

# Ultrasons

## *Ultrasounds*

Réf :  
**222 082**

Français – p 1

English – p 12

Version : 8110

**Émetteur télémètre Moduson® 2 12V**  
***Moduson® 2 transmitter telemeter 12V***

# 1 Description



Cette notice décrit les manipulations réalisables avec l'ensemble modulaire à ultrasons (Moduson).

Dans une première partie, les manipulations sont décrites en considérant une composition optimale comprenant entre autre 2 récepteurs. Dans une seconde partie, celles-ci sont réalisées à partir d'une composition minimale comprenant un unique émetteur.

## La composition optimale est :

- 1 émetteur télémètre (Réf. 222 077) alimenté par un bloc alimentation 12V réf. 281 512 ou une source de tension de 15 V (alimentation Evo2 R30 Réf. 281 486). La fréquence de l'émetteur est réglable autour de 40 KHz. L'émission des ultrasons est déclenchée par un commutateur Marche/Arrêt. Un inverseur permet d'obtenir soit une émission continue, soit une émission par salves. Un deuxième inverseur permet de choisir la durée des salves :

Salves longues : durée 6 ms, silence entre les salves 4 ms

Salves courtes : durée 1 ms, silence entre les salves 4 ms

Cette fonction permet de réaliser des mesures de distances de 0 à 30 cm par la technique du sonar et de l'échographie. En effet, cette technique nécessite que l'écho réfléchi par l'objet ne se mélange pas à la salve émise, ce qui nécessite des salves courtes.

- 2 récepteurs d'ultrason identiques (Réf. 222 078) équipés d'une sortie prévue pour être reliée à l'entrée verticale d'un oscilloscope.
- 1 rail Moduson® (Réf. 223 005) muni d'un emplacement pour l'émetteur et de deux glissières graduées destinées à recevoir les récepteurs.
- 3 câbles blindés de branchement (à prise BNC et fiches bananes) (Réf. 283 328). Une sortie BNC donne le signal émis par l'émetteur.

## La composition minimale est :

- 1 émetteur-télémètre (Réf. 222 082)
- 1 récepteur (Réf. 222 028 ou 222 078)
- 1 rail double (Réf. 223 005)
- 2 câbles blindés de branchement (Réf. 283 328)

## 2 Consignes d'utilisation

1. L'utilisation d'un câble blindé est indispensable pour connecter le récepteur Réf. 222 078 à l'oscilloscope afin d'obtenir un signal de mesure stable et non parasité.
2. L'émetteur-télémètre est muni d'un fusible à réarmement automatique ; en cas de branchement entraînant un court-circuit, l'appareil se met en sécurité et n'émet plus de signal. Dans ce cas, couper l'alimentation de l'appareil, éliminer le court-circuit, attendre quelques secondes et remettre sous tension.

## 3 But

- 1 Mettre en évidence la nature vibratoire d'un ultrason, mesurer sa période et sa fréquence.
- 2 Mesurer la vitesse d'un ultrason
- 3 Observer l'existence de points qui vibrent en phase
- 4 Vérifier la relation  $\lambda = V/N$
- 5 Mesurer une distance par ultrasons

## 4 Service après-vente

La garantie est de 2 ans.

Pour tous réglages, contacter le **Support Technique** au **0 825 563 563**.

Le matériel doit être retourné dans nos ateliers et pour toutes les réparations ou pièces détachées, veuillez contacter :

**JEULIN – S.A.V.**  
468 rue Jacques Monod  
CS 21900  
27019 EVREUX CEDEX France

**0 825 563 563\***

*\* 0,15 € TTC/min. à partir un téléphone fixe*

## Étude de la célérité du son avec deux récepteurs

### 1 Mise en évidence de la nature vibratoire d'un ultrason

L'expérience nécessite l'émetteur et un récepteur. On relie l'émetteur à l'alimentation et le récepteur, placé dans l'axe de l'émetteur, à l'entrée verticale d'un oscilloscope (réglages de niveau : 100 mV/div et de durée de balayage : 5  $\mu$ s/div). Le commutateur Marche-Arrêt est placé dans la position Marche et l'inverseur Continu - Salve sur Continu. On ajuste le bouton de réglage de l'émetteur pour obtenir le maximum d'amplitude du signal capté par le récepteur.

On recueille un signal quasi sinusoïdal. La mesure de la longueur correspondant à une période sur l'écran donne la durée de la période de laquelle on déduit la fréquence de l'ultrason. On remarquera que le signal qui alimente l'émetteur est rectangulaire et d'amplitude plus grande (relier la sortie signal à la deuxième entrée verticale de l'oscilloscope, niveau : 5 V/div).

### 2 Mesure de la vitesse d'un ultrason

#### 2.1 Matériel

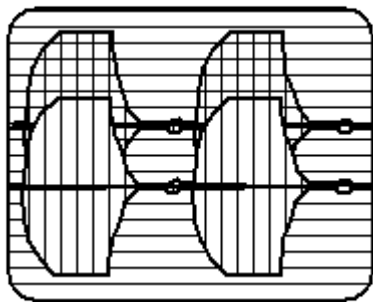
L'expérience nécessite tous les éléments de l'ensemble. L'émetteur et les deux récepteurs sont disposés sur les rails : l'émetteur dans son logement de gauche, les récepteurs A et B dans les glissières, positionnés par leur index en face des zéros des graduations. On relie l'émetteur à l'alimentation et les récepteurs aux entrées verticales d'un oscilloscope bicourbe (niveau sur chaque voie : 100 mV/div et durée de balayage : 1 ms/div).

#### 2.2 L'expérience

Le bouton Marche-Arrêt est placé dans la position Marche et l'inverseur Continu-Salve sur Salve. L'inverseur Salves longues – Salves courtes est placé sur la position Salves longues. Les deux récepteurs sont au départ à la même distance de l'émetteur.

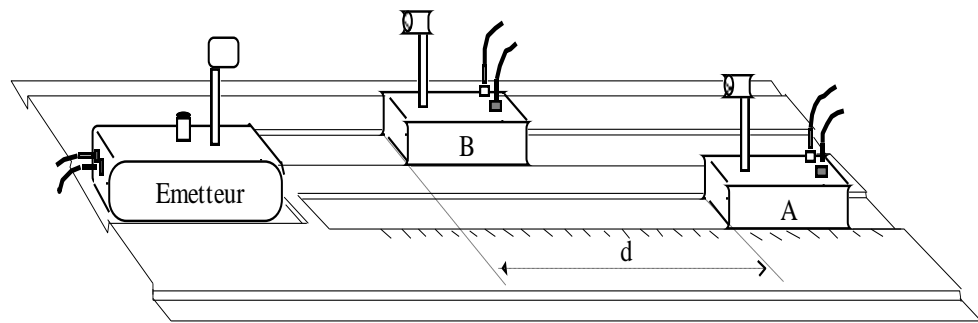
On ajuste le bouton de réglage de fréquence de l'émetteur pour obtenir, sur l'écran de l'oscilloscope, le maximum d'amplitude des salves captées par les deux récepteurs.

