



EXERCICES D'AUTOMATISATION EN AUTONOMIE

Ex 1 – Exemples d’ondes

Parmi les exemples suivants, **identifier** l'intrus et justifier : les ultrasons - les vagues - la lumière - les spires d'un ressort tendu puis relâché. **Justifier**.

Ex 2 – Distance

Exprimer puis **calculer** la distance parcourue en 34 min par une onde si sa célérité est $v = 2,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Ex 3– Retard

Une onde se déplace à la célérité $v = 4,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dans un milieu.

Exprimer puis **calculer** avec quel retard elle arrivera à 240 cm de sa source.

Ex 4 – Période et fréquence

Une onde sinusoïdale a pour longueur d'onde $\lambda = 3,0 \text{ mm}$.

Sa célérité est $v = 2,5 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exprimer puis **calculer** sa période puis sa fréquence.

Ex 5 – Longueur d’onde

Une onde sonore sinusoïdale a pour fréquence $f = 980 \text{ Hz}$. Sa célérité est $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exprimer puis **calculer** sa longueur d'onde.

Ex 6 – Calcul de retard

Au Far West, un train démarre d'une gare située à $d = 6,5 \text{ km}$ de l'endroit où un indien pose son oreille sur le rail en acier.

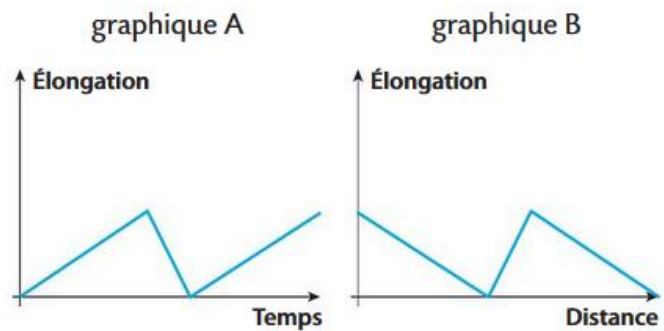
1. **Exprimer** puis **calculer** le retard de l'onde sonore dans le rail, entre son émission et sa réception par l'oreille.
2. **Exprimer** puis **calculer** le retard de l'onde sonore dans l'air pour la même distance parcourue
- 3.

Données : Célérité du son dans l'acier du rail : $v_{\text{acier}} = 5600 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Ex 7 – Distinguer des représentations

Associer à chaque graphique sa représentation et justifier le choix :

1. Représentation spatiale
2. Représentation temporelle



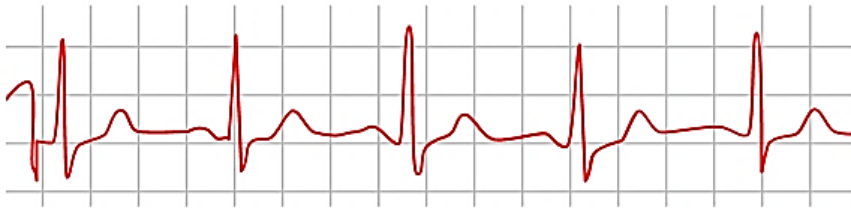
Ex 8 – Reconnaître un type de description

Indiquer si chacune des situations suivantes est une description spatiale ou temporelle. **Justifier.**

- a) Niveau de la mer qui monte et descend dans un port au rythme de la marée
- b) Photographie de la mer sur laquelle on observe des vagues
- c) Relevé des vibrations du sol obtenu par une station sismique

Ex 9 – Electrocardiogramme

L'enregistrement sur papier d'un électrocardiogramme (ECG) donne la courbe ci-après :



