

# Ultrasons

## *Ultrasounds*

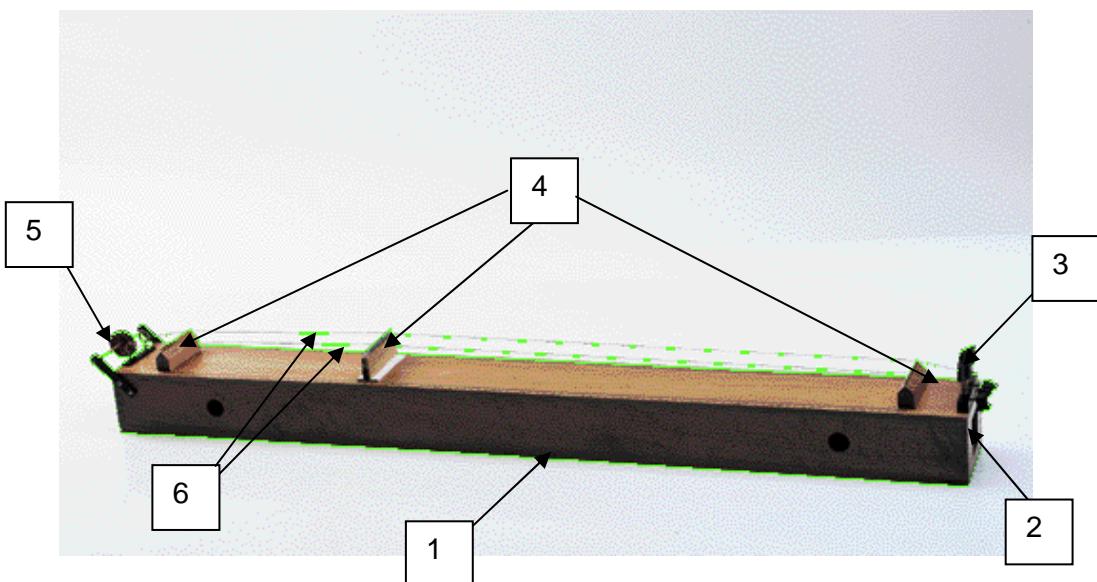
Ref :  
222 047

**Sonomètre à cordes**  
***Sound level meter with strings***

Français – p 1

English – p 5

Version : 8009



## 1 Description

- |                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| 1. Caisse de résonance en bois | 4. Chevalets          |
| 2. Ouverture 5 x 5 cm          | 5. Poulie sur support |
| 3. Vis de tension              | 6. Cordes métalliques |

Le sonomètre est constitué d'une caisse de résonance en bois (1) sur laquelle sont fixées 2 cordes métalliques de diamètres différents (6) et une corde en nylon. La tension des 2 cordes métalliques se fait à l'aide des vis de tension (3). La caisse de résonance possède une graduation sérigraphiée de 0 à 1 m sur sa face supérieure.

Deux chevalets (4) se placent à chaque extrémité de la graduation. Le troisième chevalet se positionne dans cette zone pour définir 2 portions de corde.

Une ouverture (5 x 5 cm) à l'extrémité permet de placer un microphone à l'intérieur de la caisse de résonance pour étudier le son émis lors de la vibration.

Livré avec un fil nylon muni d'un crochet à une extrémité.

## 2 Objectifs

- Mesure de la position des nœuds et des ventres en fonction de la fréquence de vibration d'une corde.
- Production d'un son.
- Etude de la vibration d'une corde métallique parcourue par un courant alternatif au voisinage d'un aimant.
- Détermination de la vitesse de propagation de l'onde.

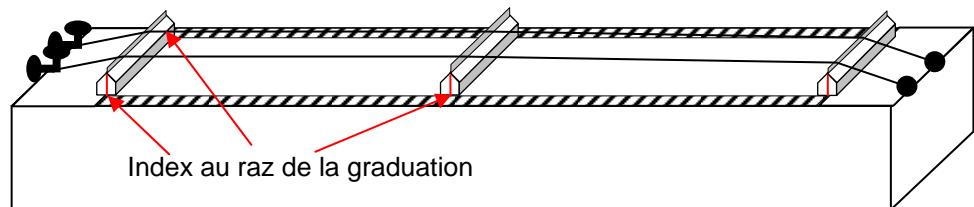
### 3 Caractéristiques techniques

- Graduation : 0 à 1 m au mm,
- Longueur utile : 1 m,
- Dimensions totales : 120 x 12 x 15 cm,
- Masse : 3,8 kg,
- Garantie : 2 ans.

