
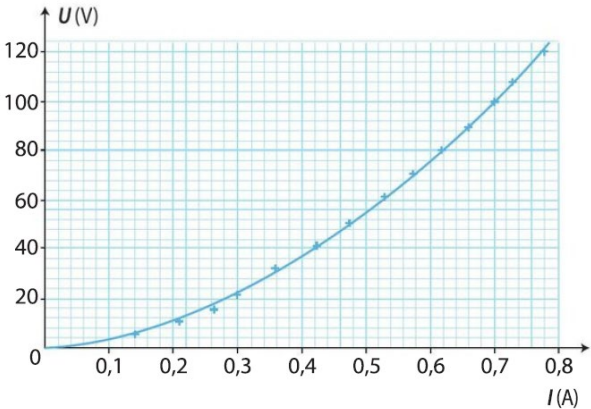
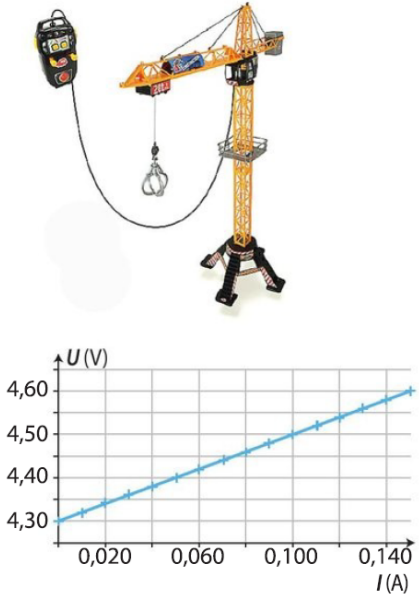
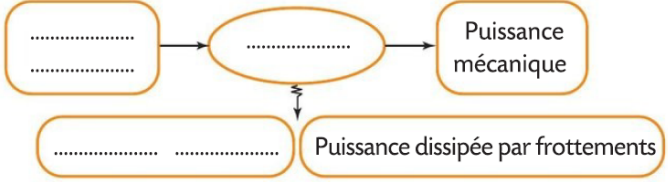


**Exercice 1 : Lampe à incandescence**

<p><b>A Interdiction des lampes à incandescence</b></p> <p>Les lampes à incandescence produisent de la lumière grâce à l'incandescence d'un filament de tungstène, parcouru par un courant électrique. L'ampoule s'échauffe fortement lors de son fonctionnement. Depuis 2009, les lampes à incandescence les plus puissantes ont été retirées du marché dans l'Union européenne. Elles sont remplacées par des lampes dites à économie d'énergie qui ont un rendement supérieur à 20%.</p> 	<p><b>B Caractéristique d'une lampe</b></p>  <p>&gt; Alimentée sous une tension électrique de 110 V, la puissance lumineuse visible restituée par la lampe à incandescence est estimée à 2,9 W.</p>
--	---

1. Réaliser la chaîne de puissance de la lampe.
2. En déduire une expression du rendement de la lampe en fonction de la puissance en entrée et de la puissance exploitable.
3. Calculer la puissance électrique reçue par la lampe lors de son fonctionnement.
4. En déduire le rendement de conversion  $\eta_{\text{lampe}}$  de la lampe.
5. Justifier l'interdiction à la vente des lampes à incandescence dans l'Union européenne.

**Exercice 2 : Une grue en jouet**

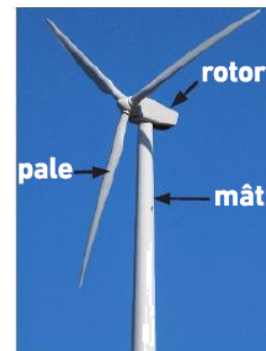
<p>On a tracé la caractéristique <math>U = f(I)</math> du moteur électrique à courant continu du treuil d'un jouet.</p> 	<p>3. La grue soulève une charge de masse <math>m = 50,0</math> g d'une hauteur <math>h = 50,0</math> cm en une durée <math>\Delta t = 3,00</math> s. L'intensité du courant qui traverse le moteur du treuil est alors <math>I = 0,100</math> A.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Déterminer la tension <math>U</math> aux bornes du moteur.</li> <li>b. Calculer l'énergie électrique <math>\mathcal{E}_{\text{elec}}</math> reçue par le moteur.</li> <li>c. Calculer l'énergie <math>\mathcal{E}_J</math> dégradée par effet Joule.</li> <li>d. Calculer l'énergie mécanique minimale <math>\mathcal{E}_{\text{méca}}</math> nécessaire pour soulever la charge de masse <math>m</math> de la hauteur <math>h</math>.</li> </ol> <p>4. Compléter le schéma de la chaîne de puissance de ce moteur.</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;">  </div> <p>5. Déterminer le rendement minimal du moteur du treuil du jouet.</p> <p><b>Données</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensité de pesanteur <math>g = 9,81</math> N · kg<sup>-1</sup></li> <li>• Énergie mécanique reçue par un objet, de masse <math>m</math> dont l'altitude varie de la hauteur <math>h</math> : <math>\mathcal{E}_{\text{méca}} = m \times g \times h</math></li> </ul>
---	---