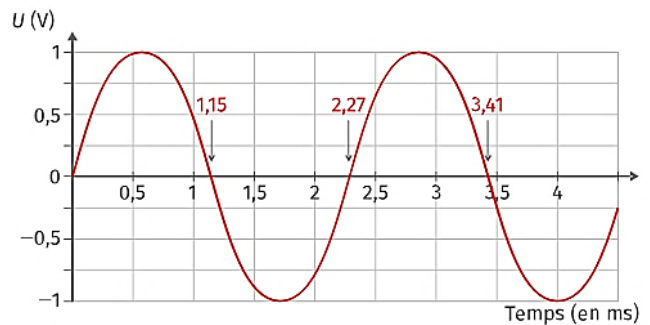
1. À quel phénomène physiologique sont associés ces signaux ?
2. Ces signaux qui se propagent dans le corps sont-ils sonores, sismiques ou électriques ?
3. Pourquoi peut-on considérer qu'ils sont périodiques ?
4. **Déterminer** la période sachant qu'un grand carreau correspond à 250 ms horizontalement.
5. En **déduire** la fréquence cardiaque en hertz (Hz) puis en battements par minute (bpm).

Ex 10 – Le diapason

Un diapason permet de générer un son quasiment sinusoïdal.
L'enregistrement à l'aide d'un micro donne la courbe suivante.

1. **Déterminer** la période puis la fréquence du son émis par le diapason.
2. À quelle note correspond sa hauteur ?
3. **Exprimer** puis **calculer** sa longueur d'onde dans l'air

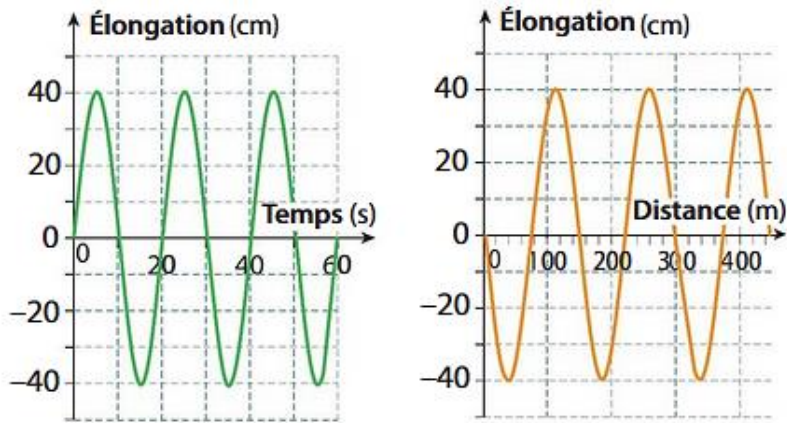
Données : Célérité du son dans l'air : $v_{\text{air}} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



Note	Do3	Ré3	Mi3	Fa3	Sol3	La3	Si3
f(Hz)	262	294	330	349	392	440	494

Ex 11 – Exploiter la double périodicité

Les deux graphiques ci-dessous correspondent à la même onde périodique :



1. **Déterminer** la période, la longueur d'onde et l'amplitude de cette onde
2. En **déduire** la célérité de cette onde

EXERCICES D'ANALYSE



Ex 12 – Le radar de recul

En marche arrière, le radar de recul d'une voiture se met en marche automatiquement. Le capteur est situé sous le pare-chocs arrière du véhicule.

Il a une portée minimale $d_{\min} = 0,30 \text{ m}$ d'après le constructeur : un obstacle situé à une distance du capteur inférieure à d_{\min} ne peut pas être détecté.

Il est constitué d'un matériau piézo-électrique utilisé à la fois en émetteur ou en récepteur.

Il ne peut fonctionner en récepteur que lorsqu'il a fini de fonctionner en émetteur.

C'est la raison pour laquelle l'appareil génère des salves ultrasonores de durée $\Delta t_1 = 1,7 \text{ ms}$ avec une périodicité $T = 12 \text{ ms}$.

L'onde ultrasonore émise est réfléchiée par l'obstacle éventuel, provoquant un écho.

D'après sujet BAC 2015



1. **Faire** un schéma montrant le capteur, un obstacle et le trajet de l'onde ultrasonore.
2. **Donner** la relation entre la distance à l'obstacle d , la célérité des ultrasons v_{son} et la durée entre l'émission et la réception du signal Δt .
3. **Vérifier** par un calcul que pour $d = d_{min}$, $\Delta t = \Delta t_1$
4. **Expliquer** pourquoi en dessous de d_{min} , la position de l'obstacle ne peut-elle pas être détectée correctement ?
5. Que faudrait-il modifier pour que cette distance minimale soit plus petite ?