L'écran de l'oscilloscope a l'aspect ci-dessous.



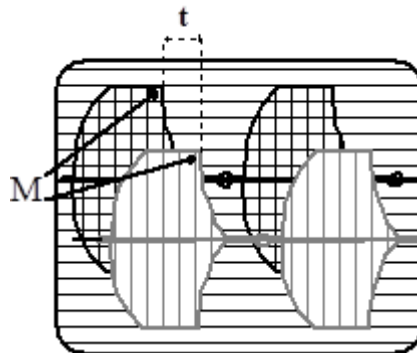
Les salves sont reçues à des dates identiques. Elles sont pratiquement superposables par translation verticale des courbes.

Le dispositif d'ensemble est représenté ci-dessous :



## 2.3 Les mesures

Dès qu'on déplace l'un des récepteurs (A par exemple, vers la droite), le signal correspondant se déplace également vers la droite de l'axe des temps (à condition de bien choisir la voie de synchronisation). Le récepteur déplacé A reçoit le signal émis avec un retard  $t$  qui dépend de la distance  $d$  le séparant du récepteur B, comme le montre le schéma ci-dessous.



La mesure de la durée  $t$  sur l'écran de l'oscilloscope et de la distance  $d$  sur la règle graduée des rails donnent une mesure directe de la vitesse du son dans l'air :  $V = d/t$ .

La mesure de la durée  $t$  est meilleure si on choisit un point de repère anguleux du signal de salve (comme le point M de la figure ci-contre) et si on augmente le gain du signal correspondant au récepteur A qui s'éloigne de l'émetteur pour compenser l'atténuation du signal dû à la distance. On peut aussi augmenter la vitesse du balayage horizontal et choisir pour le réglage une durée plus faible (0,5 ms/div).

## 2.4 Les résultats

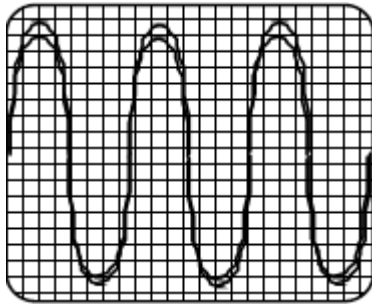
Pour une mesure unique, si on lit par exemple une durée  $t = 1 \text{ ms}$  (soit une division sur l'écran avec le calibre choisi), la distance est  $d = 34 \text{ cm}$ , ce qui donne une vitesse  $V = 340 \text{ m.s}^{-1}$ .

Il est aussi possible de mesurer quelques valeurs de la durée  $t$  (en utilisant les graduations de l'axe des temps de l'oscilloscope) et relever les valeurs des distances  $d$  correspondantes :

<b>t : durée (en ms)</b>	0,2	0,4	0,6	0,8	1
<b>d : distance (en cm)</b>	7	14	20,5	27,5	34
<b>Vitesse (en m/s)</b>	350	350	341	343	340

Ce qui permet de conclure que la vitesse des ultrasons est constante.

### 3 Existence de points en phase et en opposition de phase



Cette expérience est destinée à montrer l'existence d'un même état vibratoire en divers points de l'espace, dans la zone d'émission d'un ultrason.

L'expérience nécessite l'ensemble du dispositif. L'émetteur et les deux récepteurs sont disposés sur les rails : l'émetteur dans son logement de gauche, les capteurs A et B dans les glissières, positionnés à l'aide de leur index en face des zéros des graduations. On relie l'émetteur à l'alimentation et les récepteurs aux entrées verticales d'un oscilloscope bicourbe (niveau sur chaque voie : 100 mV/div et durée : 5  $\mu$ s/div). Le bouton Marche-Arrêt est placé dans la position Marche et l'inverseur Continu-Salve sur Continu.

On ajuste le bouton de réglage de l'émetteur pour obtenir, sur l'écran de l'oscilloscope, le maximum d'amplitude des signaux captés par le récepteur.

Après avoir au besoin rectifié la position du zéro de l'un des récepteurs, les deux signaux captés ont l'allure ci-contre sur l'écran de l'oscilloscope : ils sont superposables.

Les points situés au niveau des capteurs des récepteurs sont dans le même état vibratoires : *ils sont en phase*.

On déplace alors doucement le récepteur A vers la droite ; le signal correspondant défile à l'écran également vers la droite et il est possible pour de multiples positions de A de l'obtenir en phase avec celui capté par B.

### 4 Vérifier la relation $\lambda = V/N$

Cette expérience fait suite à la précédente. Elle introduit la définition de la longueur d'onde : distance séparant deux points consécutifs vibrant en phase.

On déplace le récepteur A, B restant fixe. On mesure la distance  $d$  qui sépare A et B lorsque les signaux sur l'écran sont  $n$  fois de suite en coïncidence. On en déduit  $\lambda = d/n$ . On obtient une valeur voisine de **8,5 mm**.

Les valeurs connues de **V** et **N** donnent une valeur théorique de  $\lambda = V/N$  qui est très voisine de la mesure précédente.

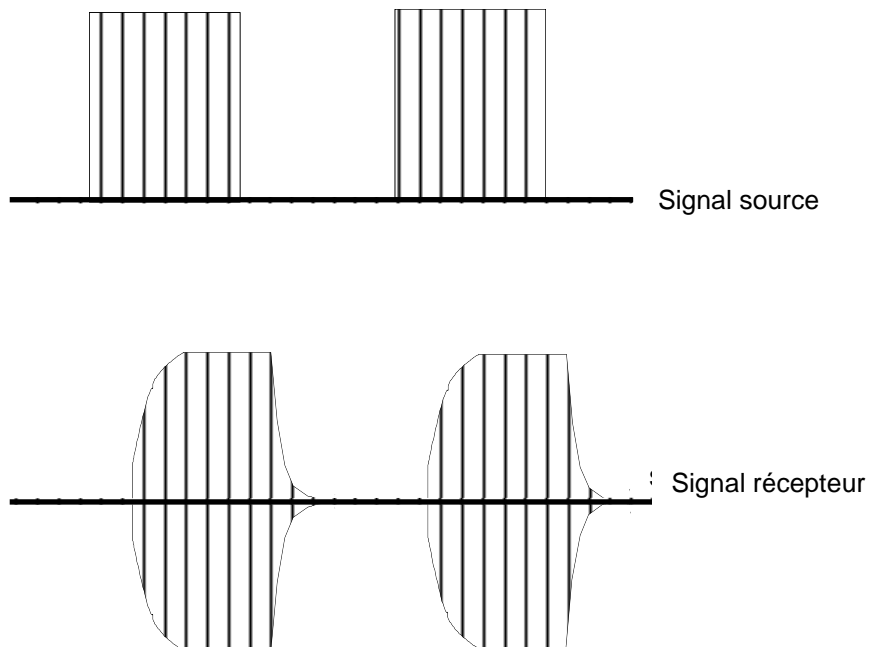
## Étude de la célérité du son avec un unique récepteur

### 1 Célérité du son avec un seul récepteur

#### 1.1 Manipulation

- Sélectionner les modes « salves » et « salves longues » sur l'émetteur et placer celui-ci le plus éloigné possible du récepteur.
- Visualiser le signal récepteur sur la voie A de l'oscilloscope et le signal "source" sur la voie B. (base de temps : 2 ms/div).