### Exercice 3 : Rendement d'une éolienne

Une éolienne est constituée d'un mât et de trois pales solidaires d'un rotor, qui convertit le mouvement des pales en énergie électrique.

La puissance mécanique  $P_m$  reçue par l'éolienne est liée à la vitesse  $v$  du vent qui met les pales en mouvement, par la relation  $P_m = Kv^3$ , où  $P_m$  s'exprime en watts,  $v$  en  $m \cdot s^{-1}$  et  $K = 350 \text{ kg} \cdot m^{-1}$  est une constante liée notamment au rayon de l'éolienne.

- Déterminer la valeur de  $P_m$  pour un vent soufflant à  $15,0 \text{ m} \cdot s^{-1}$ .
- Le rendement de conversion de l'éolienne est  $\eta = 81,0 \%$ .  
Calculer la puissance électrique  $P_e$  qu'elle délivre au réseau électrique.
- Sous quelle(s) forme(s) le reste de l'énergie mécanique a-t-il été converti ?



Une éolienne et ses principaux constituants.

### Exercice 4 : Production industrielle de l'aluminium

L'aluminium est un métal très apprécié dans de nombreux secteurs, comme l'aéronautique et le transport, pour sa faible densité et son inaltérabilité. Sa production industrielle est réalisée par électrolyse de l'alumine ( $Al_2O_3$ ), composant principal du minerai de bauxite (doc. 1). L'électrolyse consiste à provoquer une réaction chimique en imposant le passage d'un courant électrique dans une solution (doc. 2).

#### Doc. 1 Minerai de bauxite

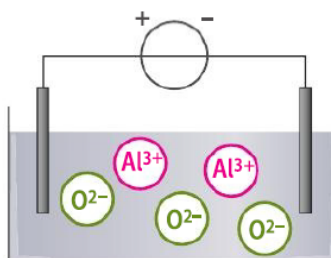
Ce type de minerai contient, en plus de l'alumine, d'autres dérivés de l'aluminium, ainsi que de la silice et des oxydes de fer.



#### Doc. 2 L'électrolyseur

On supposera que l'alumine ( $Al_2O_3$ ) se trouve sous forme d'ions  $Al^{3+}$  et  $O^{2-}$  dans la cuve d'électrolyse. De l'aluminium se forme à une électrode, tandis que du dioxygène se forme à l'autre.

La puissance électrique consommée par cet électrolyseur est  $1,5 \text{ MW}$ . La tension entre les électrodes est  $5,0 \text{ V}$ .



#### Données

- Charge élémentaire :  
 $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
- Constante d'Avogadro :  
 $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Couples d'oxydoréduction mis en jeu :  $Al^{3+}/Al$  et  $O_2/O^{2-}$
- Les masses molaires atomiques sont données dans le tableau périodique. [▶ Rabat VI](#)

#### Questions préliminaires

- Recopier le schéma du doc. 2 en indiquant le sens du mouvement des ions dans la cuve et des électrons dans le circuit.
- Écrire l'équation de la réaction de formation de l'aluminium et indiquer l'électrode à laquelle il se forme.

#### Problème

Quelle est la durée nécessaire à la fabrication d'une tonne d'aluminium ?

## Exercice 5 : Le record de vitesse en ski



Le skieur italien Ivan ORIGONE a atteint un record de vitesse lors d'une épreuve de ski de kilomètre lancé en 2016 sur la piste de Chabrières à Vars dans les Hautes-Alpes. Parti sans vitesse initiale du haut de la piste à l'altitude 2 720 m, il a parcouru la distance  $AB = 1\,400$  m dont la dénivellation est 435 m.

1. En prenant le bas de la piste comme référence, calculer l'énergie potentielle de pesanteur du skieur en haut de la piste.
2. Dans le cas où l'action de l'air et les frottements sont négligeables, le skieur est soumis uniquement à son poids  $\vec{P}$  et à l'action  $\vec{R}$  de la piste, perpendiculaire à la piste et supposée constante lors du déplacement.
  - a. Exprimer alors le travail des forces auxquelles est soumis le skieur lors du parcours entre les positions A et B.
  - b. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, calculer la valeur de la vitesse du skieur à la position B.
3. En réalité, la vitesse atteinte est  $70,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
  - a. Comment l'énergie mécanique du skieur a-t-elle évolué lors de la descente ?
  - b. Exploiter la variation de l'énergie mécanique pour déterminer la valeur, supposée constante, de l'ensemble  $\vec{f}$  des forces de frottements qui s'exercent sur le skieur.