Données : Célérité du son dans l'air à 20°C : $v_{air} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Ex 13 – Le sonar

Le sonar d'un sous-marin émet des ultrasons pour estimer, entre autres, la profondeur du fond marin. Il est aussi équipé d'un récepteur.

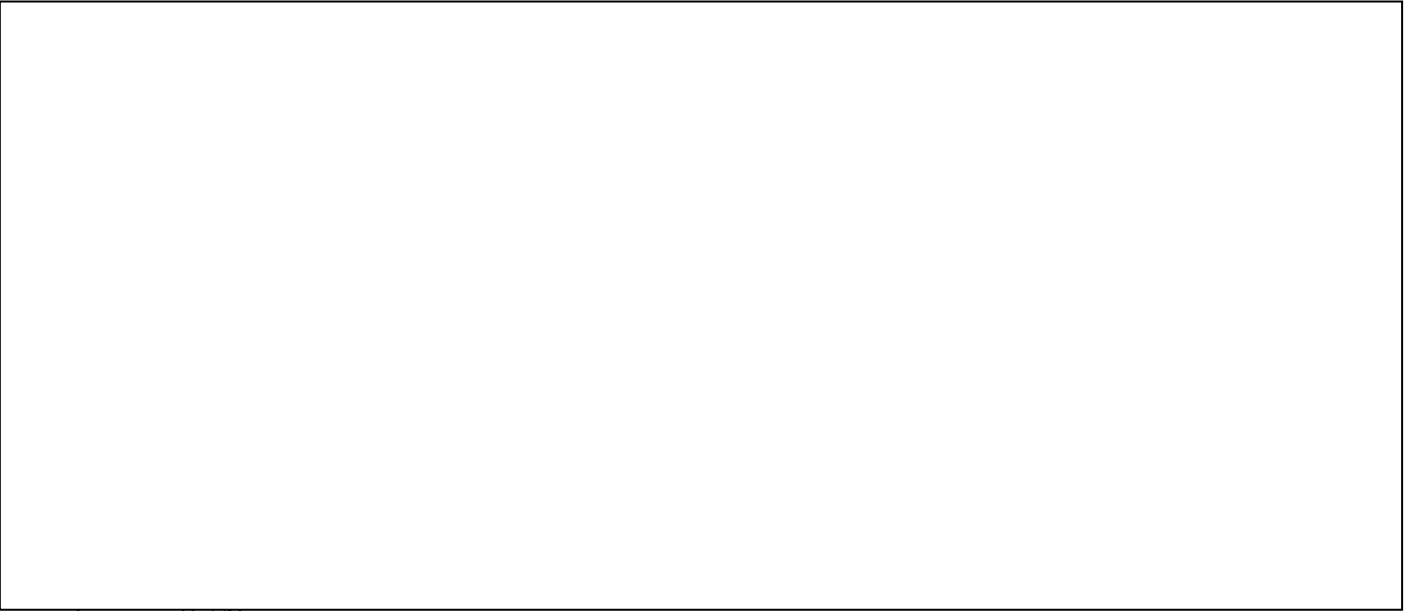
1. L'émetteur envoie des ultrasons vers le bas.
Que se passe-t-il pour l'onde ultrasonore quand elle rencontre le fond ?
2. **Schématiser** le trajet de l'onde dans ce cas. On notera h la distance entre le sonar et le fond.
3. Il s'écoule la durée $\Delta t = 0,83 \text{ s}$ avant que le récepteur reçoive l'écho après l'émission. En déduire h .

Données : Célérité des ultrasons dans l'eau de mer : $v_{eau} = 1500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Ex 14 – Une gouttière percée

Un jour de pluie, une flaque s'est formée au pied de l'immeuble. La gouttière qui se trouve au-dessus est percée. Des gouttes tombent régulièrement de la gouttière, à raison de 72 gouttes par minute. À chaque fois une petite vague circulaire est créée. Son diamètre grandit. Entre deux vagues successives on mesure une distance $d = 20$ cm.

