*, par rapport à l'état d'équilibre (quasiment rectiligne) de la corde tendue, se *propagent* le long de celle-ci.

- Cette propagation induit un transport d'énergie le long de la corde. En effet, on peut très bien imaginer, si le système qui retient la poulie est « fragile » et/ou si les perturbations imposées à la corde sont importantes, que ces perturbations arrivent à rompre le système d'accrochage de la poulie. Ceci ne peut se faire sans dépenser de l'énergie, qui est celle fournie par l'opérateur, et qui s'est propagée le long de la corde.
- Cette propagation, en revanche, se fait sans transport de matière. En effet, si l'on repère au feutre ou avec un ruban adhésif de couleur vive une partie de la corde, on verra celui-ci osciller verticalement, mais il ne se déplacera pas avec la perturbation.

Ces perturbations correspondent à ce que l'on appelle de manière plus générale des ondes mécaniques.

☞ **À retenir** On appelle onde mécanique le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu sans transport de matière. Cette propagation s'accompagne toujours en revanche d'un transport d'énergie.

1.3 Propriétés générales des ondes

☞ **À retenir** La vitesse à laquelle se propage le profil de perturbation associé à une onde est appelée sa célérité.

Exemple : Les ondes sonores dans l'air se propagent avec une célérité :

$$v = 20,05\sqrt{T}$$

où v est en $m.s^{-1}$, et T est la température absolue (en kelvin). La température absolue se déduit de la température ϑ mesurée en degrés Celsius par la relation :

$$T = 273,15 + \vartheta$$

Ainsi, à $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, la vitesse du son dans l'air vaut :

$$v = 20,05 \times \sqrt{273,15 + 20} \approx 343\text{ }m.s^{-1}$$

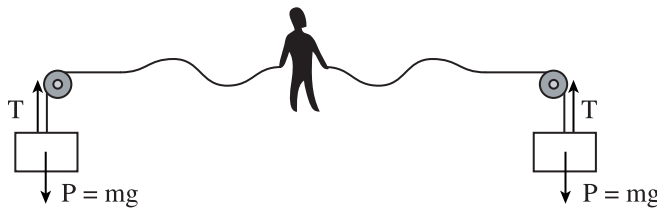
Les ondes mécaniques peuvent être de plusieurs types :

- Les ondes longitudinales, dans lesquelles la perturbation associée au passage de l'onde s'effectue dans la direction de propagation. C'est le cas par exemple des ondes sonores, qui sont des ondes de compression/dilatation alternée des tranches d'air dans la direction où le son se propage. C'est aussi le cas des ondes sismiques P, par exemple.

- Les ondes transversales, dans lesquelles la perturbation est essentiellement perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde. C'est le cas de la corde mentionnée précédemment : l'onde se *propage* vers la droite, tandis que chaque partie de la corde *oscille verticalement*, et l'opérateur agit également verticalement l'extrémité de la corde.
- Enfin, il existe des ondes qui ne sont ni transversales ni longitudinales. C'est le cas par exemple de la houle sur l'océan. Il s'agit bien de la propagation d'une perturbation sans transport de matière : ce qui est perturbé, c'est la hauteur de la surface de l'eau, cette perturbation se propage. En revanche, si on considère une mouette posée à la surface, cette dernière n'a qu'un mouvement oscillatoire (elliptique ou circulaire), mais elle ne dérive pas à la vitesse de la houle. Puisque le mouvement de la mouette n'est ni purement vertical, ni purement horizontal, la houle n'est ni une onde transversale, ni une onde longitudinale.

☞ **À retenir** Une onde se propage dans toutes les directions qui lui sont offertes

- Ainsi une pierre qui tombe dans l'eau excite des ondes de surfaces qui se propagent dans toutes les directions offertes, à savoir ici sur toute la surface de l'eau : les lignes d'égalité de perturbation (crête ou creux, par exemple) sont des cercles centrés sur l'endroit où est tombée la pierre.
- Dans le cas de la corde, la seule direction offerte est vers la droite. En revanche, si on modifie l'expérience, en tendant la corde à ses deux extrémités et en plaçant l'opérateur au milieu, il excite des ondes qui se propagent à la fois vers la droite et vers la gauche.