Synchroniser l'oscilloscope sur le signal "source".



#### 1.2 Remarque

- Sur le signal récepteur, on peut remarquer la montée de la réponse. Le décalage avec le signal envoyé à l'émetteur n'est pas significatif. Par contre la lecture significative est celle du déplacement du début de ce signal sur l'écran (retard ou avance mesurable) en fonction du déplacement du récepteur.
- Déplacer le récepteur en le rapprochant de la source et noter le déplacement du signal sur l'oscilloscope.
- Pour un déplacement du récepteur de 170 mm, on trouve un déplacement du signal sur l'oscilloscope de 0,5 ms.
- Pour un déplacement du récepteur de 340 mm, on trouve un déplacement du signal de 1 ms.

Ces résultats correspondent à une célérité de 340 m / s.



### 1.3 Expérience du briquet

En chauffant avec un briquet (ou une lampe allumée) l'air entre l'émetteur et le récepteur, on voit le signal se déplacer : la célérité du son augmente avec la température.

Pour un gaz parfait, la célérité  $C$  est proportionnelle à la racine carrée de la température :

$$C = \left( \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}} \right)$$

avec :

- $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$  est le coefficient adiabatique (1,4 pour l'air)
- $R$  est la constante des gaz parfaits = 8,314 J.K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>.
- $T$  est la température du gaz en K
- $M$  est la masse molaire du gaz en Kg.mol<sup>-1</sup> (28.966.10<sup>-3</sup> Kg.mol<sup>-1</sup> pour l'air)

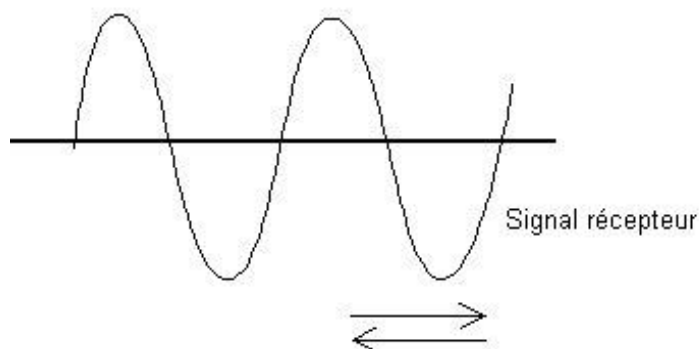
## 2 Mesure de la longueur d'onde à l'aide d'un seul récepteur

### 2.1 Manipulation

- Mettre l'émetteur en position "continue"
- Visualiser le signal émetteur sur la voie A de l'oscilloscope, et le signal récepteur sur la voie B. (base de temps : 10  $\mu$ s / div)

### 2.2 Synchroniser l'oscilloscope sur le signal émetteur

- Repérer la position initiale du récepteur.
- Eloigner (ou rapprocher) le récepteur de la source d'une distance  $d$  permettant d'observer sur l'oscilloscope le défilement de 10 périodes  $T$ .
- Calcul de la longueur d'onde :  $\lambda = d / (10.T)$



#### Remarque :

La relation  $\lambda = C.T$  permet le calcul de la célérité  $C$ . La mesure de la période  $T$  s'effectue à l'aide de l'oscilloscope.

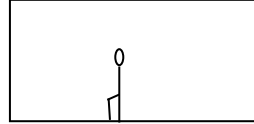
Avec :  $T = 2,5 \times 10^{-5}$  s.  
 $\lambda = 8,29$  mm à 20° C.  
on obtient  $C = 331$  m.s<sup>-1</sup>.



## 3 Mesure de distances par ultrasons

### 3.1 Objectifs

Connaître la position d'un petit personnage enfermé dans une boîte opaque. Pour cela on va utiliser les ultrasons exploités dans les techniques du sonar et de l'échographie.



Le commutateur Marche-Arrêt est placé dans la position Marche et l'inverseur « Continu – Salves » sur « Salves ». L'inverseur « Salves longues – Salves courtes » est placé sur la position « Salves courtes ».

### 3.2 Détection des ultrasons

L'expérience suivante est réalisée au bureau. Des salves d'ultrasons sont émises par l'émetteur E et reçues par le récepteur R. Pour déterminer la distance  $d$  séparant E et R, on étudie à l'oscilloscope :

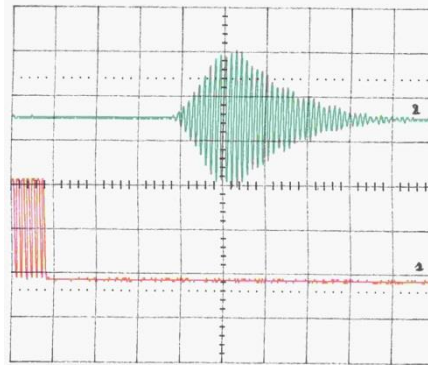
L'oscillogramme 1 correspondant à E,

L'oscillogramme 2 correspondant à R.

Le réglage horizontal est 2 ms par division (une division horizontale équivaut à une durée de 2 ms.)

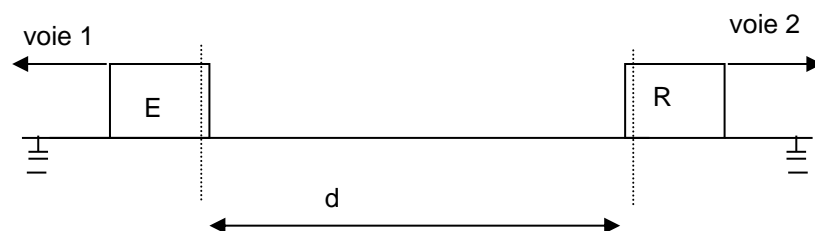
Faire le schéma de l'expérience.

1. Rechercher la vitesse de propagation du son ou des ultrasons dans l'air.
2. Quelle est la durée qui sépare le début de l'émission du début de la réception ?
3. Calculer alors la distance  $d$  puis vérifie le résultat en faisant une mesure de  $d$  à la règle graduée.



**Réponse partielle :**

1.



2.  $v = 340 \text{ m/s}$

3.  $0,77 \text{ ms}$  ;  $d = 26 \text{ cm}$  ;  $25 \text{ cm}$  à la règle graduée (il faut tenir compte de la distance de  $1 \text{ cm}$  entre la pastille sensible et le boîtier de E ou de R).

### 3.3 Que se passe-t-il quand les ultrasons rencontrent un obstacle ?

Rédiger un protocole expérimental qui permette de savoir ce qui se passe quand les ultrasons rencontrent :

- une feuille en carton,
- une feuille de papier mouchoir,
- un personnage en plastique,
- la main.