### Données

- Intensité de pesanteur  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$
- masse du skieur  $m = 90 \text{ kg}$

## Exercice 6 : Quel saut !

En 2016, le cascadeur américain Luke AIKINS a sauté de 7 600 mètres de hauteur sans parachute. Un filet de sécurité l'attendait pour le réceptionner à l'issue de ce saut spectaculaire.



- 1.a. Établir l'expression de la variation d'énergie potentielle de pesanteur de Luke AIKINS lors de son saut.
- b. Calculer cette variation.

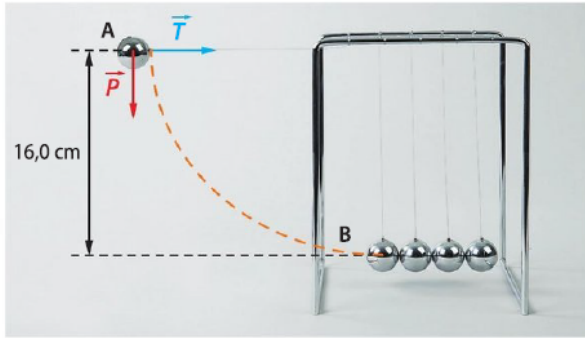
- 2.a. En déduire la variation de son énergie cinétique entre sa position de départ et celle d'arrivée dans l'hypothèse d'une chute libre.
  - b. Calculer alors la valeur finale de sa vitesse.
3. En réalité, la valeur de la vitesse atteinte par le cascadeur est égale à  $55,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Proposer une explication.

### Données

- masse du cascadeur :  $80,0 \text{ kg}$
- valeur de la vitesse initiale :  $0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

## Exercice 7 : Le pendule de Newton

La première boule d'un pendule de Newton est positionnée à l'horizontale (photographie) puis lâchée sans vitesse initiale. Les forces exercées sur la boule ont été représentées sur l'image pour mieux visualiser leurs caractéristiques.



On négligera les forces de frottements et l'action de l'air. Dans cette situation, la boule est soumise à son poids  $\vec{P}$  et à la tension  $\vec{T}$  du fil.

**1.a.** Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.

**b.** L'appliquer entre la position de départ et celle d'arrivée, pour exprimer la valeur finale de la vitesse de la première boule, en sachant que seul le poids travaille.

**c.** Calculer la valeur finale de la vitesse de la première boule.

**2.** On considère que toute l'énergie de la boule est transférée, sans perte, successivement aux autres boules du pendule.

Calculer l'énergie cinétique de la dernière boule lorsqu'elle se met en mouvement.

**3.** Dans cette hypothèse, jusqu'où la dernière boule monte-t-elle ?

**4.** En réalité, après quelques allers-retours, les boules s'immobilisent. Proposer une explication.

### Données

- masse de chaque boule : 0,100 kg
- valeur du champ de pesanteur  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

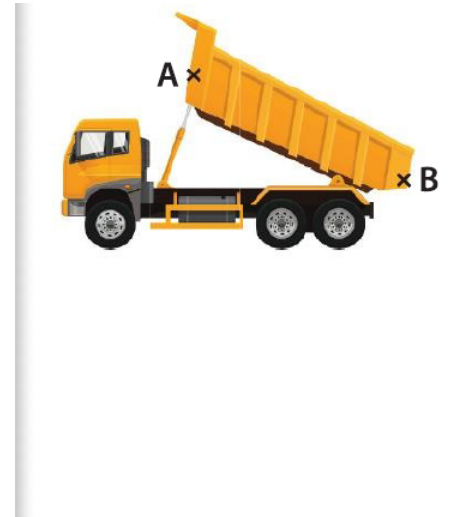
## Exercice 8 : Benne basculante

Un parpaing glisse sur une benne basculante, sans vitesse initiale.

On étudie le parpaing modélisé par son centre d'inertie dans le référentiel terrestre.

- Données**
- La norme du champ de pesanteur est  $g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ .
  - La masse du parpaing vaut  $m = 15 \text{ kg}$ .
  - Les frottements dus à la benne ont une norme constante  $f = 20 \text{ N}$ .
  - La benne a une longueur  $AB = 4,0 \text{ m}$  et est inclinée de  $\alpha = 45^\circ$  par rapport à l'horizontale.
  - On néglige les frottements de l'air.

