

Exercice I : Ondes sonores**1^{ère} partie: Quelques propriétés générales des ondes sonores**

Un groupe d'élèves intéressés par l'étude de la nature et la propagation de l'onde sonore, réalisent les observations suivantes:

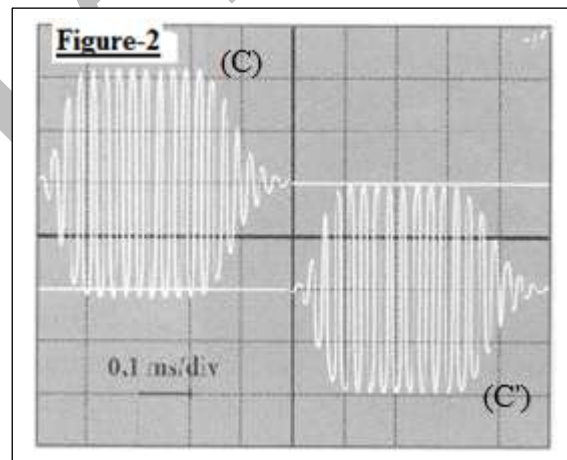
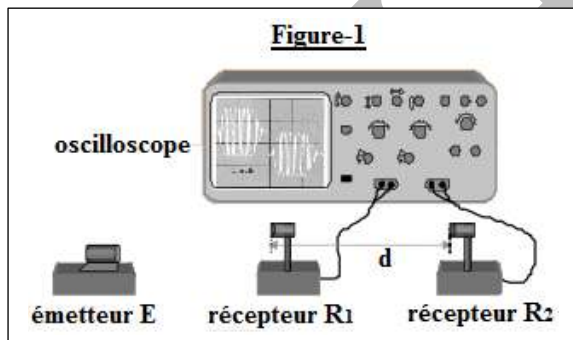
*Les signaux sonores dus aux explosions gigantesques qui se produisent en permanence au cœur du Soleil, ne puissent jamais être détectés par des capteurs sonores implantés sur Terre;
*Une boule de liège suspendue à un fil vertical, vibre horizontalement à proximité d'un haut-parleur qui émet des signaux sonores.

1- Définir l'onde mécanique progressive;

2- Interpréter les observations précédentes en se basant sur les propriétés de l'onde sonore;

2^{ème} partie: Ondes ultra-sonores

La fréquence des sons audibles par l'Homme est définie par l'intervalle [20Hz-20kHz]. Au-delà de 20kHz, il s'agit des ondes dites « ultrasonores ». Le montage expérimental représenté par le schéma de la figure-1, permet d'étudier certaines propriétés des ondes ultrasonores. Il comporte un émetteur E d'ondes ultrasonores, qui se propagent dans l'air à la même célérité des ondes sonores, et deux récepteurs R₁ et R₂ distants de d=17cm et branchés aux entrées d'un oscilloscope. Le schéma de la figure-2 représente les oscillogrammes C et C' obtenus.



1- Quel est parmi les deux oscillogrammes C et C' celui correspondant au récepteur R₂.

Justifier la réponse ;

2- Déterminer le décalage temporel τ de l'incidence de l'onde ultrasonore aux récepteurs R₁ et R₂;

3- Vérifier que la célérité de l'onde ultrasonore dans l'air est $v=340\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;

4- Calculer la longueur d'onde de l'onde ultrasonore.

3^{ème} partie: Comportement de l'onde sonore au niveau d'un obstacle muni d'une ouverture

Arrivés en retard pour assister au spectacle présenté par le club de théâtre au lycée, les élèves de ce groupe s'étonnent d'entendre les paroles d'un acteur alors qu'ils sont encore dans le hall, parfaitement isolé phoniquement de la scène par un mur.

Cependant, ils remarquent que la porte de la salle d'exposition, d'une largeur de 1m, est entièrement ouverte (voir figure-3).

La fréquence du son reçu est $N=400\text{Hz}$.

1- Quel phénomène physique permet d'expliquer l'observation saisie par les membres de ce groupe d'élèves ?

2- Choisir en justifiant, la proposition adéquate parmi ce qui suit:

La longueur d'onde du son entendu dans le hall est:

a- $\lambda = 1,7\text{m}$;

b- $\lambda = 0,85\text{m}$.

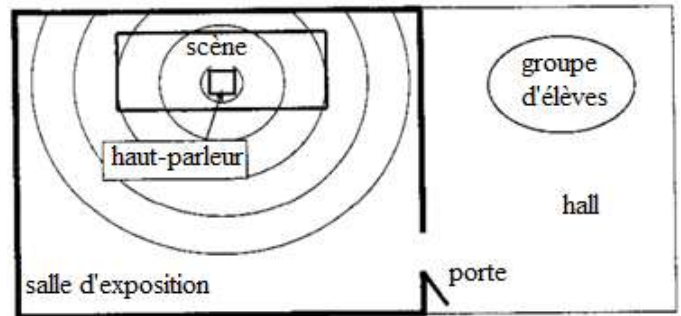


Figure-3

Exercice II : Propagation des ondes sismiques

Lors d'un séisme, la Terre tremble plus ou moins fort sous l'influence des ondes sismiques de différentes natures. Cet exercice propose l'étude de certaines propriétés des ondes sismiques, puis l'utilisation des ondes sismiques artificielles dans le domaine d'exploration pétrolière.

