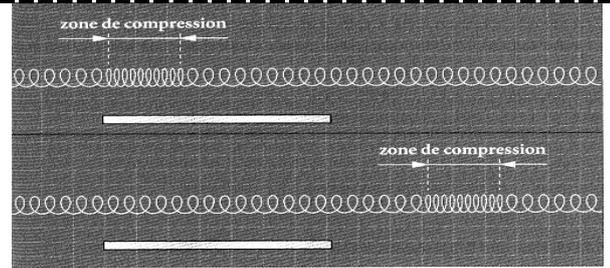




### EXERCICE 1

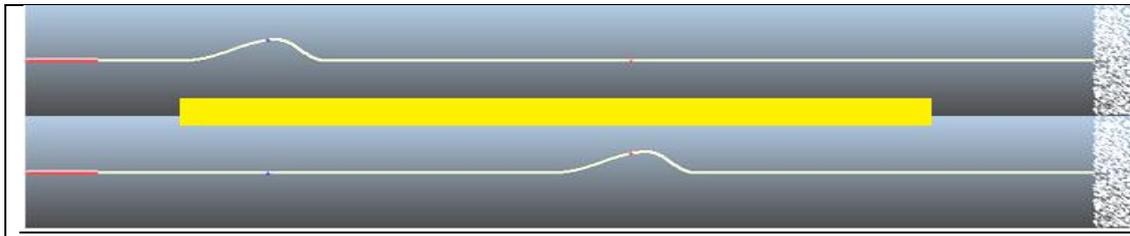
On a réalisé deux prises de vue séparées par une durée  $\Delta t$  de 100ms. Une règle blanche de 100cm de longueur est disposée près du ressort pour donner une échelle des distances.

- 1) Le phénomène présenté constitue une onde. Est-elle transversale ou longitudinale ? Expliquer.
- 2) Quelle est la célérité de l'onde le long du ressort ?



### EXERCICE 2

La règle mesure 1 mètre de long. La corde est posée sur un sol lisse. On imprime une secousse brève à l'un de ses extrémités. A l'aide d'un caméscope, on filme la propagation de la perturbation le long de la corde. On obtient à différents instants, l'aspect de la corde (voir ci-dessous).



$t_1=0,24s$

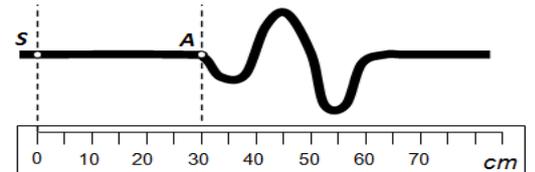
$t_2=0,48s$

- 1) Qu'est ce qu'une onde mécanique progressive ?
- 2) S'agit-il d'une onde transversale ou longitudinale ?
- 3) Sur quelle distance l'onde s'est-elle propagée entre les instants  $t_1$  et  $t_2$  ? En déduire la célérité de l'onde. Expliquer.

### EXERCICE 3

Une perturbation se propage de gauche à droite le long d'une corde avec une célérité  $v = 5,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

- 1) Cette onde est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier.
- 2) Déterminer la valeur du retard  $\tau$  du point A par rapport à la source de l'onde S ?
- 3) La photo de la corde ci-contre a été prise à une date choisie comme origine du temps ( $t_0 = 0$ ). A quelle distance de la source S se trouvera le maximum d'amplitude de l'onde à la date  $t_1 = 0,20 \text{ s}$  ?
- 4) Quelle est la longueur de la perturbation ? Quelle est sa durée ?



### EXERCICE 3

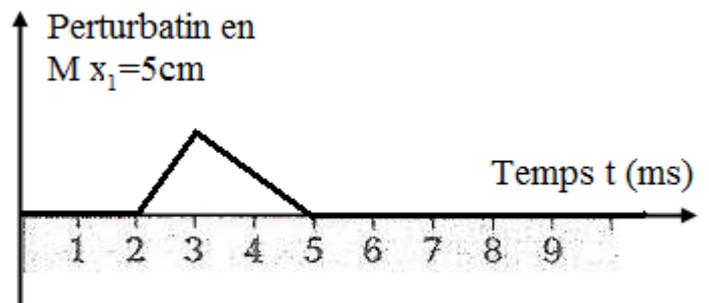
On souhaite représenter le déplacement transversal  $u$  au point M et au point M' en fonction du temps  $t$ .