- Si on place un haut-parleur dans l'air, on peut entendre le son où que l'on soit (au-dessus, à « droite », devant ou derrière le haut-parleur, etc.) pourvu que l'on en soit suffisamment proche, bien évidemment.

☞ **À retenir** La célérité des ondes dans un milieu est une caractéristique du milieu. Elle ne dépend pas de l'amplitude des ondes qui s'y propagent.

Exemple : Lorsqu'on compte le délai qui sépare l'éclair du bruit du tonnerre pour déterminer la distance à laquelle est tombée la foudre, on multiplie toujours le délai (exprimé en secondes) par $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, qui est la célérité du son dans l'air. Le résultat est la distance recherchée en mètres. On ne se soucie pas de savoir s'il s'agissait d'un fort coup de tonnerre ou au contraire d'un coup de tonnerre plus faible : le résultat n'en dépend pas, la célérité du son est toujours la même.

☞ **À retenir** Deux ondes peuvent se croiser sans se perturber.

Exemple : C'est le cas de la situation présentée à l'exercice type, que nous reverrons lors de sa correction.

☞ **À retenir** On appelle *milieu non dispersif* tout milieu dans lequel la propagation du profil de perturbation se propage sans changer de forme.

L'air est par exemple un milieu non dispersif. S'il l'était, nous aurions l'impression que le timbre de la voix d'une personne change lorsque l'on s'en éloigne (ces notions seront étudiées plus en détail dans le cours de spécialité).

1.4 Ondes progressives à une dimension

Une onde à une dimension est une onde où la perturbation à un instant donné ne dépend que d'une variable. Citons quelques exemples de telles ondes :

- L'onde transversale le long d'une corde tendue est bien sûr une onde à une dimension. Si on regarde la perturbation de la corde à un instant donné, elle ne dépend que de l'abscisse le long de la corde : l'élongation est une fonction $f(x)$ de cette abscisse x .
- Une onde sonore provenant d'une source éloignée, qui se propage dans un milieu homogène, peut être considérée comme une onde à une dimension. Cette dimension est alors la distance à la source.
- Les ondes de surface se propageant à la surface d'un lac, après la chute d'une pierre, peuvent être considérées comme des ondes à une dimension tant que les rides sont loin du bord du lac : l'aspect des rides ne dépend que d'une variable : la distance au point d'impact (c'est la raison pour laquelle elles sont circulaires). En revanche dès que les rides atteignent le bord, l'onde ne peut plus être considérée comme à une dimension.

Lorsque l'on connaît la forme de la perturbation associée à une onde à une dimension dans un milieu non dispersif à un instant donné, il est possible de la prévoir à tout instant ultérieur. Cela est assez intuitif : le « profil perturbé » se propage sans « déformation » avec la célérité de l'onde, dans la direction de sa propagation. De manière plus formelle, on fait appel à la notion de *retard*.

☞ **À retenir** La perturbation au point M à l'instant t est celle qui existait auparavant en un point M' , à l'instant $t' = t - \tau$, où τ est le retard et vaut MM'/v , v étant la célérité de l'onde.

Ce résultat appelle plusieurs remarques :

- Il n'est vrai que pour des milieux non dispersifs ! Cela permet simplement de « remonter » la propagation du profil perturbé et d'identifier sans autre calcul l'amplitude de la perturbation, car on sait que le profil perturbé ne se déforme pas. Pour les milieux dispersifs, il est évidemment possible de prévoir le profil de perturbation à tout instant ultérieur si on le connaît à un instant donné, mais les calculs sont beaucoup plus compliqués et sortent complètement du cadre du programme.
- Il existe une ambiguïté sur la position du point M' : celle-ci doit bien évidemment être prise « en amont » du point M (au sens de la propagation de l'onde). Ainsi, si l'onde se propage vers la gauche, le point M' doit être le point situé à droite de M qui vérifie la relation donnée ci-dessus, et vice-versa.