### 4 Manipulations

#### 4.1 Etude de la vibration d'une corde pincée

Placer deux chevalets sur le dessus de l'appareil en face des graduations 0 et 100 des deux règles. Ces chevalets permettent de délimiter une portion de corde de 1 m, voir figure ci-dessous.



Tendre une corde métallique au-dessus des 2 chevalets à l'aide d'une vis de tension jusqu'à ce que la corde émette un son lorsqu'on la pince.

Positionner le troisième chevalet à l'abscisse 66,6 cm ; il délimite deux portions de corde de même tension et de longueur double l'une de l'autre.

Placer des cavaliers de papier (non fournis) aux abscisses 16,6 cm, 33,3 cm et 50 cm sur la portion de corde la plus longue.

Faire vibrer la portion de corde la plus courte par pincement avec l'ongle ou par frottement avec un archet (non fourni) : la portion longue se met à vibrer par résonance. On constate que les cavaliers de papier des abscisses 16,6 cm et 50 cm sont éjectés alors que celui de l'abscisse 33,3 cm reste en place.

On montre ainsi que la partie longue de la corde vibre en deux fuseaux, sur sa première harmonique, à la même fréquence que la première portion de corde.

On peut recommencer en plaçant le troisième chevalet à l'abscisse 75 cm pour montrer que la partie longue de la corde vibre cette fois en trois fuseaux, sur sa deuxième harmonique, etc...

#### Valeurs théoriques

Les modes de vibrations sont définis par la relation  $2L = n\lambda$ . La portion pincée de la corde  $l_c$  détermine la longueur d'onde de vibration soit  $\lambda = 2 \times l_c$ .

Pour  $I_c = 33,3$  cm, on a donc  $\lambda = 2 \times 33,3 = 66,6$  cm, ce qui donne le nombre de nœuds sur la longueur totale de corde :  $n = 2 \times 66,6 / 66,6$  soit  $n = 2$  nœuds.

Pour  $I_c = 25$  cm, on a donc  $\lambda = 2 \times 25 = 50$  cm, ce qui donne le nombre de nœuds sur la longueur totale de corde :  $n = 2 \times 75 / 50$  soit  $n = 3$  nœuds . . . etc.

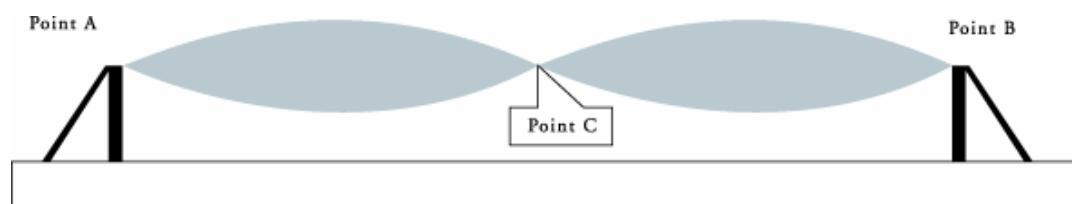
## 4.2 Vitesse de propagation de l'onde produite par un GBF

Matériel complémentaire conseillé (non fourni) :

- Générateur amplifié 2 MHz
- Rhéostat 33  $\Omega$
- Aimant en U
- Pinces crocodiles isolées

Le sonomètre est utilisé sur la longueur maximale de 1 m avec un chevalet à chaque extrémité de la corde métallique (reliée au circuit par deux pinces crocodiles).

L'aimant en U étant placé à la graduation 25 mm, on applique entre les 2 chevalets une tension alternative de fréquence 140 Hz : la corde vibre alors en 2 fuseaux avec un nœud à la graduation 50 mm, voir schéma ci-dessous.



Les modes de vibrations sont définis par la relation  $2 L = n \lambda$ . Le mode de vibration observé correspond à 2 ( $n$  = nombre de fuseaux), d'où  $\lambda = L = 1$  m. On a également la relation  $v = \lambda \cdot f$ , ce qui donne  $\rightarrow v = 140$  m/s.

## 4.3 Mesure de la fréquence du son produit par une corde

Matériel complémentaire conseillé (non fourni) :

- Générateur amplifié 2 MHz
- Microphone 600 Ohms
- Haut-parleur
- Oscilloscope 50 MHz

### Méthode 1 :

Relier un haut-parleur à un GBF avec affichage numérique de la fréquence. Rechercher à l'oreille l'unisson entre le son émis par le haut-parleur et celui émis par la corde étudiée.