1. Une onde **mécanique progressive périodique** est créée. Justifier chaque terme en caractères gras
2. **Calculer** la fréquence de l'onde en hertz.
3. En **déduire** sa période en seconde
4. Quelle distance a parcouru une vague avant que la suivante prenne naissance ?
5. Quelle durée s'est alors écoulée ?
6. En **déduire** la célérité de l'onde



Ex 15 – Onde sur une corde

L'extrémité d'une corde est fixée à un mur, l'autre extrémité est agitée verticalement, sinusoïdalement, avec une période T de 250 ms.

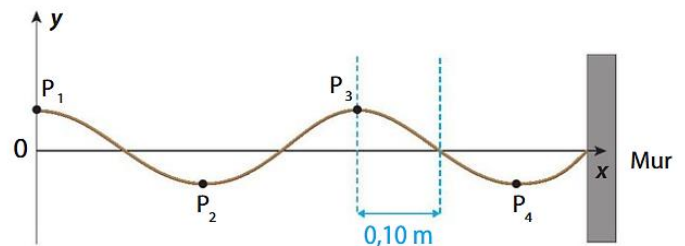
1. **Décrire** le mouvement d'un point de la corde
2. Après 2,1 s, une perturbation a parcouru la distance $d = 3,2$ m.

Exprimer puis **calculer** la célérité v de l'onde

3. À l'instant t_1 , l'aspect de la corde est le suivant :

- a) **Déterminer** la longueur d'onde λ de l'onde sinusoïdale
- b) En **déduire** la célérité v_1 de l'onde à l'instant t_1 et la comparer à la valeur v déterminée à la question 2.

4. **Schématiser** l'aspect de la corde à la date t_2 , 125 ms après la date t_1



1. Chaque point de la corde effectue des oscillations verticales dont la période est $T = 250$ ms. Seul le point de fixation sur le mur reste immobile.

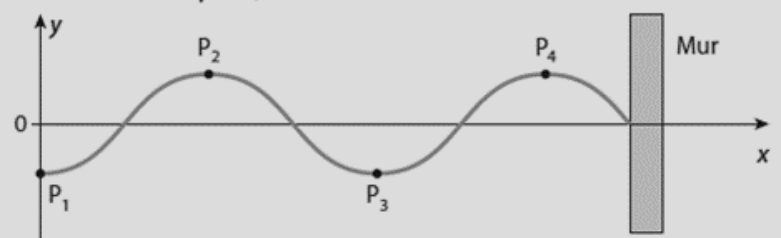
2. On a $v = \frac{d}{\Delta t} = \frac{3,2 \text{ m}}{2,1 \text{ s}} = 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

3. a. On lit sur le graphique $\frac{\lambda}{4} = 0,10$ m donc $\lambda = 0,40$ m.

b. On a $v = \frac{\lambda}{T}$ donc $v_1 = \frac{0,40 \text{ m}}{250 \times 10^{-3} \text{ s}} = 1,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Les deux valeurs de vitesse obtenues sont proches.

4. On a $t_2 = t_1 + 125$ ms donc $t_2 = t_1 + \frac{T}{2}$ donc les signaux sont décalés d'une demi-période dans le temps et d'une demi longueur d'onde dans l'espace, soit :



Ex 16 – Propagation de la houle

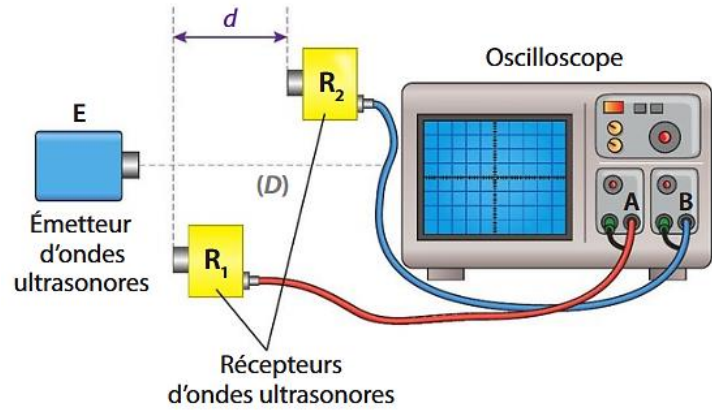
Une houle de 10 m de hauteur a une période T de 20 s et une longueur d'onde λ de 100 m.
La hauteur de la houle est la dénivellation entre une crête et un creux