- Dresser le bilan des forces qui s'exercent sur le parpaing et les représenter sur un schéma.
- Exprimer le travail de chaque force sur le trajet de A à B.
- En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer puis calculer la vitesse  $v_B$  du parpaing lorsqu'il arrive en B.

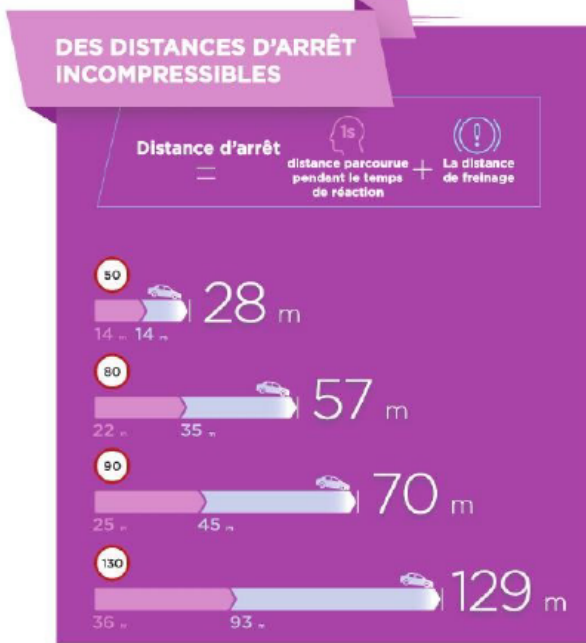


## Exercice 9 : Distances d'arrêt et limitations de vitesse

Le 1<sup>er</sup> juillet 2018, la limitation de vitesse sur les routes à voies non séparées est passée de 90 km·h<sup>-1</sup> à 80 km·h<sup>-1</sup>. Un des arguments en faveur de cette mesure est la réduction de la distance d'arrêt, et donc la diminution du risque d'accident.



### Doc. 1 Les distances d'arrêt



### Doc. 2 Freins d'une voiture

Le système de freinage d'une automobile consiste à lui imposer une force de frottement avec le sol la plus grande possible. On peut considérer que cette force a une norme constante au cours du freinage. La force de frottement due à l'air est alors négligeable devant celle due au sol.

### Doc. 3 Coefficient de frottement

La norme  $f$  de la force de frottement exercée sur un solide par son support peut être écrite comme le produit de la norme  $P$  du poids du solide par un coefficient de frottement  $\mu$  caractéristique du contact entre le solide et son support :  $f = \mu P$ .

Pour un pneu sur route sèche,  $\mu$  est compris entre 0,6 et 0,8.

Donnée • Norme du champ de pesanteur :  $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

### Questions préliminaires

- Vérifier les valeurs données pour les distances parcourues pendant le temps de réaction (doc. 1).
- Tracer sur un graphique la distance de freinage  $d_f$  en fonction du carré de la vitesse initiale  $v^2$  avec  $v$  en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### Problème

À partir du théorème de l'énergie cinétique et des données du doc. 1, calculer le coefficient de frottement évoqué au doc. 3. Les données du doc. 1 considèrent-elles une route sèche ? Commenter.

## Exercice 10 : Distances d'arrêt et limitations de vitesse

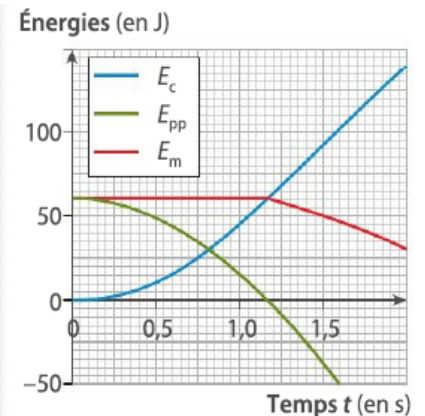
Une boule de pétanque de masse  $m = 700 \text{ g}$  est lâchée sans vitesse initiale d'une hauteur  $h$  au-dessus de la surface d'une piscine.

Le graphique ci-contre représente les tracés de ses énergies cinétique  $E_c$ , potentielle de pesanteur  $E_{pp}$  et mécanique  $E_m$ .

À la date  $t = 1,15 \text{ s}$ , la boule entre dans l'eau.

Le niveau de l'eau est choisi comme altitude de référence.

- Déterminer la hauteur  $h$  de chute dans l'air.
- Déterminer la vitesse  $v_{\text{eau}}$  de la boule à son arrivée dans l'eau.
- Montrer que l'action de l'air est imperceptible, mais pas celle de l'eau. En supposant que la seule force non conservative qui travaille est la force de frottement due à l'eau, calculer son travail entre  $t = 1,15 \text{ s}$  et  $t = 2,0 \text{ s}$ .