### **Méthode 2 :**

Placer un microphone dans la caisse de résonance du sonomètre. Relier le micro à un oscilloscope à mémoire pour mesurer la périodicité du son capté. En déduire la fréquence.

### **4.4 Calcul de la tension d'une corde en fonction de sa fréquence de vibration**

Une corde fixée à ses deux extrémités présente toujours un nœud de vibration à ses extrémités et un certain nombre de nœuds intermédiaires. Ce système d'ondes stationnaires se manifeste par un nombre entier de fuseaux répartis le long de la corde.

Si l'on voit  $k$  fuseaux, la longueur de chacun d'eux étant  $\lambda/2$ , la longueur totale de la corde  $L$  est donnée par l'expression :

$$L = k \cdot \lambda / 2$$

Par ailleurs, on a :

$$\lambda = v / y \text{ et } v = \sqrt{F / \mu}$$

Ce qui donne :

$$L = k \cdot \sqrt{F / \mu} / 2 y$$

Avec

- $y$  : fréquence, en Hz,
- $v$  : vitesse des ondes transversales, en m/s,
- $F$  : tension de la corde, en N,
- $L$  : longueur de la corde, en m,
- $k$  : nombre entier de fuseaux,
- $\mu$  : masse linéique de la corde, en g/m.

### **Exemple :**

Une corde de 1 m et de masse totale 5 g vibrant en un seul fuseau donne un son de fréquence 130,5 Hz. Sa tension  $F$  s'exprime par la relation suivante :

$$F = 4 \cdot \mu \cdot L^2 \cdot y^2 / k^2$$

Soit  $F = 4 \cdot \mu \cdot L^2 \cdot y^2$  avec  $k = 1$

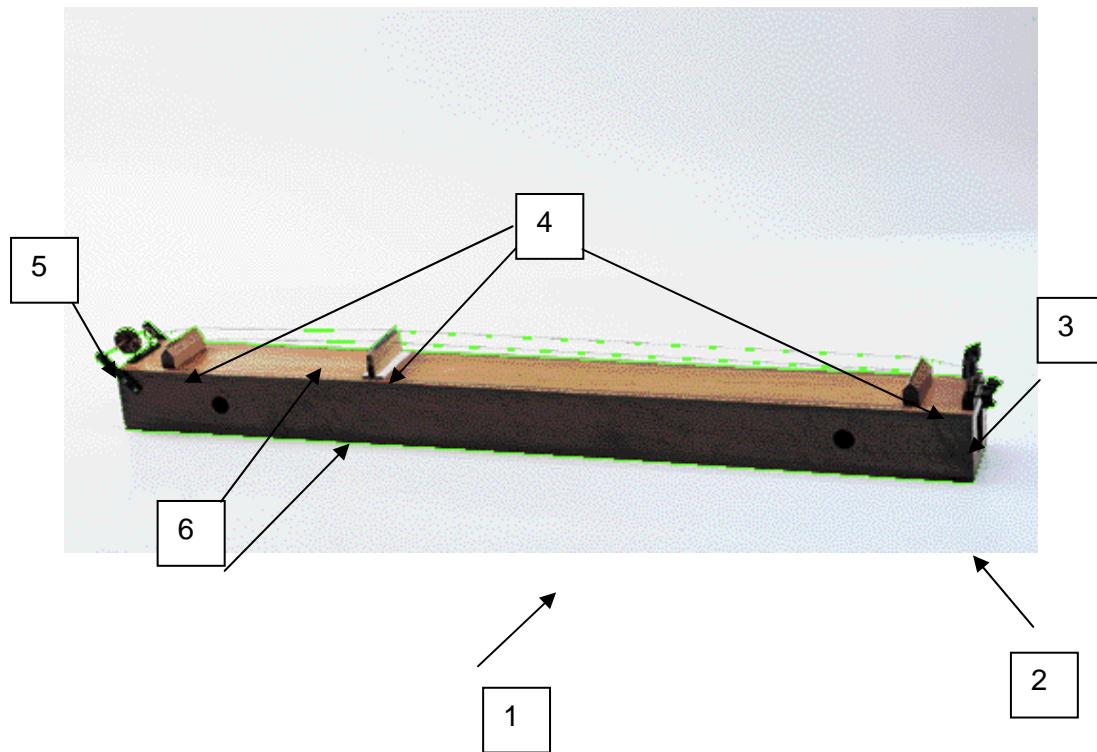
Soit  $F = 345$  N

### **5 Service après vente**

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers.

Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

**JEULIN - SUPPORT TECHNIQUE**  
**Rue Jacques Monod**  
**BP 1900**  
**27 019 EVREUX CEDEX FRANCE**  
**0825 563 563**



## 1 Description

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 1. Wooden sounding-box | 4. Bridges           |
| 2. Opening 5 x 5 cm    | 5. Pulley on support |
| 3. Tension bolt        | 6. Metal strings     |

The sound level meter consists of a wooden sounding-box (1) on which are fixed 2 metal strings of different diameters (6) and a nylon string. The tension in the 2 metal strings is created by the tension bolt (3). The sounding-box has a screen-printed marking from 0 to 1 m on its top face.

Two bridges (3) are placed at each end of the marking. The third bridge is positioned in this area to define 2 portions of the string.

There is an opening (5 x 5 cm) at one end to place the microphone inside the sounding-box in order to study the sound emitted during the vibration.

Delivered with a nylon string fitted with a hook at one end.

## 2 Objectives

- To measure the position of nodes and antinodes in function of the frequency of vibration of a string
- To generate sound
- To study of the vibration of a metal string through which an AC current passes close to a magnet
- To determine the velocity of propagation of a wave

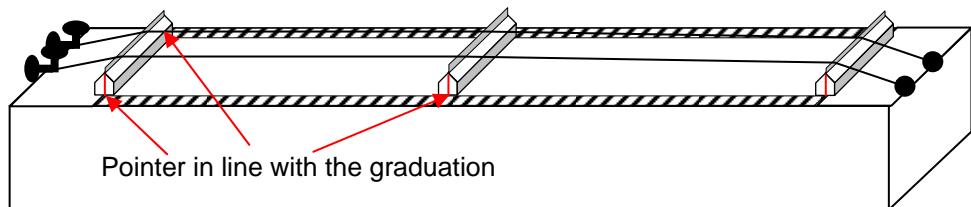
### 3 Technical characteristics

- Graduation: 0 to 1 m with a precision of 1mm
- Effective length: 1 m
- Overall dimensions: 120 x 12 x 15 cm
- Mass: 3,8 kg
- Guarantee: 2 years

### 4 Experiments

#### 4.1 Study of the vibration of a plucked string

Place two bridges on the device at the 0 and 100 markings of the two rulers. These bridges limit the string length to 1 m, see figure below.



Tighten a metal string placed on 2 bridges with a tension bolt until the string generates a sound when plucked.

Place the third bridge at the 66.6 cm marking; it defines two portions of the string with same tension but with a length of one double than the other.

Place paper riders (not supplied) on the 16.6 cm, 33.3 cm and 50 cm markings on the longer portion of the string.

Make the shorter portion of the string vibrate by plucking with the nail or by bowing (bow not supplied): The longer portion begins to vibrate through resonance. We observe that the paper riders on the 16.6 cm and 50 cm markings are thrown off whereas the 33.3 cm marking remains in place.

We thus show that the longer part of the string vibrates in two zones, at its first harmonic and at the same frequency as the first portion of the string.

We can repeat by placing the third bridge at the 75 cm marking to show that the longer part of the string vibrates this time in three zones, at its second harmonic, etc ...

#### Theoretical values

The modes of vibration are defined by the relation  $2L = n \cdot \lambda$ . The plucked portion of the string  $l_c$  determines the wavelength of vibration that is  $\lambda = 2 \times l_c$ .

For  $l_c = 33.3$  cm,  $\lambda = 2 \times 33.3 = 66.6$  cm, which gives the number of nodes on the total length of the string:  $n = 2 \times 66.6 / 66.6$  that is  $n = 2$  nodes.

For  $l_c = 25$  cm, we thus have  $\lambda = 2 \times 25 = 50$  cm, which gives the number of nodes on the total length of the string:  $n = 2 \times 75 / 50$  that is  $n = 3$  nodes, etc.