Une onde, de courte durée, se propage selon la direction  $x'x$  avec une célérité  $v=2.10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Elle provoque une perturbation.

Le graphique ci-contre représente la perturbation  $u$  provoquée en un point M d'abscisse  $x_1 = 5 \text{ m}$  en fonction du temps.

- 1 - Quel est l'instant  $t_1$  qui correspond au début de la perturbation au point M ? Quel est l'instant  $t_2$  qui correspond à la fin de la perturbation ?
- 2 - Déterminer à quel instant  $t_3$  le début de la perturbation se trouvera au point M' d'abscisse  $x'=9\text{m}$ .
- 3- En déduire l'instant  $t_4$  qui correspondra à la fin de la perturbation en M'.



- 4- En déduire la représentation graphique, en fonction du temps  $t$ , la perturbation  $u$  au point M' d'abscisse  $x'=9\text{m}$ .
- 5- Qualifier les états du point M et du point M' à l'instant  $t_5=5\text{ms}$ .
- 6- Déterminer la longueur de la perturbation.
- 7- En déduire la représentation graphique de la perturbation  $u$ , en fonction de  $x$ , à l'instant  $t_5=5\text{ms}$



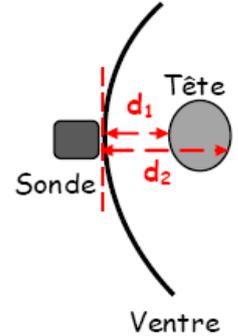
### EXERCICE 1

Lors d'une échographie d'un fœtus, la sonde posée sur le ventre de la mère (voir schéma ci-dessous) émet et reçoit des signaux ultrasonores.  
L'ordinateur calcule la durée  $\Delta t$  mis par le signal émis pour faire un aller jusqu'au fœtus et un retour jusqu'au récepteur.

La vitesse  $v$  de propagation des ondes ultrasonores dans le corps humain est de  $1500 \text{ m.s}^{-1}$ .

La sonde orientée vers la tête du fœtus reçoit un premier signal avec un décalage  $\Delta t = 3,0 \cdot 10^{-5} \text{ s}$  après l'émission, et un deuxième signal avec  $\Delta t = 7,0 \cdot 10^{-5} \text{ s}$ .

- 1- Calculer la distance  $d_1$  entre la sonde et la paroi la plus proche de la tête du fœtus.
- 2- Calculer la distance  $d_2$  entre la sonde et la paroi la plus éloigné de la tête du fœtus.
- 3- Déduire le diamètre  $d$  de la tête du fœtus en cm.



