

**I. Séisme (9 points)**

« Les ondes sismiques naturelles produites par les tremblements de Terre sont des ondes élastiques se propageant dans la croûte terrestre. [...] On distingue deux types d'ondes : les ondes de volume qui traversent la Terre et les ondes de surface qui se propagent parallèlement à sa surface. Leur vitesse de propagation

et leur amplitude sont différentes du fait des diverses structures géologiques traversées. C'est pourquoi les signaux enregistrés par les capteurs appelés sismographes sont la combinaison d'effets liés à la source, aux milieux traversés et aux instruments de mesure. »

**L'onde P (onde de volume)** comprime et dilate alternativement les roches parallèlement à sa direction de propagation.

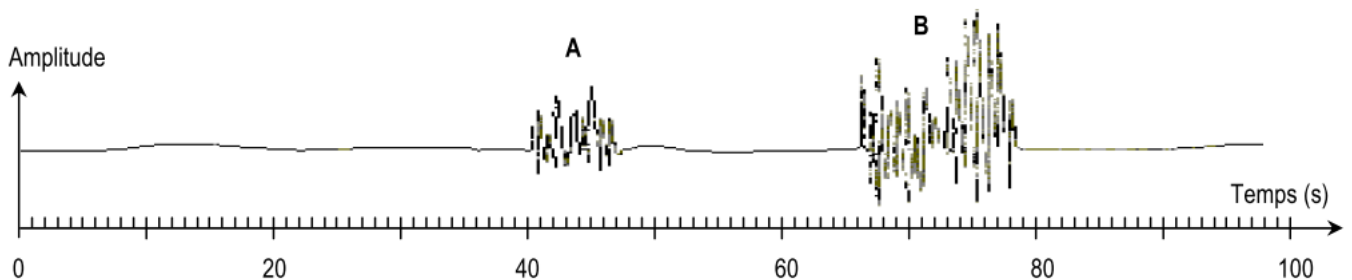
**L'onde S (onde de volume)** cisaille les roches en les faisant vibrer perpendiculairement à sa direction de propagation.

**L'onde de Love L (onde de surface)** déplace le sol d'un côté à l'autre dans un plan horizontal perpendiculairement à sa direction de propagation.

**Ondes P** : les plus rapides, se propagent dans les solides et les liquides.  
**Ondes S** : moins rapides, ne se propagent que dans les solides.

- 1) Définir une onde mécanique progressive.
- 2) Pour chacune des trois ondes citées dans le texte, préciser s'il s'agit d'une onde transversale ou longitudinale. Justifier votre réponse.

- Un séisme s'est produit à San Francisco (Californie) en 1989. Le document ci-dessous présente le sismogramme obtenu à la station EUREKA, station sismique située au nord de la Californie.



- Sur ce sismogramme, l'origine du temps ( $t = 0$  s) a été choisie à la date du début du séisme à l'épicentre.
- Le sismogramme présente deux trains d'ondes repérés par A et B.

- 3) A quel type d'onde (S ou P) correspond chaque train ? Justifier votre réponse.
- 4) Sachant que le début du séisme a été détecté à Eureka à 8 h 15 min 20 s TU (Temps Universel), déterminer l'heure TU ( $h ; min ; s$ ) à laquelle le séisme s'est déclenché à l'épicentre.
- 5) Sachant que les ondes détectées par le train d'onde A se propagent à une célérité moyenne  $v_A = 10 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ , calculer la distance  $d$  séparant l'épicentre du séisme de la station Eureka.
- 6) Quel est le retard  $\tau$  du train d'ondes B sur le train d'ondes A ?
- 7) En déduire la célérité moyenne de propagation  $v_B$  du train d'ondes B.

## II. Onde sonore (11 points)

- *Remarque* : aucune notion sur l'analyse spectrale d'un son n'est nécessaire à la résolution de l'exercice.
- Julien dispose de deux microphones  $M_1$  et  $M_2$  situés à la même distance  $d$  d'un haut-parleur qui émet un son pur. Il obtient **les courbes représentées page suivante**. On remarque que les signaux sont en phase.