1. Quelle est l'amplitude de cette houle ?
2. **Donner** la représentation temporelle de l'élongation d'un point M de la surface de l'eau, l'onde étant supposée sinusoïdale
3. **Donner** une représentation spatiale de la surface de l'eau à un instant t
4. **Exprimer** et **calculer** la célérité de cette houle

Ex 17 – Célérité d'une onde ultrasonore

On souhaite connaître la célérité d'une onde ultrasonore qui se propage dans l'air.

On réalise le montage ci-contre :



Pour une certaine position des récepteurs, on obtient l'oscillogramme suivant :

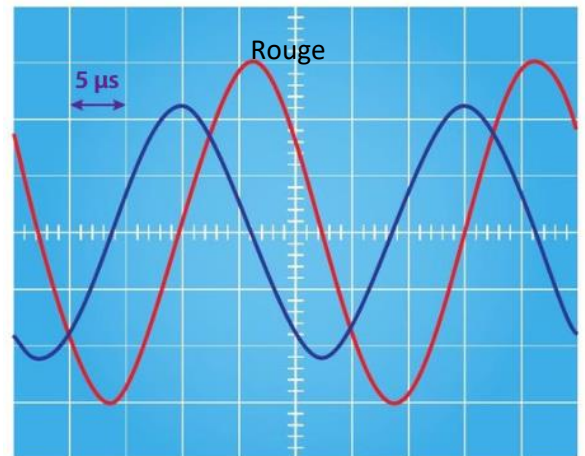
Les sensibilités verticales des deux voies de l'oscilloscope sont identiques.

La courbe rouge correspond au signal du récepteur R_1 et la courbe bleue à celui du récepteur R_2 .

Lorsque les récepteurs sont à égale distance de l'émetteur, les courbes sont confondues.

Le récepteur R_1 restant fixe, on éloigne le récepteur R_2 le long de l'axe (D) en comptant le nombre de fois où les abscisses des maxima sont confondues.

Lorsque la distance d est égale à 8,5 cm, les abscisses des maxima se sont retrouvées confondues 10 autres fois



Question : Calculer la célérité v de l'onde ultrasonore dans l'air

Ex 18 – Séisme en Indonésie

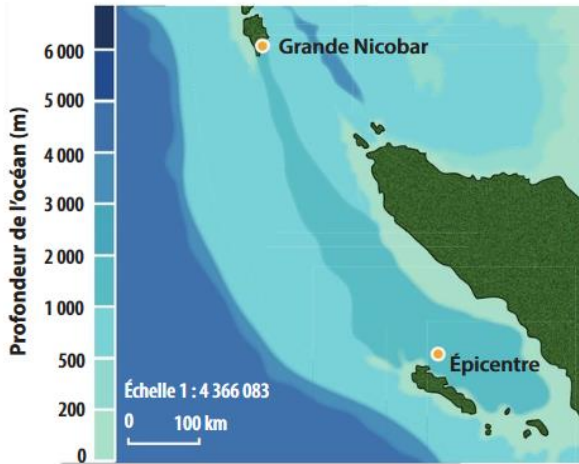
De combien de temps les habitants de l'île de Grande Nicobar auraient-ils disposé pour se mettre à l'abri s'ils avaient été prévenus dès l'instant où le séisme s'est produit ?

Donnée

$$g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

A Séisme en Indonésie le 26 décembre 2004

Le 26 décembre 2004, à la suite d'un tremblement de terre dans le centre de l'Indonésie, une vague s'est abattue sur l'île de Grande Nicobar. Le foyer du séisme a été localisé à 30 km de profondeur, au sud de Grande Nicobar. L'épicentre est représenté sur la carte ci-dessous.