Le résultat énoncé plus haut est très utile pour calculer soit des distances, soit des célérités, comme nous aurons l'occasion de le revoir en exercice. Il est particulièrement utile de remarquer l'analogie formelle entre la relation :

$$\text{distance} = \text{temps} \times \text{vitesse}$$

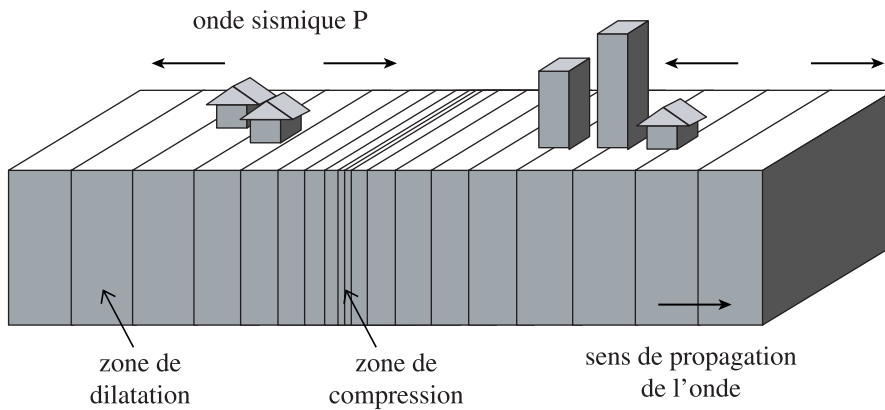
vérifiée par les systèmes matériels en déplacement, et la relation :

$$\text{distance} = \text{retard} \times \text{célérité}$$

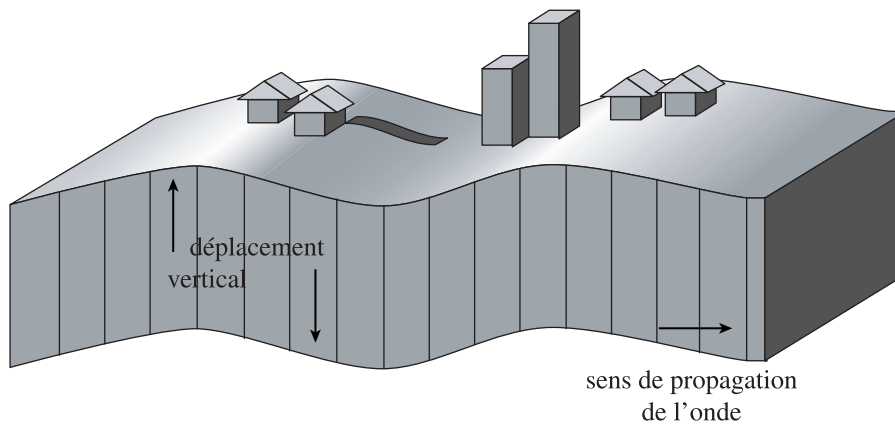
valable pour les ondes en milieux non dispersifs.

1.5 Quelques exemples d'ondes sismiques

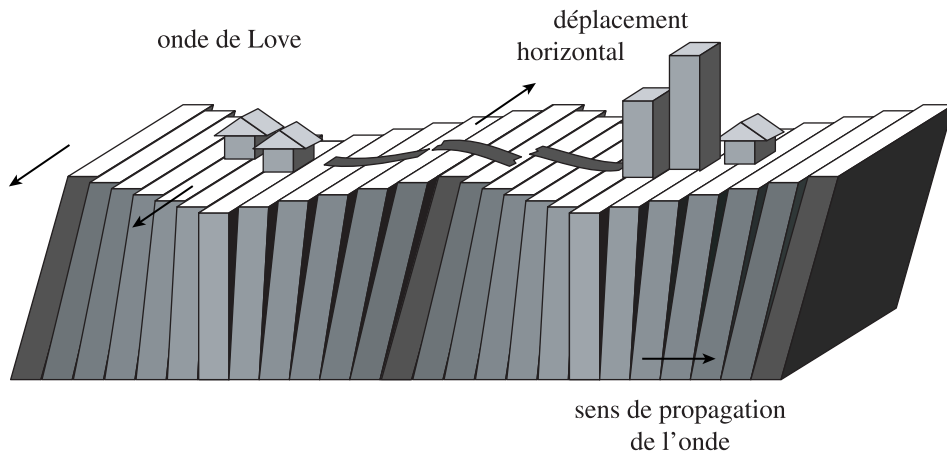
L'onde sismique dite P est une onde compressionnelle longitudinale, rapide. La déformation associée est schématisée sur la figure ci-après.