1^{ère} partie : Les ondes sismiques naturelles

Parmi différents types d'ondes sismiques, on distingue :

*Les ondes P, appelées aussi ondes de compression, rapides et tridimensionnelles, se propagent dans les milieux solides et liquides (figure-1).

*Les ondes S, appelées aussi ondes de cisaillement, tridimensionnelles et moins rapides que les ondes P. elles ne se propagent que dans les milieux solides (figure-2).

*Les ondes L, bidimensionnelles et plus rapides que les ondes précédentes, se propagent à la surface de la Terre – la croûte terrestre- (figure-3).

1- Définir une onde longitudinale ;

2- Classifier les ondes citées en ondes transversales et ondes longitudinales, justifier la réponse;

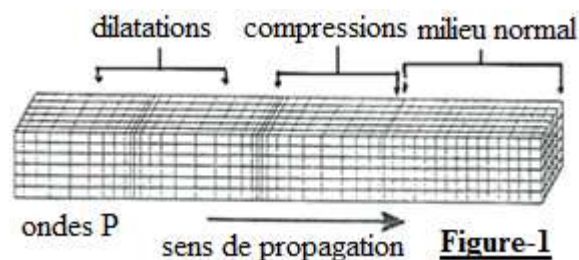


Figure-1

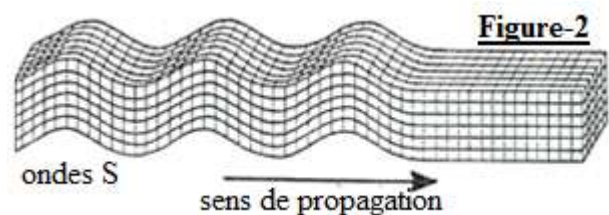


Figure-2

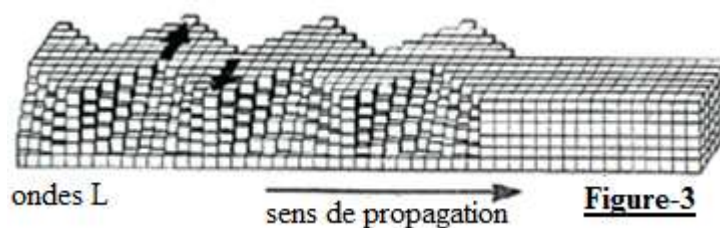
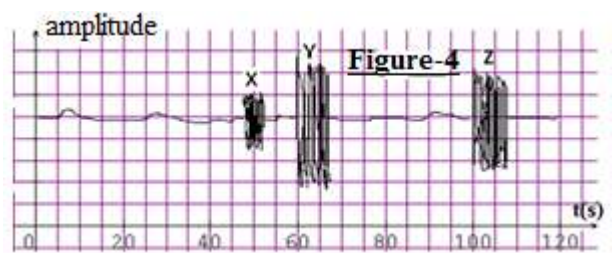


Figure-3

3- Le document de la figure-4 présente la simulation sismogramme d'un séisme qui s'est produit quelque part. Ce sismogramme est enregistré à une station sismique située à une distance D de l'épicentre du séisme. L'instant du début du séisme à son épicentre est choisi comme origine des dates ($t=0$).

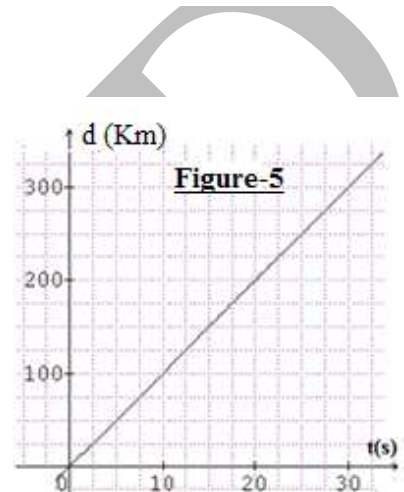


3.1- Préciser le type de chacune des salves d'ondes X, Y et Z mentionnée sur cet enregistrement.

Justifier ;

3.2- Sachant que le début du séisme a été détecté à La station sismique à 19h46min02s, déterminer l'heure où le séisme s'est déclenché à l'épicentre ;

4- Le graphe de la figure-5 représente la variation de La distance d parcourue par l'onde L en fonction du temps.

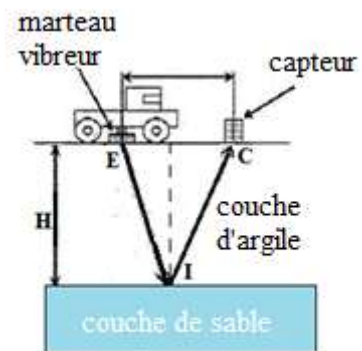


4.1- déterminer la valeur de la distance D séparant la station sismique de l'épicentre du séisme ;

4.2- En déduire la célérité des ondes P et celle des ondes S.