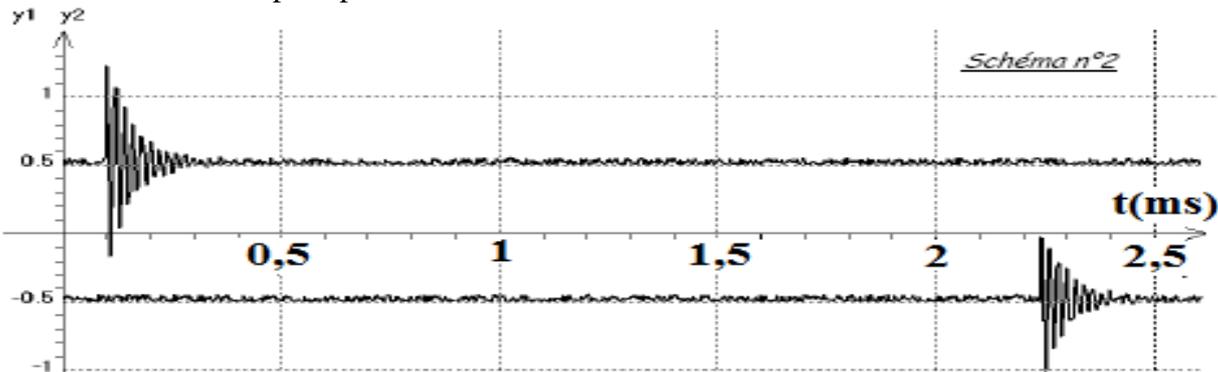
### EXERCICE 2

Karim, se propose de déterminer la célérité  $v_m$  des ondes ultrasonores dans une barre, métallique de longueur  $L = 80 \text{ cm}$ , et de la comparer à  $v_{\text{air}}$ .

Pour cela, il dispose un émetteur de salves ultrasonores permettant d'émettre à la fois dans l'air et dans la barre. Les salves émises dans l'air et dans le métal sont émises simultanément et sont d'égale amplitude. À l'autre extrémité de la barre, il place deux récepteurs : un dans l'air, et l'autre en contact avec le métal. Les signaux aux bornes des deux récepteurs sont enregistrés à l'aide d'un système d'acquisition relié à un ordinateur (schéma n°1 ci-dessous).



Il réalise l'expérience et obtient l'enregistrement donné ci-dessous (schéma n°2). Les deux signaux ont été décalés verticalement pour plus de lisibilité.



On donne  $v_{\text{air}} = 340 \text{ m/s}$

1-Exploitation de l'enregistrement

1-1- Sur le schéma n°2, identifier la trace n°1 et la trace n°2.

1-2- Le déclenchement du système d'acquisition ( $t = 0 \text{ ms}$  en abscisse) s'est-il produit à la date d'émission de la salve ?

1-3- Mesurer la durée  $\Delta t$  qui sépare la détection d'une même salve dans l'air et dans le métal.

1-4- Proposer une explication à la différence d'amplitude des deux signaux.

2- Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans le métal

On appelle respectivement  $t_{\text{air}}$  et  $t_m$ , les durées de propagation des salves ultrasonores dans l'air et dans le métal.

2-1- Exprimer  $\Delta t$  en fonction de  $t_{\text{air}}$  et de  $t_m$ . En déduire l'expression suivante :  $\Delta t = L \cdot \left( \frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_m} \right)$

2-2- Donner l'expression littérale de  $v_m$ .

2-3- Calculer la valeur de  $v_m$ .

2-4- Proposer une explication à la nette différence des deux célérités.

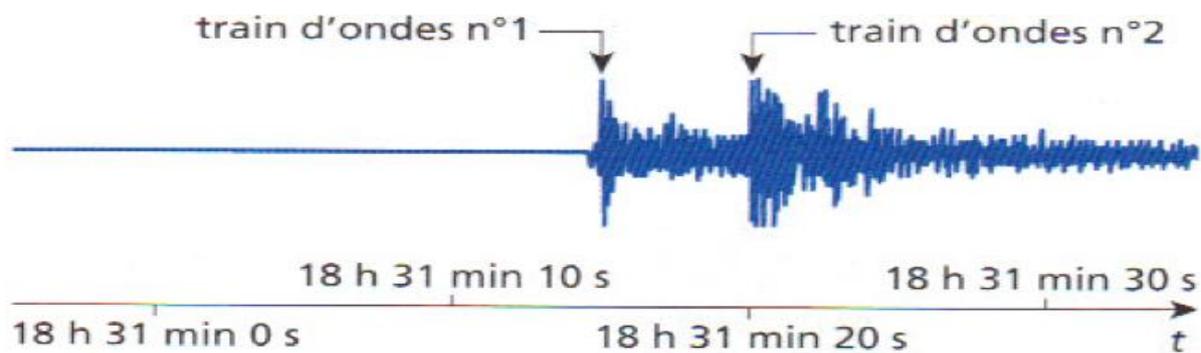


### EXERCICE

Les données utilisées dans cet exercice sont issues des sites Internet du Réseau national de surveillance sismique et de l'Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre.