Donnée • La norme du champ de pesanteur est  $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ .

## Exercice 11 : Jet d'eau

Le jet d'eau de Genève a une hauteur moyenne de 140 m. Des pompes propulsent l'eau du lac Léman verticalement à une vitesse  $v_0 = 200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

- On considère une goutte d'eau, entre son éjection et le point le plus haut de sa trajectoire. On supposera qu'elle subit seulement son poids. Comment varie son énergie mécanique au cours du mouvement ?
- En déduire l'expression de  $v_0$  en fonction de la hauteur maximale atteinte  $h$  et de  $g$ .
- Calculer la valeur de  $v_0$  permettant d'atteindre  $h = 140 \text{ m}$ . Commenter l'écart avec la valeur de l'énoncé.

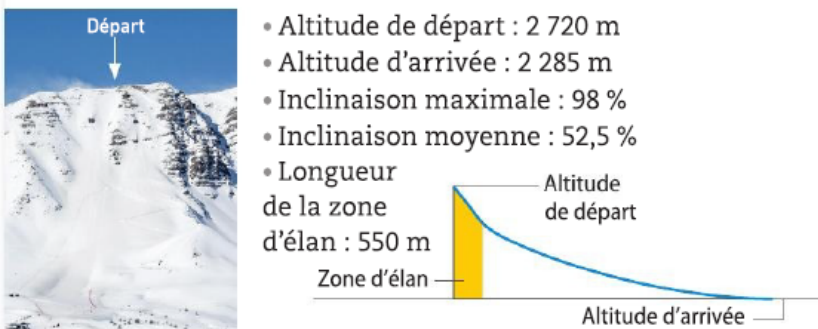


## Exercice 12 : Records en ski

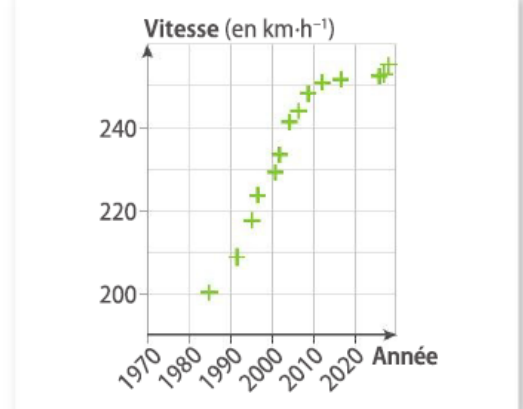
De nombreux records de vitesse en ski ou VTT ont été obtenus sur la piste de Chabrières (doc. 1), à Vars dans les Hautes-Alpes, dont le record du kilomètre lancé en ski (KL). Cette discipline consiste à mesurer une vitesse de pointe à partir d'une vitesse initiale non nulle. Ce record semble ne plus guère évoluer depuis les années 2000 (doc. 2).



Doc. 1 La piste de Chabrières



Doc. 2 Records du KL homme depuis 1978



### Question préliminaire

■ Parmi les hypothèses suivantes, lesquelles permettent d'obtenir la vitesse maximale à la fin de la zone d'élan ?

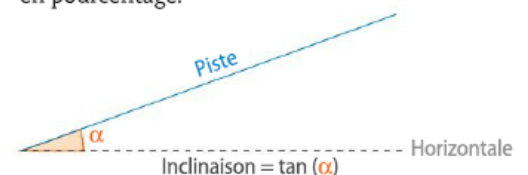
- L'inclinaison de la zone d'élan est égale à l'inclinaison moyenne.
- L'inclinaison de la zone d'élan est égale à l'inclinaison maximale.
- L'action de l'air sur le skieur est négligée.
- Les frottements que le sol exerce sur le skieur sont négligés.

### Problème

Montrer qu'en utilisant les hypothèses les plus favorables, il semble possible d'améliorer le record du KL sur la piste de Chabrières.

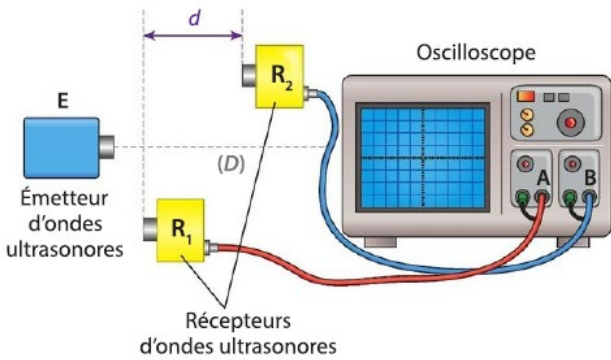
### Données

- Le champ de pesanteur a pour norme  $g = 9,81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$ .
- L'inclinaison (ou pente) d'une piste ou d'une route est la tangente de l'angle qu'elle forme avec l'horizontale. Elle est souvent exprimée en pourcentage.