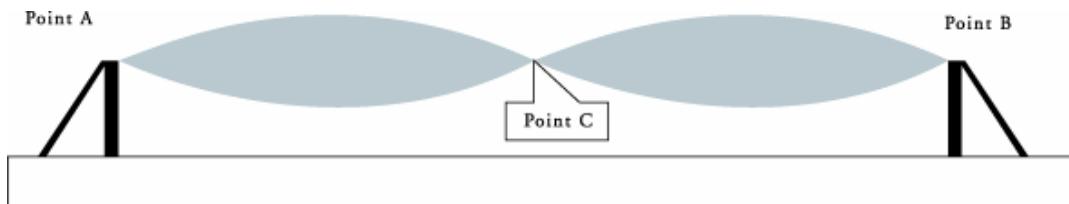
## 4.2 Velocity of propagation a wave generated by LFG

Additional equipment required (not supplied):

- 2MHz amplified generator
- Rheostat 33  $\Omega$
- U-shaped magnet
- Insulated alligator clips

The sound level meter is used over a maximum length of 1 m with a bridge on each end of the metal string (connected to the circuit by two alligator clips).

The U-shaped magnet is placed at the 25 mm marking. An AC voltage of 140 Hz frequency is applied between the 2 bridges: The string vibrates in 2 zones with a node at the 50 mm marking, see the diagram below.



The modes of vibration are defined by the relation  $2L = n\lambda$ .

The mode of vibration observed corresponds to 2 ( $n$  = number of zones), where  $\lambda = L = 1 \text{ m}$ .

We also have the relation  $\rightarrow v = \lambda \cdot f$ , which gives :  $\rightarrow v = 140 \text{ m/s}$ .

## 4.3 Measuring the frequency of the sound generated by a string

Additional equipment required (not supplied):

- 2 MHz amplified generator
- 600Ohms Microphone
- Loudspeaker
- 50MHz Oscilloscope

### Method 1:

Connect a loudspeaker to a LFG with a digital display of the frequency.

By listening, find unison between the sound generated by the loudspeaker and the sound generated by the string being studied.

### Method 2:

Place a microphone in the sounding-box of the sound-level meter.

Connect the loudspeaker to a storage oscilloscope to measure the periodicity of the sound captured. Deduce the frequency from this.

## 4.4 Calculating the tension of a string in relation to the frequency of vibration

A string attached at both ends always presents a vibration node at each end and a certain number of intermediary nodes. This system of standing waves is represented by an integer number of zones spread over the length of the string.

If we see  $k$  zones, the length of each one will be  $\lambda/2$ , the total length of the string  $L$  is given by the expression:  $L = k \cdot \lambda / 2$

In addition, we have:  $\lambda = v / y$  and  $v = \sqrt{F/\mu}$

Which leads to:  $L = k \cdot \sqrt{F/\mu} / 2 y$

With

- $y$ : frequency in Hz
- $v$ : velocity of transverse waves in m/s
- $F$ : tension of the string, in N
- $L$ : length of the string, in m
- $k$ : integer number of zones
- $\mu$ : linear density of the string, in g/m

### Example:

A 1 m string having a total mass of 5 g vibrating only in one zone generates a sound having a frequency of 130.5 Hz. Its tension  $F$  is expressed by the following relation:

$$F = 4 \cdot \mu \cdot L^2 \cdot y^2 / k^2$$

That is  $F = 4 \cdot \mu \cdot L^2 \cdot y^2$  with  $k = 1$

That is  $F = 345$  N

## 5 After-Sales Service

This material is under a two year warranty and should be returned to our stores in the event of any defects.

For any repairs, adjustments or spare parts, please contact:

**JEULIN - TECHNICAL SUPPORT**  
**Rue Jacques Monod**  
**BP 1900**  
**27 019 EVREUX CEDEX FRANCE**  
**0825 563 563**

# Assistance technique en direct

Une équipe d'experts à votre disposition du Lundi au Vendredi (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 \*

**0825 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 EEE,  
utilisez le + 33 (0)2 32 29 40 50

Aide en ligne :  
**www.jeulin.fr**

Rubrique FAQ



Rue Jacques-Monod,  
Z.I. n° 1, Netreville,  
BP 1900, 27019 Evreux cedex,  
France

Tél. : + 33 (0)2 32 29 40 00

Fax : + 33 (0)2 32 29 43 99

Internet : [www.jeulin.fr](http://www.jeulin.fr) - [support@jeulin.fr](mailto:support@jeulin.fr)

Phone : + 33 (0)2 32 29 40 49

Fax : + 33 (0)2 32 29 43 05

Internet : [www.jeulin.com](http://www.jeulin.com) - [export@jeulin.fr](mailto:export@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 immediately to provide you with the right answers regarding your activity field : Biology, Physics, Chemistry, Technology .

## Free service \*

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

\* Call cost not included

\*\* Only for call from foreign countries