L'enregistrement obtenu sur un patient permet de tracer l'échogramme de la figure 5. La durée d'émission de l'impulsion ainsi que celle des échos étant très brèves, on observe sur l'écran des pics verticaux :  $P_0, P_1, P_2, P_3$ . Le 23 février 2004, un séisme de magnitude 5,1 selon le Réseau national de surveillance sismique s'est produit à Roulans (dans le département du Doubs), à 20km au nord-est de Besançon. Ce séisme a été ressenti dans tout l'est de la France, en Suisse et dans le nord-ouest de l'Allemagne, sans faire de victimes ni de dégâts significatifs. Lors d'un séisme, des ondes traversent la Terre. Elles se succèdent et se superposent sur les enregistrements des sismographes. Leur vitesse de propagation et leur amplitude sont modifiées par les structures géologiques traversées. 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 ou ondes primaires, qui sont des ondes de compression ou ondes longitudinales ; leur célérité  $v_p$  vaut en moyenne  $v_p = 6,0 \text{ km.s}^{-1}$ .
- les ondes S ou ondes secondaires, appelées également ondes de cisaillement ou ondes transversales ; leur célérité  $v_s$  vaut en moyenne  $v_s = 3,5 \text{ km.s}^{-1}$ .



**Fig. 1** Sismogramme relevé après le séisme de Roulans.

#### 1°) Etude d'un sismogramme

L'écart entre les dates d'arrivée des ondes P et S renseigne sur l'éloignement du lieu où le séisme s'est produit, la Figure 1 présente un extrait de sismogramme relevé dans une station d'enregistrement après le séisme de Roulans.

On notera  $t_0$  la date correspondant au début du séisme, date à laquelle les ondes P et S sont générées simultanément.

- En utilisant des informations du texte introductif, associer, à chaque train d'ondes observé sur le Sismographe, le type d'ondes détectées (ondes S ou ondes P). Justifier.
- Relever sur ce document les dates d'arrivée des ondes S et P à la station d'enregistrement, notées  $t_s$  et  $t_p$ .
- Soit  $d$  la distance qui sépare la station d'enregistrement du lieu où le séisme s'est produit.

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 les dates  $t_p$  et  $t_0$ .

- Retrouver l'expression de la distance  $d$  : 
$$d = \frac{v_s \cdot v_p}{v_s - v_p} \cdot (t_s - t_p)$$

e) En déduire la valeur numérique de cette distance  $d$ .

#### 2°) A propose des séismes

- A partir de l'épicentre, les ondes sismiques se propagent-elles dans une direction privilégiée ?
- Se propagent-elles avec transport de matière ?
- A propos des ondes P, le texte évoque des ondes longitudinales. Définir une onde longitudinale.
- Pourquoi le texte donne-t-il les valeurs moyennes pour les célérités des ondes sismiques ?



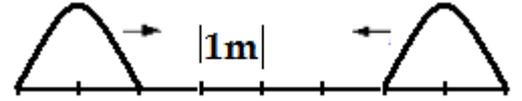
### EXERCICE 1

Répondre vrai ou faux aux questions suivantes

1- Propagation d'une onde mécanique progressive :

la propagation s'accompagne d'un transfert de matière	la propagation s'accompagne d'un transfert d'énergie
la vitesse de propagation dépend de la rigidité du milieu	on appelle retard la durée qui sépare l'émission de deux ondes successives.

2- On provoque simultanément à l'instant  $t = 0$  deux perturbations transversales de même forme et de même sens aux deux extrémités d'une corde tendue de longueur 10 m. La célérité des ondes le long de cette corde est de 20 m/s.



A l'instant  $t = 0$ , l'amplitude de la perturbation est nulle aux extrémités de la corde.