2^{ème} partie : Exploration pétrolière à l'aide des ondes sismiques artificielles

A l'aide d'un camion muni d'un marteau vibreur, frappant périodiquement le sol avec une fréquence $N=15\text{Hz}$, on crée des salves d'ondes sismiques artificielles. Ces ondes permettent de mettre en évidence l'existence éventuelle des nappes pétrolières souterraines, en analysant les échos dus au phénomène de la réflexion partielle lors du passage de ces ondes d'une couche souterraine (couche d'argile) à une autre (couche de sable). Ces échos sont captés par des capteurs (figure-6). Les couches sableuses constituent des refuges potentiels de certains hydrocarbures.



EI : onde sismique incidente et IC : la partie réfléchie de l'onde

1- Calculer la longueur d'onde λ de l'onde sismique créée par le marteau, sachant que sa célérité dans la couche d'argile est $V=6,2\text{Km/s}$;

2- La durée entre l'instant d'émission de l'onde et l'instant de réception de l'onde réfléchie par le capteur est 580ms. Déterminer la valeur de la profondeur H de la couche d'argile. On considère $H \approx EI = IC$, avec EI côté du triangle EIC.

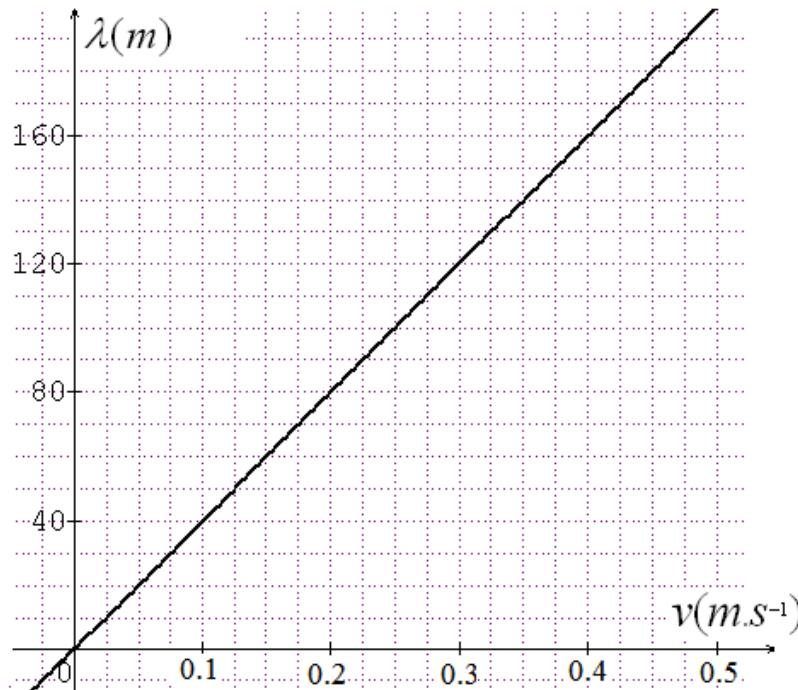
Exercice III : Tsunami

Un tsunami est une vague géante ou une série de vagues entraînant un déplacement soudain d'une quantité colossale d'eau, qui se propage à travers l'océan à des vitesses comprises entre 500km/h et 800km/h. Il est majoritairement engendré par un soulèvement ou un effondrement brutal d'une partie du fond océanique au cours d'un séisme.

A l'approche des côtes, leur amplitude augmente brusquement (quelques dizaines de mètres), et pouvant se transformer en un mur d'eau dévastateur, comme était le cas à Sendai, ville au Japon, le 11 mars 2011.

1- Le graphe de la figure ci-dessous représente la variation de la longueur d'onde λ en fonction de la célérité v d'une onde tsunami.

Déterminer La période temporelle de cette vague ;



2- La célérité d'une onde dépend de la profondeur de la couche d'eau, milieu de propagation :

✓ 1^{er} cas : $v = \sqrt{\frac{g \cdot \lambda}{2 \cdot \pi}}$ si la profondeur h est nettement supérieure à la longueur d'onde λ ;

✓ 2^{ème} cas : $v = \sqrt{g \cdot h}$ si la profondeur h est inférieure à la longueur d'onde λ .

On prendra : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

2.1- Définir un milieu dispersif ;

2.2- Parmi les deux cas précédent, préciser celui où la surface de l'eau est un milieu dispersif, justifier la réponse ;

2.3- Vérifier que la relation du 1^{er} cas n'est pas compatible à une vague de tsunami se propageant à la surface d'une couche d'eau de l'océan où la profondeur est $h=10\text{km}$. En déduire la valeur de la longueur d'onde dans ce milieu ;

2.4- Une vague tsunami d'amplitude $H=1\text{m}$, peut-elle attirer l'attention des passagers d'un navire situé tout près du milieu de propagation de cette onde ? Justifier la réponse ;

3- Au cours de la propagation d'une onde tsunami, le produit $v \cdot H^2$ demeure constant, avec v célérité de la vague et H son amplitude. Déterminer l'amplitude H' de la vague lorsqu'elle atteint la côte où la profondeur de la couche d'eau est $h'=1\text{m}$. Conclure.