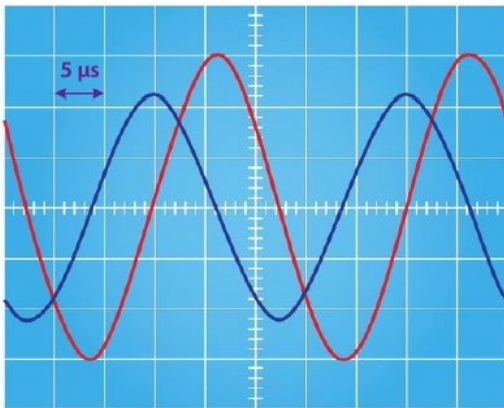


### Exercice 13 : Célérité d'une onde ultrasonore

On souhaite connaître la célérité d'une onde ultrasonore qui se propage dans l'air.  
On réalise le montage ci-dessous :



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

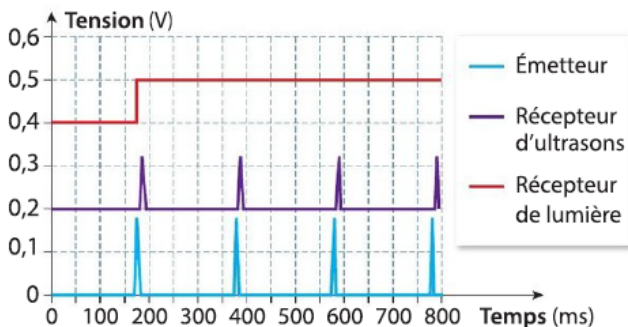


Les sensibilités verticales des deux voies de l'oscilloscope sont identiques. La courbe rouge correspond au signal du récepteur  $R_1$  et la courbe bleue à celui du récepteur  $R_2$ . Lorsque les récepteurs sont à égale distance de l'émetteur, les courbes sont confondues. Le récepteur  $R_1$  restant 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.

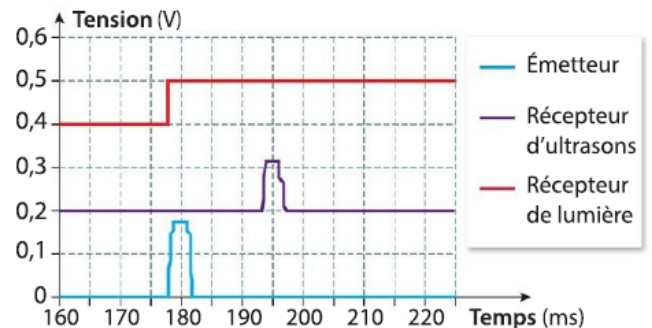
1. Calculer la période  $T$  des ondes ultrasonores à partir de l'oscillogramme.
2. Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde ultrasonore à partir de la distance  $d$ .
- 3.a. Rappeler la relation entre la longueur d'onde  $\lambda$  et la période  $T$  de l'onde.
- b. Calculer la célérité  $v$  de l'onde ultrasonore dans l'air.

### Exercice 14 : Le télémètre à pointeur laser

Une revue de bricolage annonce « Télémètre à ultrasons 40 kHz à faisceau lumineux ». Un acheteur se demande si la mesure se fait grâce à la réflexion des ultrasons ou bien grâce à la réflexion de la lumière. Pour le vérifier, il relie l'émetteur du télémètre à un système d'acquisition informatisé. Puis il place un récepteur ultrasonore et un récepteur de lumière à une distance  $d$  égale à 5,1 m de l'émetteur du télémètre. Les récepteurs sont également reliés au système d'acquisition. Les signaux obtenus ont été décalés verticalement pour une meilleure lisibilité.



1. À quoi correspondent les variations du signal :
  - associé à la courbe rouge ?
  - associé à la courbe violette ?
  - associé à la courbe bleue ?
2. On zoome sur une partie de l'acquisition afin de pouvoir effectuer des mesures précises.

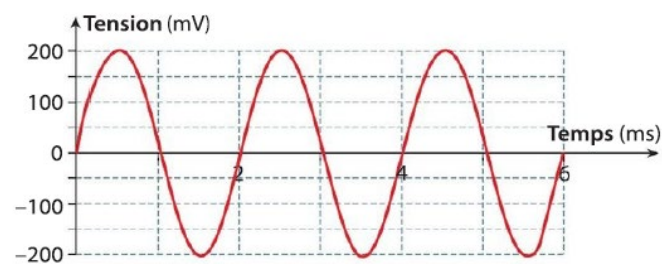


Calculer la célérité du signal de mesure. Confirmer que le télémètre utilise des ultrasons pour mesurer la distance.