B Tsunami

Un tsunami est une onde produite par le brusque déplacement d'un volume très important d'eau, résultant en général, d'un séisme. Le brusque mouvement d'eau donne naissance à une série d'ondes, de très grandes longueurs d'onde, de l'ordre de la centaine de kilomètres.

C Célérité des ondes de surface

On peut classer les ondes de surface, suivant leurs caractéristiques et celles du milieu de propagation. Deux types d'ondes sont présentés ci-dessous :

– **Ondes courtes** : lorsque la longueur d'onde λ est faible par rapport à la profondeur locale h de l'océan (au moins $\lambda, 0,5 h$).

Leur célérité v est donnée par : $v = \sqrt{\frac{g \times \lambda}{2\pi}}$

– **Ondes longues** : lorsque la longueur d'onde λ est très grande par rapport à la profondeur h de l'océan ($\lambda \cdot 10 h$), les ondes sont appelées des ondes longues. Leur célérité v est définie par : $v = \sqrt{g \times h}$.



Ex 19 – La propagation d'une onde

A Les ondes sismiques

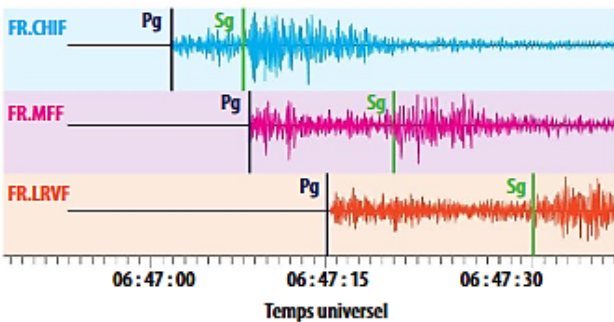
Lors d'un séisme, des ondes naissent au foyer et traversent la Terre. Elles se succèdent et se superposent sur les enregistrements des sismomètres. Leur vitesse de propagation et leur amplitude sont modifiées par les structures géologiques traversées. C'est pourquoi les signaux enregistrés sont la combinaison d'effets liés à la source, aux milieux traversés et aux instruments de mesure.

Parmi les ondes sismiques, on distingue :

- les ondes P qui sont des ondes de compression ; leur célérité v_P vaut en moyenne $v_P = 6,0 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.
- les ondes S appelées ondes de cisaillement ; leur célérité v_S vaut en moyenne $v_S = 3,5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

B Les courbes de sismographes

Les courbes ci-dessous ont été obtenues par trois sismographes. Les repères P_g et S_g correspondent respectivement à l'arrivée des ondes P et S sur le sismographe après leur propagation depuis le foyer.



1. Dans quel milieu matériel les ondes sismiques se propagent-elles ? Quelle propriété du milieu permet cette propagation ?

2. À partir des courbes **B**, recopier et compléter le tableau ci-dessous donnant les dates t_P et t_S d'arrivée des ondes P et S dans chaque station (arrondies à la seconde la plus proche).

Station	t_P	t_S	Différence $t_S - t_P$
FR.CHIF	06 h 47 min 02 s	06 h 47 min 08 s	6 s
FR.MFF	06 h 47 min 08 s	06 h 47 min 21 s	
FR.LRVF			

3. Soit d la distance qui sépare la station d'enregistrement du lieu où le séisme s'est produit et t_0 la date inconnue du séisme.

Exprimer la célérité notée v_S des ondes S en fonction de la distance d parcourue et des dates t_S et t_0 . Faire de même pour les ondes P avec la vitesse v_P et les dates t_P et t_0 .

4. À partir de la réponse précédente, exprimer $t_S - t_0$ et $t_P - t_0$ puis l'expression $t_S - t_P$ en fonction de d , v_P et v_S .