Les expériences sont ensuite réalisées au bureau par le professeur ou par un élève. Noter les résultats sur le cahier.

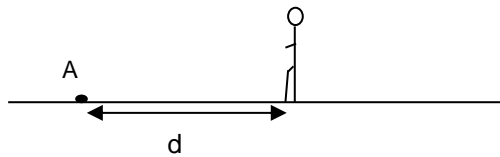
#### **Réponse partielle :**

On place l'écran devant l'émetteur, le récepteur est placé de part et d'autre de l'écran. On observe l'oscillogramme correspondant à l'émetteur.

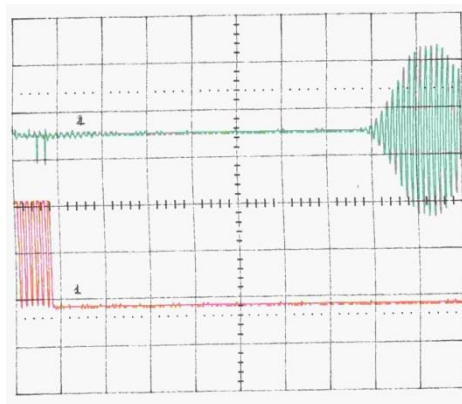
#### **Résultats :**

- une feuille en carton, un personnage en plastique, la main réfléchissent les ultrasons ;
- une feuille de papier mouchoir (défaire le mouchoir et ne garder qu'une épaisseur) réfléchit et transmet les ultrasons.

### 3.4 A quelle distance du point A le petit personnage se trouve-t-il ?



1. Schématiser une expérience utilisant les ultrasons qui permette de mesurer d.
2. Voici les résultats obtenus :
  - l'oscillogramme 1 correspondant à E,
  - l'oscillogramme 2 correspondant à R.
  - le réglage horizontal est 2 ms par division.

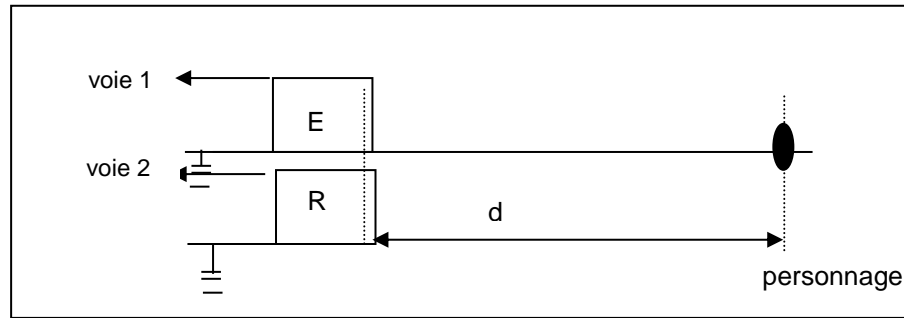


Déterminer la durée séparant l'émission de la réception, calculer alors la distance d et vérifier le résultat en mesurant d à la règle graduée.

3. Rechercher une application pratique de cette expérience.

**Réponse partielle :**

1. vue de dessus

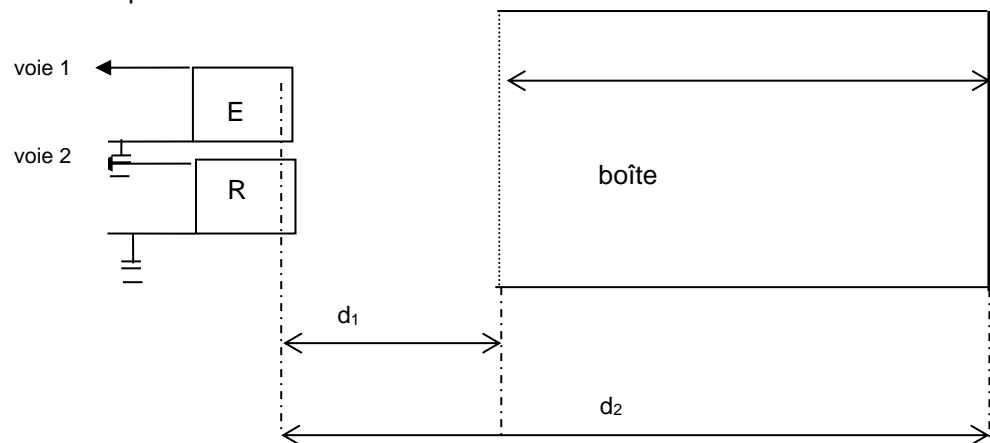


2. 1,57 ms ;  $d = (340 \times 1,57) / 2 = 267 \text{ mm} = 27 \text{ cm}$  ; à la règle 26 cm.
3. le sonar.

### 3.5 Quelle est la profondeur de la boîte ?

La face avant d'une boîte en carton a été supprimée et remplacée par une feuille de papier mouchoir. On se propose de déterminer à l'aide des ultrasons la profondeur  $l$  de la boîte.

Schéma de l'expérience vue de dessus :

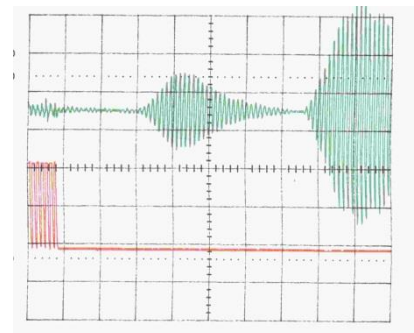


**Voici les oscillogrammes obtenus :**

- l'oscillogramme 1 correspond à l'émetteur,
- l'oscillogramme 2 correspond au récepteur,
- le réglage horizontal est 2 ms par division.

1. Observer l'oscillogramme 2 et expliquer à quoi correspondent la première réception, la deuxième réception.
2. Déterminer à partir de cet oscillogramme les distances  $d_1$  et  $d_2$ , puis trouver la profondeur  $l$  de la boîte.

Vérifier le résultat à la règle graduée.



la

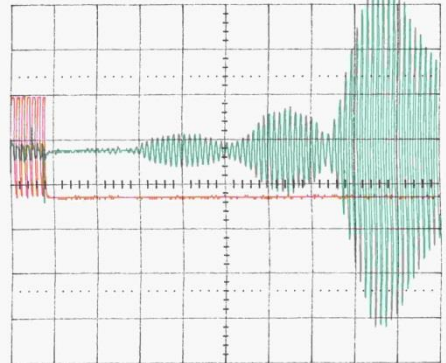
**Réponse partielle :**

1. à  $t_1 = 0,61 \text{ ms}$  correspond la réception des ultrasons réfléchis par le papier mouchoir, à  $t_2 = 1,52 \text{ ms}$  correspond la réception des ultrasons transmis par le papier mouchoir puis réfléchis par le fond de la boîte.
2.  $d_1 = (340 \times 0,61) / 2 = 104 \text{ mm}$  ;  $d_2 = (340 \times 1,52) / 2 = 258 \text{ mm}$  ;  $l = 154 \text{ mm}$  ; à la règle on mesure 160 mm.