3. Quel est le rôle du laser ?

## Exercice 15 : Microphone et signal

Un microphone a enregistré un son se propageant dans l'air. Le signal obtenu est représenté ci-dessous.



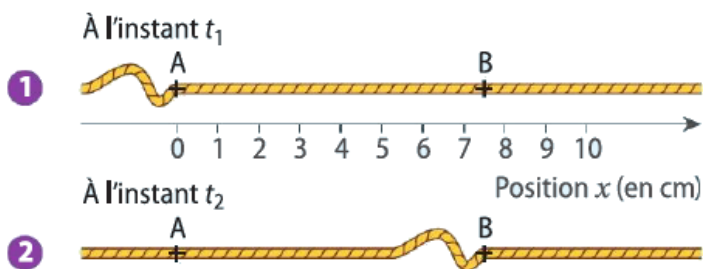
1. Déterminer les caractéristiques de ce signal à partir de l'enregistrement.
2. En déduire la longueur d'onde des ondes sonores captées par le microphone.
3. Un son de même fréquence est enregistré pour une célérité du son de  $350 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Quelles caractéristiques ont ou peuvent avoir changé ?

### Donnée

- Dans ces conditions,  $v_{\text{son}} = 330 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

## Exercice 16 : Onde progressive le long d'une corde

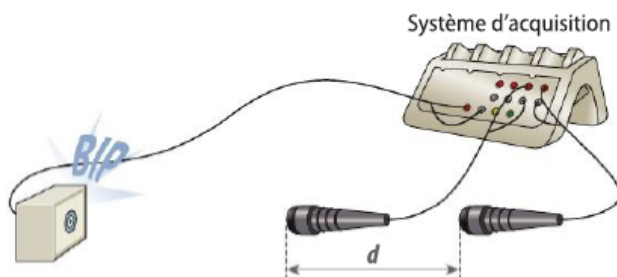
On étudie le mouvement d'une corde soumise au passage d'une perturbation. L'état de la corde est représenté à deux instants différents sur les schémas ci-contre. Le chronomètre est déclenché à l'instant où le manipulateur crée la perturbation. Le premier schéma correspond à  $t_1 = 0,14 \text{ s}$  et le second à  $t_2 = 0,41 \text{ s}$ . Deux points A et B ont été repérés sur la corde.



- a Déterminer la valeur du retard  $\tau_{AB}$  de passage de la perturbation en B par rapport au passage en A.
- b Déterminer la distance séparant A et B et en déduire la célérité  $v$  de l'onde sur la corde, en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- c Déterminer à quelle distance du point A se trouve la source de la perturbation.

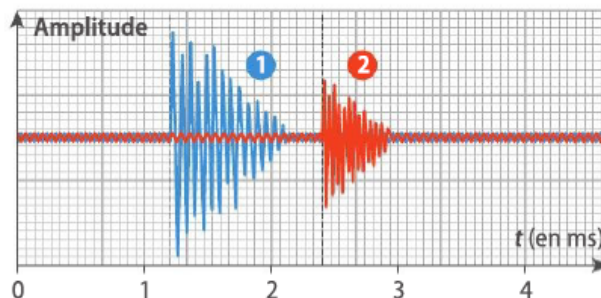
## Exercice 17 : Émission-Réception

On enregistre le son émis par bip électronique à l'aide de deux microphones séparés d'une distance  $d$ . L'enregistrement du signal est déclenché par l'émission du bip relié au système d'acquisition.



### Donnée

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



- a Déterminer le retard de l'onde sonore entre les deux micros.
- b En déduire la distance  $d$  séparant les deux micros.
- c Déduire du graphe la distance entre le bip et le premier micro.

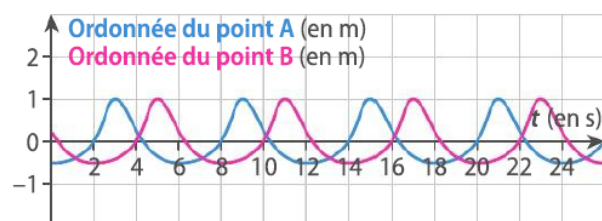


## Exercice 18 : Ondes périodiques

Des vagues se propagent à la surface de l'eau en direction d'un surfeur, qui observe deux points A et B de la surface, alignés avec la direction de propagation des vagues et distants de  $d = 20$  m l'un de l'autre (doc. 1). Le doc. 2 représente les enregistrements des mouvements verticaux de ces deux points en fonction du temps.