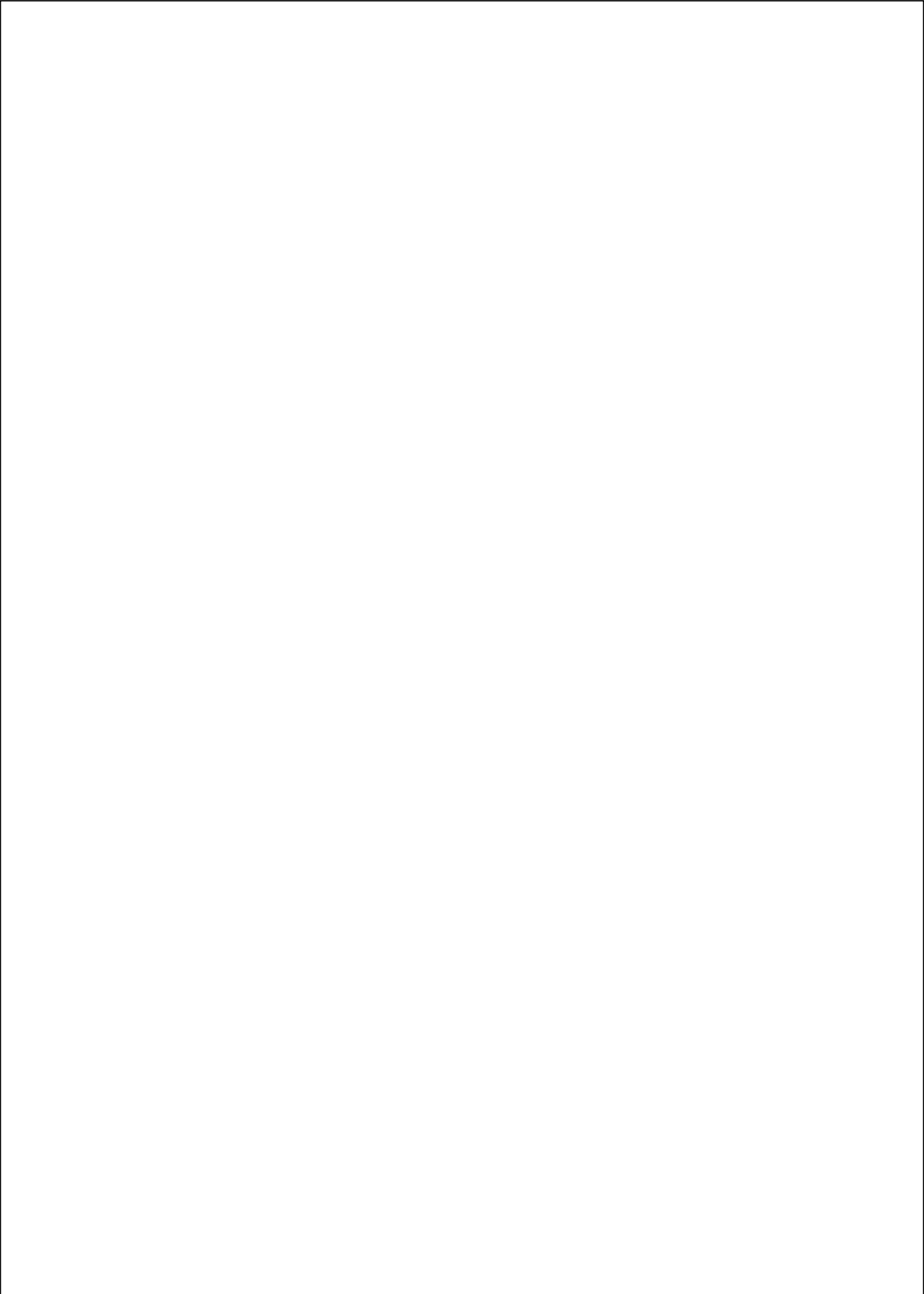
5. En déduire l'expression de la distance d :