### 3.6 Où se trouve le petit personnage caché dans la boîte ?

On place le personnage dans la boîte.

1. Dessiner, après exploitation des oscillogrammes donnés ci-dessous, la boîte en respectant ses dimensions et placer correctement le personnage à l'intérieur.



- l'oscillogramme 1 correspond à l'émetteur,
  - l'oscillogramme 2 correspond au récepteur,
  - le réglage horizontal est 2 ms par division.
2. Rechercher une application pratique de cette expérience.

#### **Réponse partielle :**

1. Le premier écho correspond à la face avant de la boîte :  
 $t_1 = 0,59 \text{ ms}$  ;  $d_1 = 100 \text{ mm}$   
Le deuxième écho correspond au personnage :  
 $t = 1,01 \text{ ms}$  ;  $d = 172 \text{ mm}$   
Le troisième écho correspond à la face arrière de la boîte :  
 $t_2 = 1,51 \text{ ms}$  ;  $d_2 = 256 \text{ mm}$   
Le personnage est situé à 72 mm de la face avant de la boîte.
2. L'échographie

## 1 Description



These instructions describe the experiments that can be performed with the Moduson ultrasound modular system. The following is the optimum composition:

- 1 transmitter-telemeter, part no. 222 082, powered by 12V power supply part. 281 512 or a 15 V power supply part. 281 486. The frequency of the transmitter can be adjusted to about 40 kHz.  
The transmission of ultrasonic waves is triggered by an On/Off switch. A reversing switch helps obtain either a continuous transmission or a transmission in bursts. A second reversing switch helps select the duration of the bursts:  
Long bursts: duration of 6 ms, with a gap of 4 ms between bursts  
Short bursts: duration of 1 ms, with a gap of 4 ms between bursts  
This function is used to measure distances from 0 to 30 cm using the sonar and scan techniques. Actually, this technique requires that the echo reflected by the object does not get mixed up with the burst emitted, which requires the use of short bursts.
- 2 identical ultrasound receivers (Part no.222 078) equipped with an output designed to be connected to the vertical input of an oscilloscope.
- 1 dual track (Part no. 223 005) fitted with a slot for the transmitter and two guide rails designed for the receivers.
- 3 shielded cables for connection (with BNC socket and banana plugs) (Part no. 283 328).

A BNC output provides the signal emitted by the transmitter.

The following is the minimum composition:

- 1 transmitter-telemeter (Part no. 222 077)
- 1 receiver (Part no. 222 028 or 222 078)
- 1 dual track (Part no. 223 005)
- 1 shielded cable for connection (Part no. 283 328)

## 2 Operating instructions

1. The use of a shielded cable to connect the receiver part no. 222 028 or 222 078 to an oscilloscope is essential to obtain a stable and interference free measurement signal.
2. The transmitter-telemeter is fitted with an automatic rearming fuse; in case of a connection leading to a short circuit, the device goes into standby mode and does not emit any signals. In this case, switch off the power supply to the device, rectify the short circuit then wait for a few seconds and switch it back on.

## 3 Objective

1. To demonstrate the vibratory nature of an ultrasound wave
2. To measure the velocity, period and frequency of an ultrasound wave
3. To observe the existence of points vibrating in phase
4. To verify the relation  $\lambda = V/N$
5. To measure a distance using ultrasound waves

## **4 After-sales service**

The device is under a 2-year guarantee, it must be sent back to our workshops.  
For any repairs, adjustments or spare parts please contact:

**JEULIN – TECHNICAL SUPPORT**  
468 rue Jacques Monod  
CS 21900  
27019 EVREUX CEDEX FRANCE

**+33 (0)2 32 29 40 50**

## Phase velocity of sound with a two receivers

### 1 Demonstrating the vibratory nature of an ultrasound wave

This experiment requires a transmitter and a receiver. Connect the transmitter to the power supply and the receiver, which is placed on the axis of the transmitter to the vertical input of an oscilloscope (adjustment of the level: 100 mV/div and a scan time of: 5  $\mu$ s/div). The On/Off switch is placed in the On position and the Continuous – Bursts reversing switch in Continuous. Adjust the transmitter's adjustment button to obtain the maximum amplitude of the signal detected by the receiver.

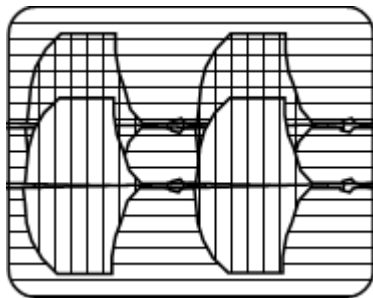
We obtain an almost sinusoidal signal. The measurement of the length corresponding to one period on the screen gives the duration of the period from which the frequency of the ultrasound wave is deduced. We will note that the signal which powers the transmitter is a square wave and of a greater amplitude (connect the signal output to the second vertical output of the oscilloscope, level: 5 V/div).

### 2 Measuring the velocity of an ultrasound wave

#### 2.1 Equipment

The experiment requires all components of the assembly. The transmitter and the two receivers are placed on the rails: The transmitter in its slot on the left and the receivers A and B in the guide rails are positioned in such a way that their pointers are at the zero markings. Connect the transmitter to the power supply and the receivers to the vertical inputs of a dual-trace oscilloscope (level on each channel: 100 mV/div and a scan time of: 1 ms/div).

#### 2.2 The experiment



The On/Off button is placed in the On position and the Continuous – Bursts reversing switch in Bursts. The Long bursts – Short bursts reversing switch is placed in the Long bursts position. The two receivers are at the start at the same distance from the receiver.

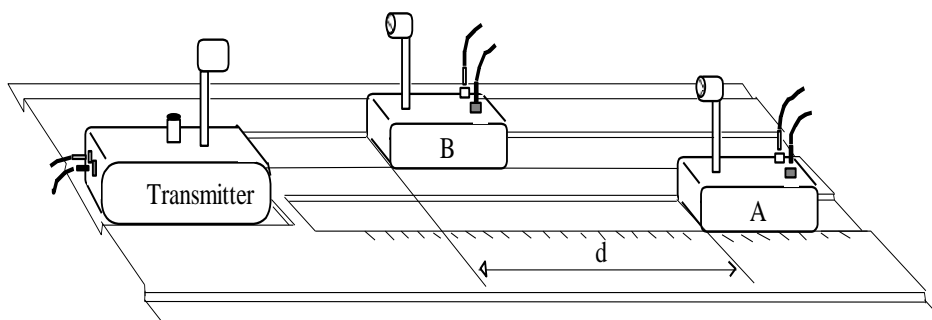
Adjust the frequency adjustment button of the transmitter to obtain maximum amplitude of bursts detected by the two receivers on the oscilloscope screen.

The oscilloscope screen looks like the diagram opposite.