L'onde sismique dite S est en revanche une onde transversale, verticale, plus lente que l'onde P. La déformation de la surface terrestre qui lui est associée est représentée schématiquement sur la figure ci-après.



Enfin, on peut citer l'onde de Love, onde également transversale, mais qui engendre des oscillations horizontales de la surface terrestre, qui est plus lente que les deux précédentes, et qui cause de nombreux dommages aux constructions.



1.6 Solution de l'exercice type

Calculons la distance sur laquelle les profils se propagent sur un temps $\tau = 0,5$ s.
On a :

$$d = \tau \times v$$

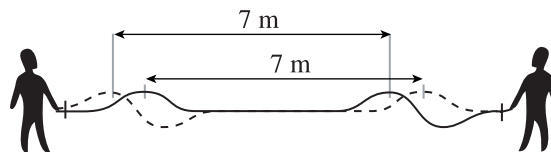
où :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{50}{1}} \approx 7,1 \text{ m.s}^{-1}$$

(la masse linéique de la corde est $\mu = m/l = 10/10 = 1 \text{ kg.m}^{-1}$).

La distance sur laquelle les profils se propagent pendant une seconde est donc de 7 m.
Le profil perturbé de droite, excité par l'opérateur de droite, se propage vers la gauche, alors que le profil perturbé de gauche, excité par l'opérateur de gauche, se propage vers la droite.

Cela nous permet de donner l'allure de la corde à l'instant demandé. On a représenté en pointillés l'aspect initial. On a utilisé le fait que deux ondes peuvent se croiser sans se perturber.



● **1** _____ **Q.C.M.**
5 min.

1. Plus un gaz est chaud, plus la célérité du son y est :
(a) élevée (b) basse
2. Une onde sonore transporte :
(a) de la matière (b) de l'énergie (c) de l'air
3. Une onde mécanique transporte :
(a) de la matière (b) de l'énergie
4. Plus un son est fort, plus sa propagation est rapide.
(a) Vrai (b) Faux

● **2** _____ **Nouveau Programme**
5 min.

Pour connaître la distance d à laquelle tombe la foudre, on mesure la durée qui sépare l'instant où l'on voit l'éclair de l'instant où l'on entend le tonnerre. Le son se propage à la célérité $c_s = 342 \text{ m.s}^{-1}$ et on considère que la propagation de la lumière est quasi-instantanée. On trouve un délai $\Delta t = 4,6 \text{ s}$. À quelle distance est tombée la foudre ?

● **3** _____ **Nouveau Programme**
5 min.

Dans un sous-marin immobile, on envoie à la verticale, vers le bas, un faisceau d'ultrasons, afin de pouvoir mesurer à quelle distance du fond on se trouve. On capte un signal réfléchi 0,73 s après l'émission. À quelle distance du fond se trouve le sous-marin ?

Donnée :

La célérité du son dans l'eau vaut $c_s = 1500 \text{ m.s}^{-1}$?

● **4** _____ **Lycée Lacordaire, Marseille**
5 min.

Lors d'une fête de village, on tire de nuit un coup de canon. Sur une colline à $d = 11 \text{ km}$ de là, on voit tout d'abord la lueur du coup de canon puis on entend son bruit. Quel intervalle de temps sépare ces deux perceptions ?