$$d = \frac{v_S \times v_P}{v_P - v_S} \times (t_S - t_P).$$

6. Calculer la valeur numérique de cette distance d pour chacune des stations.

7. Comment déterminer la position du foyer du séisme ?

8. Citer deux sources d'erreurs possibles lors de ces déterminations.



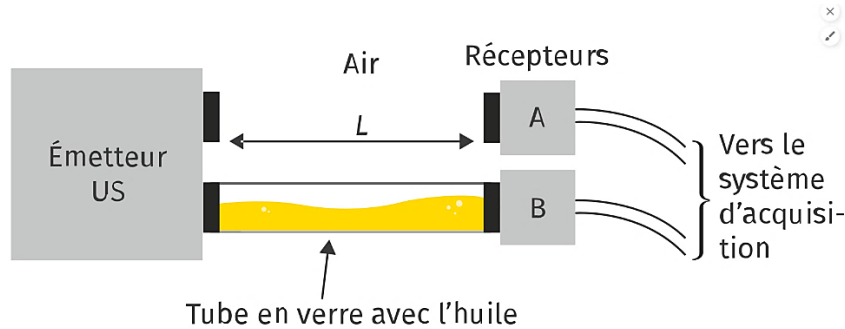
Ex 20 – Mesure de la célérité d'une onde sonore

La célérité du son dans une huile végétale dépend de sa pureté.

Pour l'huile d'olive, la valeur notée v_{huile} se situe entre $1\,595$ et $1\,600\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ quelle que soit sa provenance.

Une valeur plus faible signifie que l'huile a été diluée, lui faisant perdre de ses qualités.

Pour tester une huile d'olive au lycée, on utilise le montage suivant qui permet de comparer les durées de parcours d'une onde ultrasonore.



L'émetteur d'ultrasons génère simultanément deux salves, les récepteurs A et B sont reliés à une interface d'acquisition qui déclenche l'enregistrement des signaux dès que le récepteur B détecte des ultrasons.

L'huile testée est disposée dans un tube en verre entre l'émetteur et le récepteur B, tandis que l'air sépare l'émetteur du récepteur A.

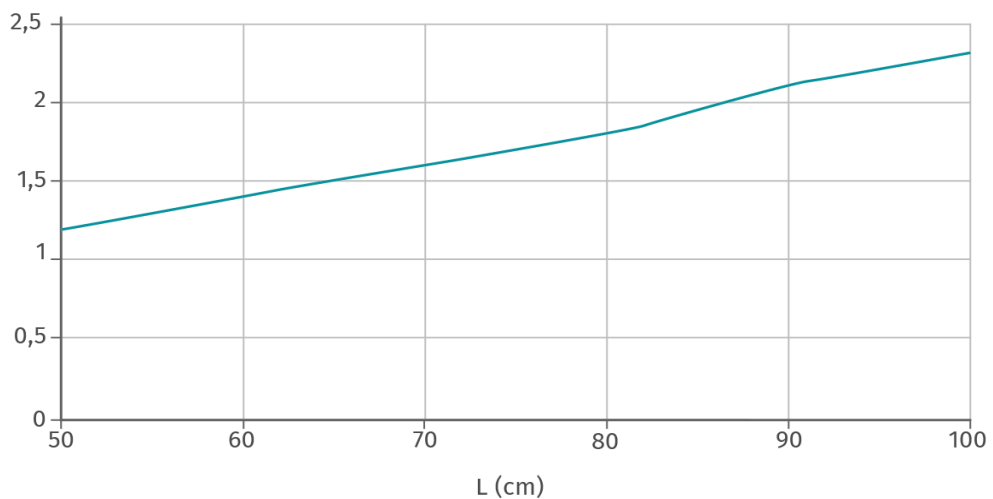
1. Pourquoi déclenche-t-on l'acquisition sur le récepteur B plutôt que sur le A ?

La durée écoulée entre les deux signaux reçus en A et B, notée Δt_{AB} , est mesurée en fonction de plusieurs valeurs de longueur du tube (notée L). Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

L (cm)	50	60	70	80	90	100
Δt_{AB} (ms)	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3

2. On donne la courbe $\Delta t_{AB}=f(L)$.

Delta tAB (ms) par rapport à L (cm)



Exprimer Δt_{AB} en fonction de L , v_{air} et v_{huile} en exploitant les définitions de ces célérités

3. L'huile semble-t-elle être pure ? **Justifier.**