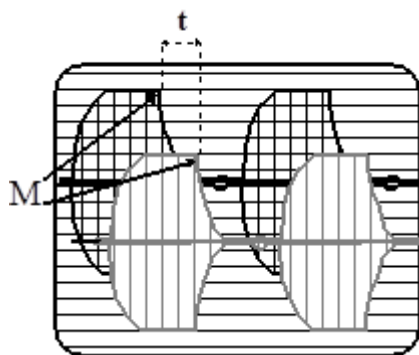
The bursts are received at regular intervals. They can almost be superimposed by a vertical translation of the curves.



The entire device is shown below:



## 2.3 The measurements



As soon as one of the receivers is moved (for example the receiver A to the right), the corresponding signal also moves to the right of the time axis (provided that the synchronisation channel is properly selected). The receiver A which was moved, receives the emitted signal with a delay  $t$  which depends on the distance  $d$  separating the receiver B, as shown in the diagram opposite.

The measurement of time  $t$  on the oscilloscope screen and distance  $d$  on the graduated ruler on the rails gives a direct measurement of the velocity of sound in air:  $V = d/t$ .

Measurement of the duration  $t$  is better if we select an angle of the burst signal waveform (such as the point M of the figure above) and if we increase the gain of the signal corresponding to the receiver A that moves away from the transmitter to compensate for the *attenuation of the signal because of the distance*. We can also increase the horizontal sweep speed and select a lower adjustment duration (0.5 ms/div).

## 2.4 The results

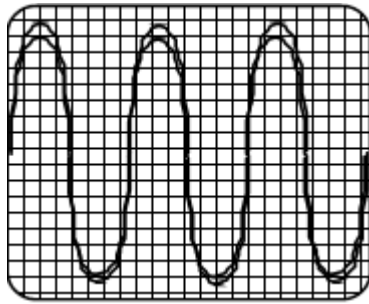
For a single measurement, if a time  $t = 1 \text{ ms}$  is read (that is one division on the screen with a selected measuring range), the distance is  $d = 34 \text{ cm}$ , which leads to a velocity of  $V = 340 \text{ m.s}^{-1}$ .

It is also possible to measure some values of the time  $t$  (by using the markings on the time axis of the oscilloscope) and obtain values of corresponding distances  $d$ :

<b>t: time (in ms)</b>	0.2	0.4	0.6	0.8	1
<b>d: distance (in cm)</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>20.5</b>	<b>27.5</b>	<b>34</b>
<b>Velocity (in m/s)</b>	<b>350</b>	<b>350</b>	<b>341</b>	<b>343</b>	<b>340</b>

This helps conclude that the velocity of ultrasound waves is constant.

### 3 Existence of points in phase and out of phase



This experiment is designed to show the existence of a same vibratory state at various points in space, in the transmission zone of an ultrasound wave.

The experiment requires the entire device. The transmitter and the two receivers are placed on rails: The transmitter in its slot on the left and the receivers A and B in the guide rails are positioned using their pointers placed at the zero markings. Connect the transmitter to the power supply and the receivers to the vertical inputs of a dual-trace oscilloscope (level on each channel: 100 mV/div and time base: 5  $\mu$ s/div). The On/Off button is placed in the On position and the Continuous – Bursts reversing switch in Continuous.

Adjust the frequency-setting button of the transmitter to obtain maximum amplitude of signals detected by the receiver on the oscilloscope screen.

After having rectified the zero position of one of the receivers if necessary, the two signals detected have the shape on the oscilloscope screen as shown below: they can be superimposed.

The points located on the sensors of the receivers are in the same vibratory state: *they are in phase*.

We move the receiver A slowly to the right; the corresponding signal also moves to the right of the screen and it is possible for multiple positions of A to obtain it in phase with the one detected by B.

### 4 Verifying the relation $\lambda = V/N$

The previous experiment is followed by this one. It introduces the definition of wavelength: distance separating two consecutive points vibrating in phase.

Move the receiver A while keeping B fixed. Measure the distance  $d$  separating A from B when the signals on the screen are  $n$  times in a row in coincidence. We deduce  $\lambda = d/n$ . We obtain a value close to **8.5 mm**.

The known values of **V** and **N** result in the theoretical value of  $\lambda = V/N$  which is very close to the previous measurement.

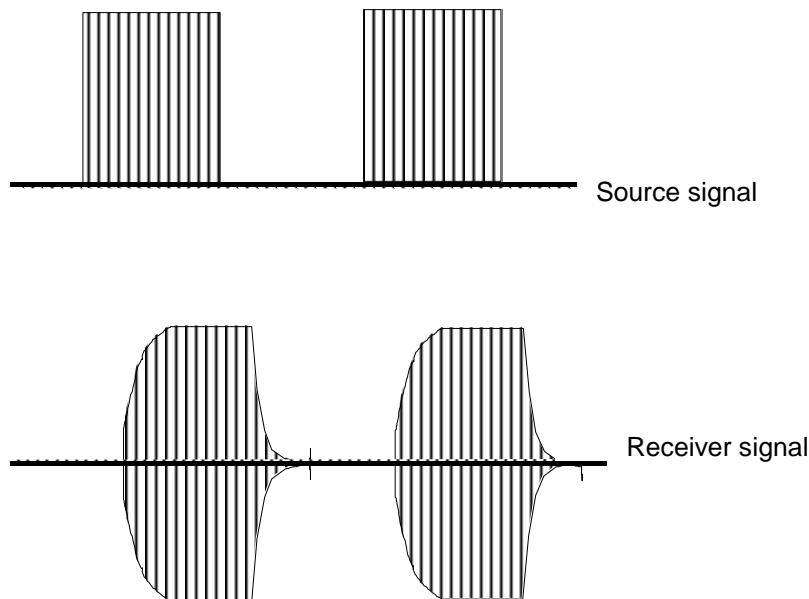
## Phase velocity of sound with a single receiver

### 1 Phase velocity of sound with a single receiver

#### 1.1 Experiment

- Set the transmitter on the «bursts» and «long bursts» positions as far away as possible from the source.
- View the receiver signal on channel A of the oscilloscope, and the "source" signal on channel B. (time base: 2 ms / Div).

Synchronise the oscilloscope on the "source" signal.



#### 1.2 Note

- We can observe the increase in response on the receiver signal. The offset with the signal sent to the transmitter is not significant. On the other hand, the significant reading is that of the displacement of the start of this signal on the screen (measurable lag or lead) in function of the receiver's displacement.
- Move the receiver by taking it closer to the source and note the displacement of the signal on the oscilloscope.
- For a receiver displacement of 170 mm, we find a signal displacement of 0.5 ms on the oscilloscope.
- For a receiver displacement of 340 mm, we find a signal displacement of 1 ms. This result corresponds to a phase velocity of 340 m / s.