Données :

La célérité du son est $c_s = 342 \text{ m.s}^{-1}$

La célérité de la lumière est $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

● **5** _____ **Lycée Sacré Cœur, Reims**
5 min.

Sur un conduit en fonte contenant de l'eau, on place un capteur de pression. Un coup est donné sur le conduit, à une distance d du capteur. On détecte deux signaux, séparés par un intervalle de temps $\Delta t = 0,46 \text{ s}$. Que vaut la distance d ?

Indication :

Célérité du son dans l'eau : $c_1 = 1500 \text{ m.s}^{-1}$

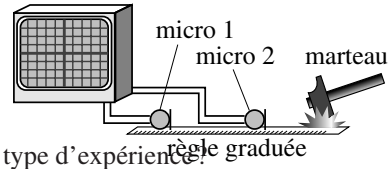
Célérité du son dans la fonte : $c_2 = 5000 \text{ m.s}^{-1}$

● 6 _____ Lycée Robin, Vienne

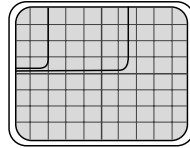
5 min.

On réalise l'expérience ci-contre.

L'oscilloscope est un oscilloscope à mémoire, qui se déclenche quand un signal est détecté sur la voie 2, et qui garde à l'écran les traces obtenues.



1. Comment mesurer la vitesse du son grâce à ce type d'expérience ?
2. On obtient les traces suivantes :



La base de temps est $0,5 \text{ ms.division}^{-1}$. Les microphones sont distants de 78 cm. Quelle est la vitesse du son ?

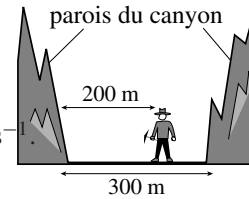
● 7 _____ Lycée Paul Claudel, Paris

5 min.

Un explorateur se trouve au fond d'un canyon, comme montré sur la coupe transversale ci-contre.

Il pousse un cri, et au bout d'un peu moins d'une seconde, il entend deux échos séparés par un bref intervalle de temps Δt .

Déterminer Δt sachant que la célérité du son est $c_s = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

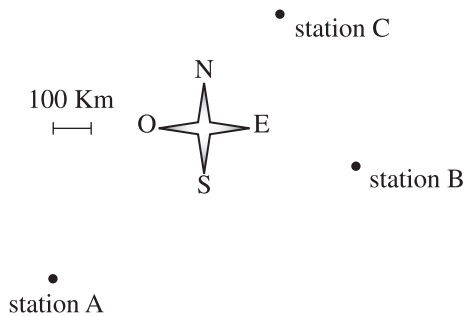


● 8 _____ Lycée Jeanne d'Albret, Saint Germain en Laye

Détermination de l'épicentre d'un séisme

15 min.

On considère les trois stations d'enregistrement sismographiques A, B et C de la carte ci-dessous.



Elles enregistrent respectivement les trois relevés sismographiques représentés à la figure 1.1.

On admettra qu'il se propage deux types d'ondes sismiques dans le sol, les ondes P et les ondes S, qui ont des célérités différentes.

1. Chaque relevé sismographique fait apparaître trois régimes. À quoi correspond chacun d'eux ?

- Écrire la distance d à laquelle se produit le séisme en fonction de Δt , intervalle de temps qui sépare l'arrivée des ondes P et des ondes S, de v_P et de v_S . En déduire l'expression de d en fonction de Δt , v_P et v_S .
- Effectuer l'application numérique pour chacune des trois stations.
- En utilisant un compas, positionner le séisme sur la carte.
- Ce séisme s'est-il produit en profondeur ou près de la surface? Justifier.
- À quelle heure ce séisme a-t-il eu lieu?

Données :

Célérité des ondes P: $v_P = 5 \text{ km.s}^{-1}$.

Célérité des ondes S: $v_S = 3,5 \text{ km.s}^{-1}$.