### 1. Quelle est la note jouée par le haut-parleur ?

- 1.1. Déterminer avec précision la période  $T$ , en ms, du son émis par le haut-parleur.  
Le résultat sera accepté avec 3 chiffres significatifs
- 1.2. En déduire la fréquence  $f$ , en Hz, de ce son.
- 1.3. D'après le **tableau joint page suivante**, quelle est la note jouée par le haut-parleur en précisant l'octave ?

### 2. Problème : Quelle est la célérité de l'onde sonore ?

- Julien éloigne le microphone  $M_2$  peu à peu jusqu'à ce que les courbes soient de nouveau en phase. Il réitère l'opération jusqu'à compter trois positions pour lesquelles les courbes sont à nouveau en phase. La distance entre les deux microphones est alors égale à  $D = 3,54 \text{ m}$ . La température de la pièce est  $\theta = 25^\circ\text{C}$
- **En justifiant le mode opératoire de Julien, déterminer la célérité  $v$  de l'onde et donner un encadrement de la célérité  $v$  de l'onde. La valeur de  $v$  est-elle cohérente ?**

- **Données** :

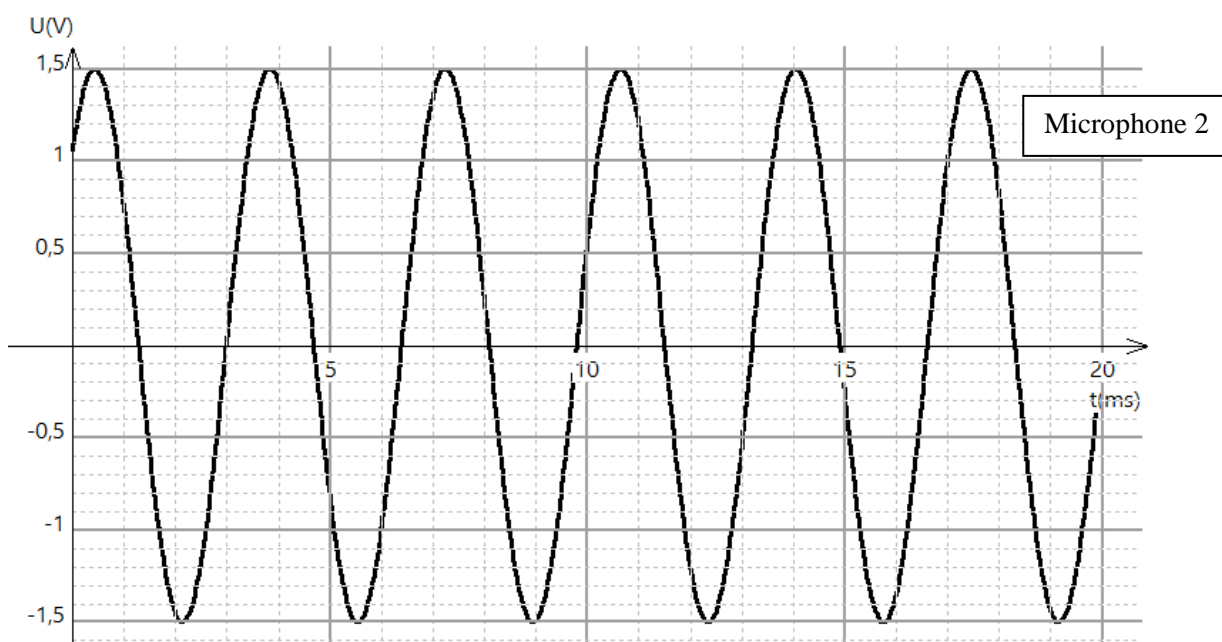
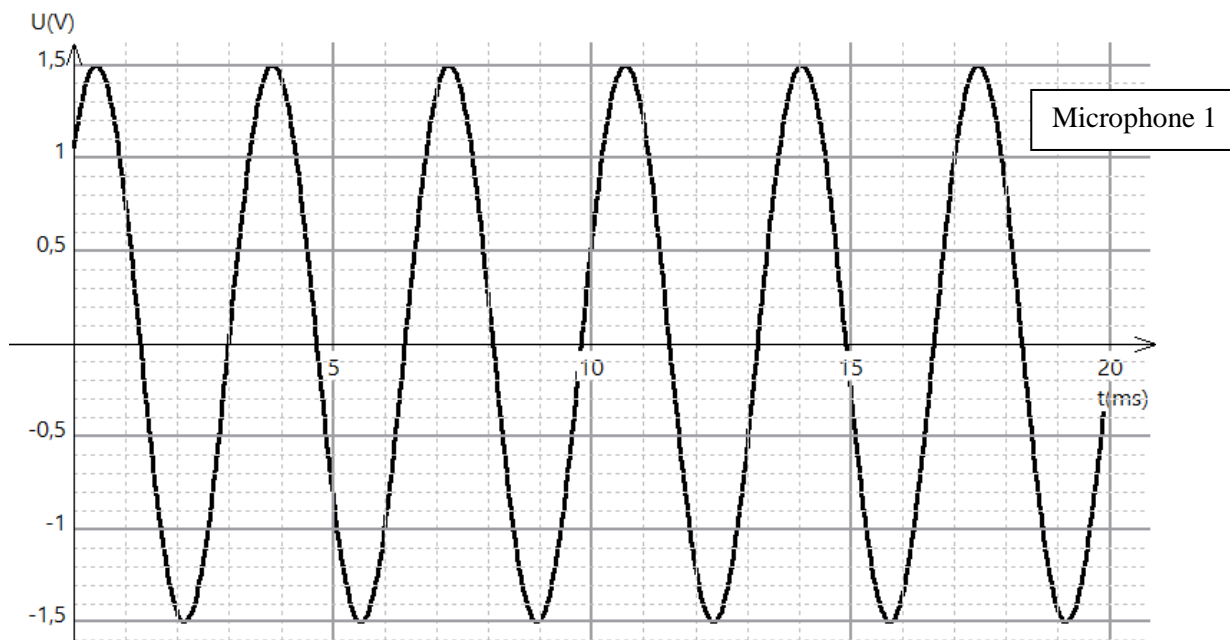
$$\text{incertitude relative} : \frac{U(v)}{v} = \sqrt{\left(\frac{U(D)}{D}\right)^2 + \left(\frac{U(T)}{T}\right)^2} \text{ avec } U(D) = 0,01 \text{ m et } U(T) = 0,10 \text{ ms.}$$