#### 1.3 Lighter experiment

By heating the air between the transmitter and the receiver with a lighter or a lighted bulb, we observe the signal move: the phase velocity of sound increases with temperature.

$$v = \left( \sqrt{\frac{\gamma \cdot R \cdot T}{M}} \right)$$

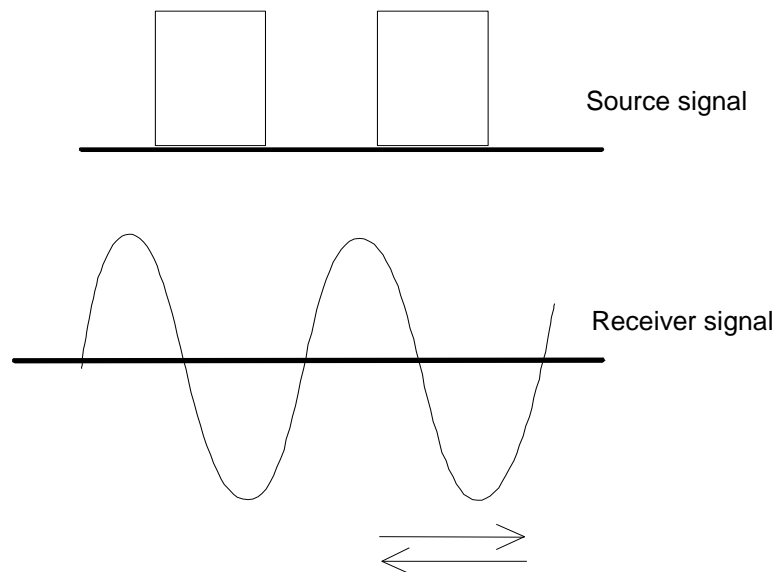
## 2 Measuring the wave length of a single receiver

### 2.1 Experiment

- Set the transmitter to the "continuous" position
- View the transmitter signal on channel A of the oscilloscope, and the receiver signal on channel B. (time base: 10  $\mu$ s/div)

### 2.2 Synchronise the oscilloscope on the transmitter signal

- Locate the initial position of the receiver.
- Move the receiver away (or closer to) from the source and observe the scrolling of 10 periods on the oscilloscope.



### 2.3 Note

The relation  $\lambda = C.T$  helps calculate the phase velocity  $C$ . The period  $T$  is measured with the oscilloscope.

with  $T = 2.5 \times 10^{-5}$  s.

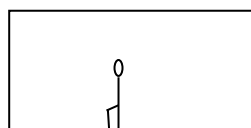
and  $\lambda = 8.29$  mm at 20° C.

we get  $C = 331$  ms $^{-1}$ .

## 3 Measuring distance using ultrasound waves

### 3.1 Objectives

To know the position of a small character enclosed in an opaque box. For this we will use ultrasound waves employed in the sonar and scan techniques.



The On/Off switch is placed in the On position and the Continuous – Bursts reversing switch on Bursts. The Long bursts – Short bursts reversing switch is placed in the Short bursts position.

### 3.2 Detecting ultrasound waves

The following experiment is performed on the desk. Bursts of ultrasound waves are emitted by the transmitter E and received by the receiver R. To determine the distance  $d$  that separates E from R, we study it on the oscilloscope:

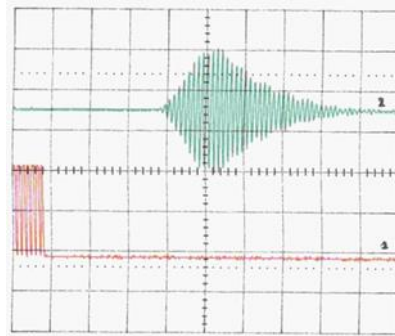
The oscillogram 1 corresponds to E.

The oscillogram 2 corresponds to R.

The horizontal adjustment is 2 ms per division (one horizontal division is equal to a duration of 2 ms.).

Draw the diagram of the experiment.

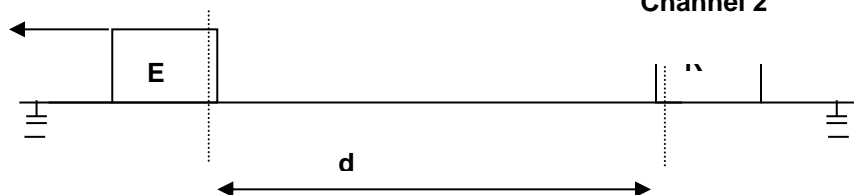
1. Find the velocity of propagation of sound or ultrasound waves in air.
2. What is the duration that separates the start of the transmission from the start of the reception?
3. Calculate the distance  $d$ , then verify the result by measuring  $d$  with a graduated ruler.



**Partial answer:**

1.

Channel 1



2.  $v = 340 \text{ m/s}$

3. 0.77 ms;  $d = 26 \text{ cm}$ ; 25 cm with a graduated ruler (the distance of 1 cm between the sensitive tip and the E or R casing must be taken into consideration).

### 3.3 What happens when ultrasound waves encounter an obstacle?

Write an experimental protocol that can be used to know what happens when ultrasound waves encounter:

- A cardboard sheet
- A facial tissue paper
- A plastic character
- A hand.

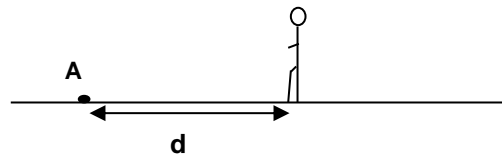
The experiments are then performed on the desk by the teacher or the student. Note down the results in the notebook.

**Partial answer:**

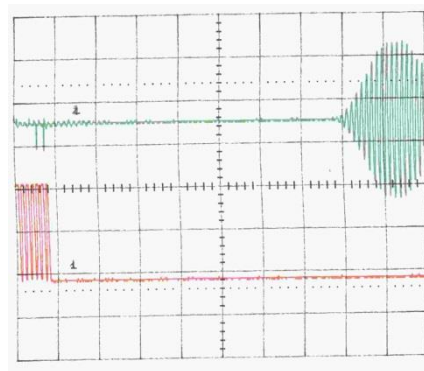
Place the screen in front of the transmitter; the receiver is placed opposite the screen. Observe the oscillogram corresponding to the transmitter.

Results: A cardboard sheet, a plastic character or a hand reflect ultrasound waves; a facial tissue paper (open the tissue and keep only one layer) reflects and transmits ultrasound waves.

### 3.4 At what distance from point A is the small character standing?



1. Draw a diagram of an experiment using ultrasound waves to measure  $d$ .
2. Here are the results obtained:
  - The oscillogram 1 corresponds to E
  - The oscillogram 2 corresponds to R
  - The horizontal adjustment is 2 ms per division.

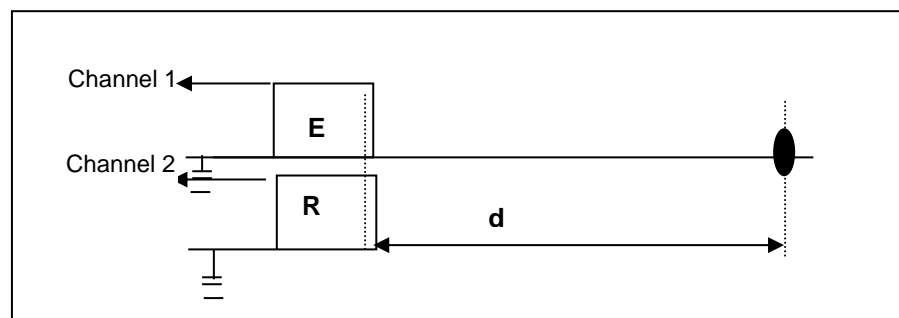


Determine the time separating a transmission from reception, then calculate the distance  $d$  and check the result by measuring  $d$  with a graduated ruler.