9

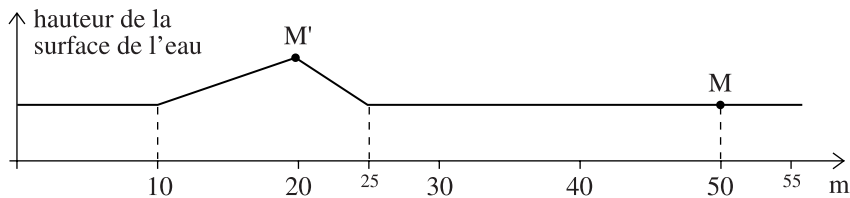
Lycée Lavoisier, Paris

Étude du mascaret

10 min.

Le mascaret est une vague qui remonte l'estuaire de certains fleuves lorsque la marée monte. Sa hauteur dépend du fleuve, du coefficient de marée, et dans certain cas cette vague peut être particulièrement destructrice. Nous admettrons que sa célérité est : $v = 25 \text{ km.h}^{-1}$.

- Le mascaret est-il une onde longitudinale? Justifier.
- On représente l'aspect de la surface de l'eau vue en coupe le long du fleuve à un instant $t_0 = 0$ sur la figure ci-après. Les abscisses positives sont orientées vers la source du fleuve.



On cherche à savoir quelle sera la perturbation au point M à l'instant $t_1 = 5,04 \text{ s}$. Quel point N se trouve avoir la même perturbation à l'instant t_0 ?

- En quel point N' la perturbation qui existe au point M' à l'instant t_0 arrivera-t-elle à l'instant t_1 ?
- En déduire l'allure de la surface de l'eau à l'instant t_1 .

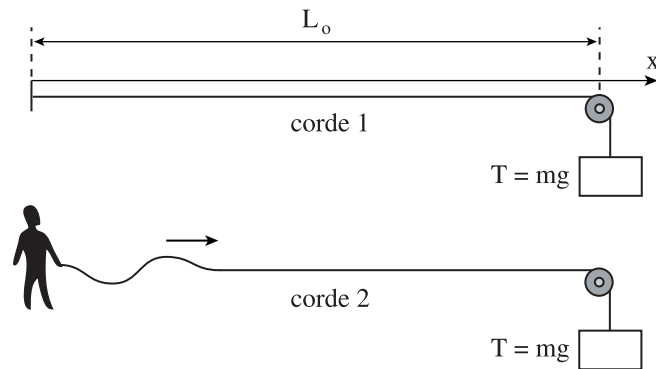
10

Lycée Louis-Le-Grand, Paris

20 min.

On considère deux cordes tendues de longueur L_0 , de même tension T , et de masse linéique différentes. La première corde a une masse linéique uniforme, et une masse totale M_0 . La seconde corde a une masse linéique $\mu(x)$ variable en fonction de l'abscisse, d'expression :

$$\mu(x) = \frac{M_0 L_0}{(L_0 + x)^2}$$



1. Donner l'expression de la masse linéique de la première corde.
2. Quelle est la masse de la deuxième corde?
3. Donner l'expression du temps t_0 que met une perturbation pour se propager d'une extrémité à l'autre de la première corde.
4. Quelle est l'expression du temps t_1 que met une perturbation pour se propager d'une extrémité à l'autre de la seconde corde? Exprimer ce temps en fonction de t_0 . Ce temps est-il plus court ou plus long que t_0 ? Justifier.

Indication :

La célérité des ondes transversales se propageant sur une corde tendue est :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

ou T est la tension de la corde et μ sa masse linéique.