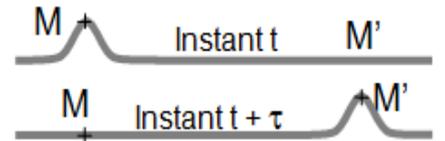
la corde est représentée à la date $t = 0,10$ s	la durée de chaque perturbation est de 0,1 s.
les fronts des deux ondes se rencontrent à l'instant $t = 0,2$ s.	à l'instant $t = 0,3$ s on observe une perturbation transversale unique.

### EXERCICE 2

la figure représente la propagation d'une perturbation le long d'une corde.

1- Que représente la durée  $\tau$  ?

2- On note  $d$  la distance séparant les points M et M'. Quel paramètre faut-il connaître (en plus de  $\tau$ ) pour pouvoir calculer  $d$  ? Quelle relation faut-il alors appliquer ?



### EXERCICE 3

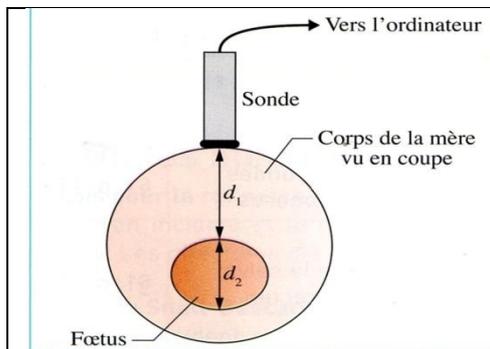
La foudre éclate à quelques kilomètres de l'endroit où se trouve une personne.

L'éclair lui parvient quasi instantanément alors que le tonnerre arrive avec un décalage  $\Delta t = 4,5$ s plus tard.

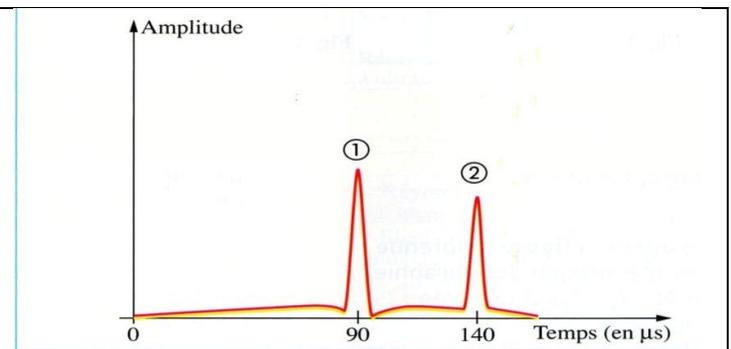
- 1- Connaissant la valeur approximative  $v$  de propagation des ondes sonores dans l'air, à quelle distance  $d$  se trouve l'impact de la foudre ?
- 2- Comment expliquer le fait que l'éclair arrive quasi instantanément alors que le tonnerre est décalé de 4,5s ?
- 3- Si cette personne avait écouté le tonnerre sur le sol solide, quel serait le décalage  $\Delta t$  des ondes sonores, sachant que le son se propage dans le sol à une vitesse  $v = 3000$ m.s<sup>-1</sup> ?

### EXERCICE 4

L'échographie d'un fœtus (doc.1) et le signal issu du capteur (doc.2) sont schématisés ci-dessous. Lors de cette échographie, une salve ultrasonore est émise par l'émetteur de la sonde à la date 0µs.



doc. 1 Schématisation de l'échographie.



doc. 2 Signal issu du capteur de la sonde.

- 1- Lorsqu'une onde rencontre un obstacle, que peut-il lui arriver ? (3 possibilités)
- 2- Seuls les ultrasons réfléchis par une surface séparant deux milieux différents sont reçus par le récepteur. Pourquoi observe-t-on deux pics sur le graphique (doc.2) ?
- 3- À quoi correspondent ces pics, enregistrés aux dates 90 µs et 140µs ?
- 4-On admet que la vitesse des ondes ultrasonores est égale à 1540m.s<sup>-1</sup> dans le corps humain.
  - 4-1- Calculer la distance  $d_1$  entre la sonde et le fœtus.
  - 4-2- Calculer l'épaisseur  $d_2$  du fœtus.