3. Find a practical application of this experiment.

**Partial answer:**

1. top view

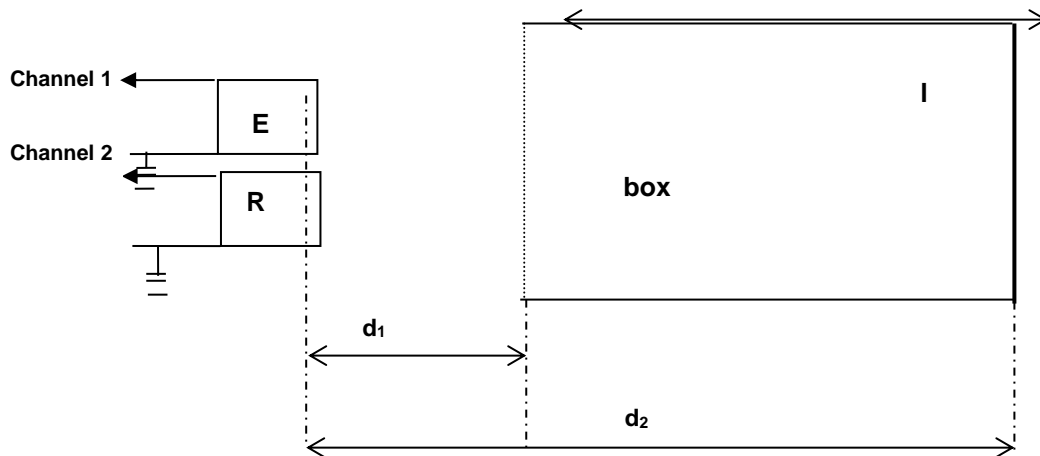


2. 1.57 ms;  $d = (340 \times 1.57) / 2 = 267 \text{ mm} = 27 \text{ cm}$ ; 26 cm with a ruler.
3. Sonar.

### 3.5 What is the depth of the box?

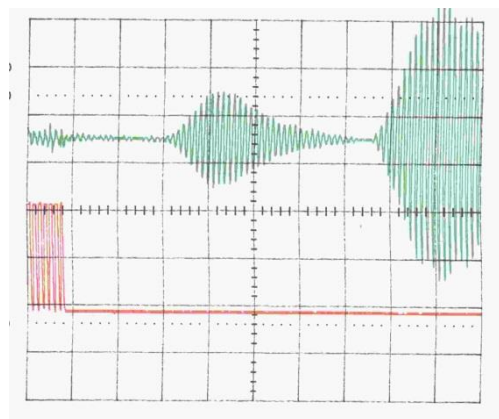
The front face of a cardboard box was removed and replaced by a facial tissue paper. We propose to determine the depth  $l$  of the box using ultrasound waves.

Top view diagram of the experiment:



Here are the oscillograms obtained:

- Oscillogram 1 corresponds to the transmitter
- Oscillogram 2 corresponds to the receiver
- The horizontal adjustment is 2 ms per division.



1. Observe oscillogram 2 and explain what the first and second receptions correspond to.
2. Determine from this oscillogram the distances  $d_1$  and  $d_2$ , then find the depth  $l$  of the box.

Check the result using a graduated ruler.

**Partial answer:**

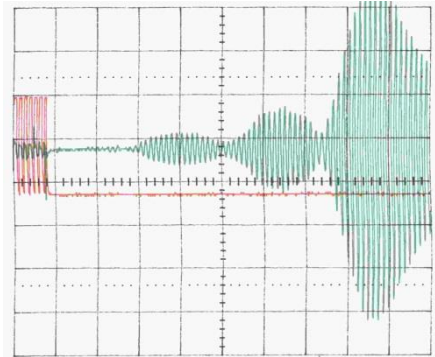
1. to  $t_1 = 0.61$  ms corresponds the reception of ultrasound waves reflected by the tissue paper, to  $t_2 = 1.52$  ms corresponds the reception of ultrasound waves transmitted through the tissue paper, then reflected by the bottom of the box.
2.  $d_1 = (340 \times 0.61) / 2 = 104$  mm;  $d_2 = (340 \times 1.52) / 2 = 258$  mm;  $l = 154$  mm ; 160mm with a ruler.



### 3.6 Where is the small character hidden in the box?

Place the character in the box.

1. After processing the oscillograms given below, draw the box by respecting its dimensions and place the character correctly inside.



- Oscillogram 1 corresponds to the transmitter,
- Oscillogram 2 corresponds to the receiver,
- The horizontal adjustment is 2 ms per division.

2. Find a practical application of this experiment.

**Partial answer:**

1. First echo corresponds to the front face of the box :  
 $t_1 = 0.59 \text{ ms}$ ;  $d_1 = 100 \text{ mm}$   
Second echo corresponds to the character :  
 $t = 1.01 \text{ ms}$ ;  $d = 172 \text{ mm}$   
Third echo corresponds to the rear face of the box :  
 $t_2 = 1.51 \text{ ms}$ ;  $d_2 = 256 \text{ mm}$   
The character is located 72 mm from the front face of the box.
2. Ultrasound scan.



## Assistance technique en direct

Une équipe d'experts  
à votre disposition  
du lundi au vendredi  
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge  
immédiatement votre appel  
pour vous apporter une réponse  
adaptée à votre domaine  
d'expérimentation :  
Sciences de la Vie et de la Terre,  
Physique, Chimie, Technologie.

### Service gratuit\*

**0 825 563 563** choix n°3\*\*

\* Hors coût d'appel. 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.  
\*\* Numéro valable uniquement pour la France  
métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EFE,  
composez le +33 2 32 29 40 50.

Aide en ligne  
**FAQ.jeulin.fr**



## Direct connection for technical support

A team of experts  
at your disposal  
from Monday to Friday  
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request  
immediatly to provide you  
with the right answers regarding  
your activity field : Biology, Physics,  
Chemistry, Technology.

### Free service\*

**+33 2 32 29 40 50\*\***

\* Call cost not included.  
\*\* Only for call from foreign countries.



468, rue Jacques-Monod, CS 21900, 27019 Evreux cedex, France  
Métropole • Tél : 02 32 29 40 00 - Fax : 02 32 29 43 99 - [www.jeulin.fr](http://www.jeulin.fr) - [support@jeulin.fr](mailto:support@jeulin.fr)  
International • Tél : +33 2 32 29 40 23 - Fax : +33 2 32 29 43 24 - [www.jeulin.com](http://www.jeulin.com) - [export@jeulin.fr](mailto:export@jeulin.fr)  
SAS au capital de 1 000 000 € - TVA intracommunautaire FR47 344 652 490 - Siren 344 652 490 RCS Evreux