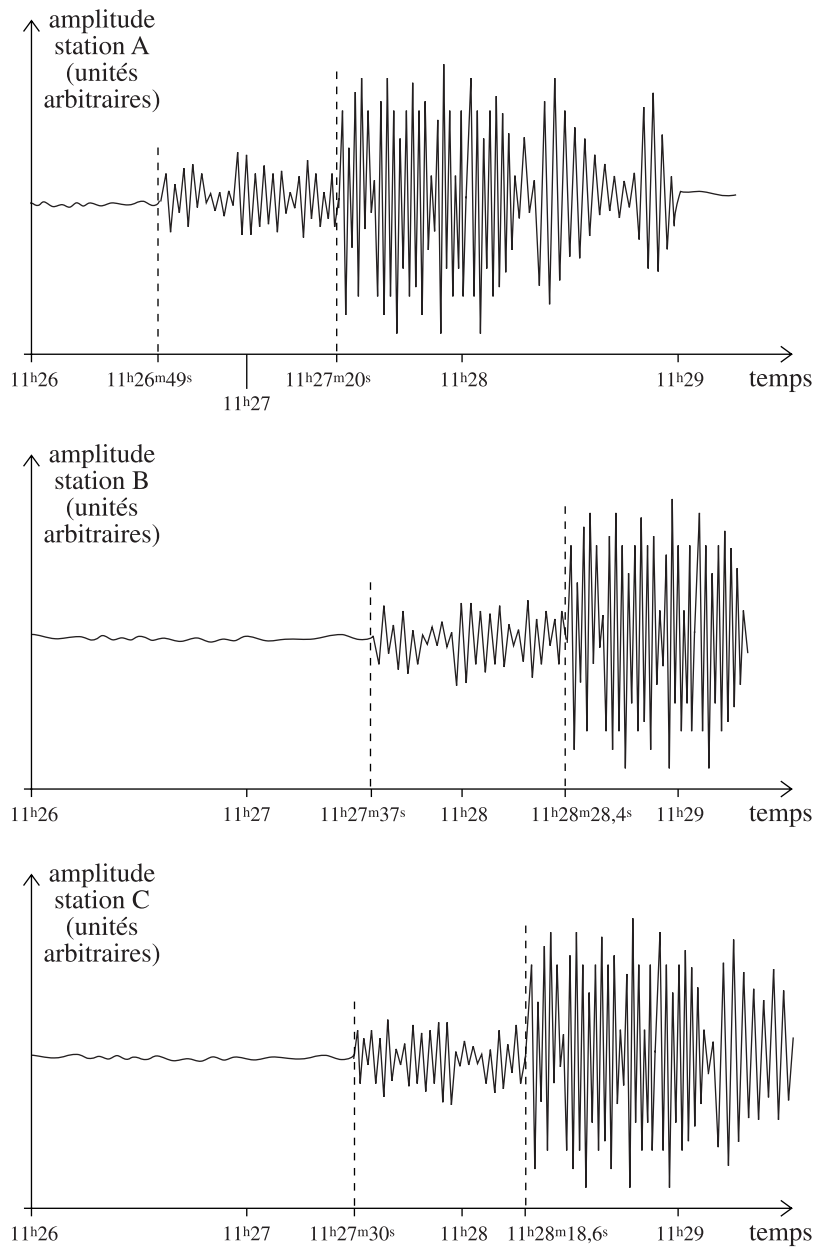


FIG. 1.1 – Relevés des sismographes des stations A, B et C.

ÉNONCÉS

● 1 Réponses au Q.C.M.

1. *Élevée.* Elle croît dans un gaz parfait comme la racine carrée de la température absolue.
2. *De l'énergie.* Les mouvements de matière (donc de l'air par exemple) sont purement locaux et oscillatoires et n'engendrent pas de déplacements à grande échelle.
3. *De l'énergie.* C'est une caractéristique générale des ondes.
4. *Faux.* La célérité du son est une caractéristique du milieu, indépendante de l'amplitude des perturbations.

● 2 Nouveau Programme

On applique ici la formule :

$$\text{distance} = \text{célérité} \times \text{temps}$$

Le temps de propagation du son est ici simplement Δt , puisque la propagation de la lumière est considérée instantanée. Donc :

$$d = c_s \times \Delta t \approx 342 \times 4,6 = 1573 \text{ m} \approx 1,6 \text{ km}$$

On ne garde ici que deux chiffres significatifs, puisque c'est la précision avec laquelle est donnée Δt .