L'incertitude absolue  $U(v)$  sera calculée avec 1 seul chiffre significatif.

La valeur théorique de la célérité du son dans l'air peut se calculer par la formule suivante :

$$v_{\text{théo}} = \sqrt{\frac{\gamma R(\theta + 273)}{M}} \text{ avec } \gamma = 1,4 ; R = 8,314 \text{ S.I. ; } M = 29 \times 10^{-3} \text{ kg/mol ; } \theta : \text{ la température (en } ^\circ\text{C)}$$

*L'élève est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie, même si elle n'a pas abouti. La démarche est évaluée et nécessite d'être correctement présentée.*



Note	Octave 2	Octave 3	Octave 4	Octave 5
do	130,8	261,6	523,3	1046,5
do# ré <sub>b</sub>	138,6	277,2	554,4	1108,7
ré	146,8	293,7	587,3	1174,7
ré# mi <sub>b</sub>	155,6	311,1	622,3	1244,5
mi	164,8	329,6	659,3	1318,5
fa	174,6	349,2	698,5	1396,9
fa# sol <sub>b</sub>	185,0	370,0	740,0	1480,0
sol	196,0	392,0	784,0	1568,0
sol# la <sub>b</sub>	207,7	415,3	830,6	1661,2
la	220,0	440,0	880,0	1760,0
la# sib	233,1	466,2	932,3	1864,7
si	246,9	493,9	987,8	1975,5

Source : <http://www.deleze.name/~marcel//physique/musique/GammeTemperee.html>