Doc. 1 Les vagues à la surface de l'eau.



Doc. 2 Mouvements verticaux de A et B.

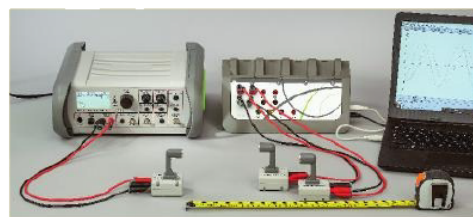
- Justifier à l'aide du doc. 2 que le phénomène observé est périodique et déterminer sa période  $T$ . En déduire sa fréquence  $f$ . Est-il sinusoïdal ?
- Déterminer sur le doc. 2 les différentes valeurs possibles du retard  $\tau$  entre le passage d'une vague en A et son passage en B. D'après le doc. 1, quelle valeur est la bonne ?
- Un observateur mesure le retard  $\tau = 8,0$  s. En déduire la célérité  $v$  des vagues, puis leur longueur d'onde  $\lambda$ .
- Le surfeur du doc. 1 est situé à 12 m du point B dans la direction de propagation de la houle. S'il reste immobile, se trouvera-t-il au sommet d'une vague 23 s après la prise de la photo ?

## Exercice 19 : Étude d'un signal ultrasonore sinusoïdal

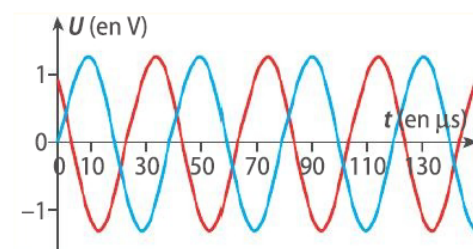
À l'aide d'un système ExAO, on étudie une onde ultrasonore produite par un émetteur relié à un générateur. Deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  alignés avec l'émetteur permettent l'enregistrement des signaux donnés sur le doc. 2.

Donnée • Célérité du son dans l'air :  $v = 340$  m·s<sup>-1</sup>

- À quel type d'onde périodique appartiennent ces ultrasons ? Déterminer graphiquement la période, puis la fréquence de cette onde.
- On positionne  $R_2$  pour obtenir deux signaux en phase. On repère la position de  $R_2$ , puis on l'éloigne alors de  $R_1$  de sorte que les signaux soient de nouveau en phase, dix fois de suite. La distance parcourue par  $R_2$  est alors  $d = 14$  cm. En déduire la longueur d'onde  $\lambda$  du signal.
- Les valeurs trouvées pour la fréquence et la longueur d'onde sont-elles cohérentes ?



Doc. 1 Montage ExAO.



Doc. 2 Signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$ .

## Exercice 20 : la voiture intelligente...

D'après Bac Pondichéry, 2015.

« Sans les mains ! C'est de cette manière que vous pourrez, peut-être très bientôt, conduire votre prochaine voiture... ». Cette phrase évoque ici la voiture autonome dont la commercialisation sera lancée aux alentours de 2020. Cette voiture « se conduira seule », car elle aura une perception globale de son environnement grâce à la contribution de plusieurs capteurs : télémètre laser à balayage (LIDAR), caméra, capteurs à infrarouge, radars, capteurs laser, capteurs à ultrasons (doc. 2).

### Doc. 1 Sonars de recul à ultrasons à l'arrière d'une voiture



### Doc. 2 Lidar, radar et sonar

- Le lidar et le radar utilisent des ondes électromagnétiques. Ils sont adaptés pour la détection d'obstacles à grande distance ou lors d'un déplacement du véhicule à vitesse élevée.
- Un sonar utilise des ondes sonores et utilise, comme le radar et le lidar, la réflexion d'ondes sur des obstacles.

**Donnée** • Dans les conditions classiques de circulation, la célérité du son dans l'air est :  
 $v_{\text{air}} = 3,4 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

### Questions préliminaires

1. Schématiser le trajet d'une onde ultrasonore renvoyée par un obstacle.
2. Pourquoi le principe du capteur unique limite-t-il l'utilisation de ce sonar ?

### Doc. 3 Principe du capteur à ultrasons

Un capteur unique (émetteur et récepteur) génère des salves ultrasonores de durée  $\Delta t_1 = 1,7 \text{ ms}$  avec une périodicité  $\Delta t_2 = 12 \text{ ms}$ . Le capteur fonctionne en récepteur quand l'émetteur est inactif.



### Problème

Déterminer la plage de distances que ce sonar permet de mesurer, puis expliquer pourquoi le sonar seul ne peut suffire pour une voiture autonome.