● 3 Nouveau Programme

Soit d la distance à laquelle le sous-marin se trouve du fond. Le signal réfléchi a parcouru deux fois cette distance d (un aller vers le fond et un retour du fond) sur l'intervalle de temps $\Delta t = 0,73 \text{ s}$. On doit donc écrire :

$$2d = c_s \times \Delta t$$

soit :

$$d = \frac{c_s \Delta t}{2} \approx \frac{0,73 \times 1500}{2} \approx 550 \text{ m}$$

● 4 Nouveau Programme

Soit t_1 le temps que met la lumière pour parvenir à l'observateur, et t_2 le temps que met le son. L'intervalle de temps recherché est simplement $\Delta t = t_2 - t_1$.

On a :

$$t_1 = \frac{d}{c} \approx \frac{11.10^3}{3.10^8} \approx 3,7.10^{-5} \text{ s} \quad \text{et} \quad t_2 = \frac{d}{c_s} \approx \frac{11.10^3}{342} \approx 32 \text{ s}$$

Compte-tenu de la précision de ces valeurs, la différence $t_2 - t_1$ vaut bien entendu 32 s.

● 5 Nouveau Programme

Les deux signaux correspondent, l'un à la transmission du choc par la fonte, l'autre à sa transmission par l'eau. Le temps t_1 que met le signal à se propager depuis la zone du choc jusqu'au capteur par l'eau s'écrit : $t_1 = \frac{d}{c_1}$

De même, le temps t_2 de propagation du son par la fonte est donné par : $t_2 = \frac{d}{c_2}$

Donc : $\Delta t = t_1 - t_2 = d\left(\frac{1}{c_1} - \frac{1}{c_2}\right)$

On en déduit :

$$d = \Delta t \frac{c_1 c_2}{c_2 - c_1} = 0,46 \times \frac{5000 \times 1500}{5000 - 1500} = 986 \text{ m}$$

● 6 Nouveau Programme

1. Le signal sonore issu du marteau va arriver aux microphones 1 et 2 à des dates différentes, puisque ces deux récepteurs ne sont pas à la même distance de l'origine du bruit.

Il faut donc mesurer le délai Δt qui sépare la réception du son par les deux microphones, et la distance d qui les sépare grâce à la règle graduée, pour en déduire la vitesse du son dans l'air ($c_s = \frac{d}{\Delta t}$).

Le délai se mesure en regardant la distance entre les traces des deux voies, et en multipliant par la base de temps.

2. On constate que les deux traces montent (ce qui correspond à la réception du signal sonore) à 4,5 divisions d'intervalle, ce qui correspond à un délai qui s'écrit, compte-tenu de la base de temps :

$$\Delta t = 4,5 \times 0,5 \cdot 10^{-3} = 2,25 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

C'est donc le temps que met le son pour parcourir la distance $d = 0,78 \text{ m}$, ce qui permet d'écrire :

$$c_s = \frac{d}{\Delta t} = \frac{0,78}{2,25 \cdot 10^{-3}} \approx 347 \text{ m.s}^{-1}$$

● 7 Nouveau Programme

Le premier écho correspond à la réception du signal sonore réfléchi sur la paroi de droite, la plus proche, qui intervient au bout d'un temps $t_1 = \frac{2 \times d_d}{c_s}$, où d_d est la distance à la paroi de droite, et où le facteur 2 est là puisque le son doit effectuer un aller et retour.

De la même manière, avec la paroi de gauche, on peut écrire

$t_2 = \frac{2 \times d_g}{c_s}$, ce qui permet de dire que l'intervalle de temps est :

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 2 \frac{d_g - d_d}{c_s} = 2 \times \frac{200 - 100}{340} \approx 0,59 \text{ s}$$

ou encore 6 dixièmes de seconde.

● 8 Nouveau Programme

1. Chaque relevé comporte au début une phase pratiquement exempte de vibrations. Cela correspond à l'absence de séisme (les ondes sismiques émises par le séisme ne sont pas encore arrivées à la station). La deuxième partie correspond à l'arrivée des ondes sismiques les plus rapides. L'examen des données de l'énoncé nous montre que ce sont les ondes P. Enfin, la dernière partie correspond à la superposition des deux types d'onde P et S