

# Méthode EXAO®

***EXAO® method***

Réf :  
**222 040**

Français – p 1

English – p 5

Version : 6006

**Pendule élastique vertical**  
***Vertical elastic pendulum***

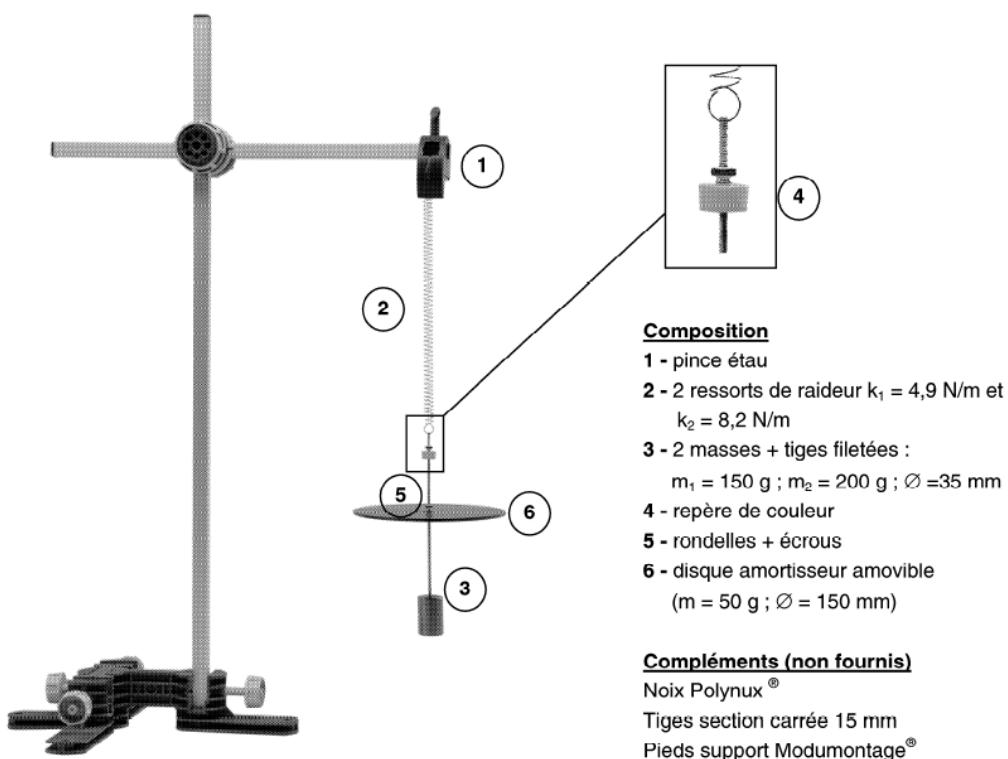
## 1. Description

Cet ensemble permet l'étude des oscillations libres : influence de la masse, de la raideur du ressort et de l'amortissement dans l'air.

Il a été spécialement conçu pour une étude par vidéo.

Le logiciel d'acquisition et de traitement vidéo Cinéris (ou Génériss 5 Plus) permet de filmer et d'exploiter aisément l'ensemble des manipulations réalisables avec ce système, grâce à son repère de couleur.

Ainsi, vous aurez accès à la mesure de la période ou pseudo périodes et à l'amplitude du mouvement. Toutes ces données peuvent alors être exploitées et modélisées.



## 2. Caractéristiques techniques

La composition du pendule élastique vertical permet de faire varier un seul paramètre à la fois :  $m$ ,  $k$  ou amortissement, pour une étude simplifiée des oscillations.

Le ressort est fixé par la pince étau.

La tige du système masse + tige est percée à son extrémité pour accrocher le dispositif au ressort.

Le disque amortisseur est ajouté (entre les rondelles) ou enlevé grâce à sa fente.

Le repère de couleur est destiné à faciliter le traitement informatique de la vidéo.

Le système de tige filetée, d'écrou et de rondelle assure le maintien des éléments, leur réglage en hauteur et évite leur perte.

### 3. Expérimentation : Oscillations d'un système masse-ressort

#### 3.1 Les objectifs de l'expérience

Etudier les caractéristiques de la force de rappel en statique.

Identifier et mesurer l'amplitude et la période des oscillations

Visualiser les courbes : élongation  $x(t)$ , de la vitesse  $v(t)$  et l'accélération  $a(t)$  du mouvement.

Comparaison des courbes d'élongation à des cas différents :

- Même raideur et masses différentes,
- Même masse et raideur différente des ressorts,
- Même masse et raideur avec ou sans amortissement

Vérifier la cohérence de certaines valeurs trouvées expérimentalement, par exemple  $(2\pi/T)$  dans l'égalité  $a(t) = (2\pi/T)^2 \cdot x(t)$

#### 3.2 Le matériel utilisé

Le pendule élastique vertical

Le logiciel Cinéris

La webcam TOUCam Philips

Pour établir la proportionnalité entre la force de rappel d'un ressort et son allongement utiliser la masse  $m_1$  de 150 g et les deux ressorts disponibles.

Une fois l'influence du ressort déterminée, étudier :

- L'influence de la masse : utiliser le ressort de raideur  $k_2$  et réaliser la manipulation successivement avec  $m_1$  puis  $m_2$

L'influence de l'amortissement : utiliser le ressort de raideur  $k_2$  et réaliser la manipulation successivement avec la masse  $m_2$  puis avec la masse  $m_1 +$  le disque.

#### 3.3 La réalisation du montage et les réglages

Réaliser le montage avec les éléments qui vous intéressent.

Connecter la webcam à l'ordinateur

Ouvrir Cinéris

Réaliser l'enregistrement vidéo du mouvement  
(voir notice Cinéris)



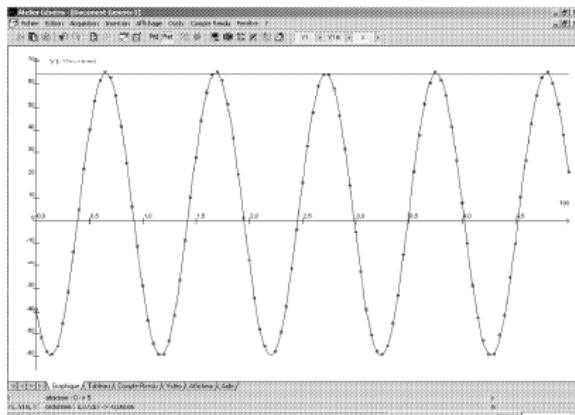
#### 3.4 L'exploitation des mesures obtenues

L'exploitation de la vidéo est réalisée directement avec Cinéris.

Vous pouvez obtenir les courbes de mouvement et les modéliser.

##### ❖ Les oscillations libres sans amortissement

Exemple d'acquisition obtenu avec  $k_2$  et  $m_1$



La mesure de la période est effectuée oscillation par oscillation (pour vérifier sa constance), puis en mesurant la durée du nombre maximum d'oscillations visibles, divisée par ce nombre.

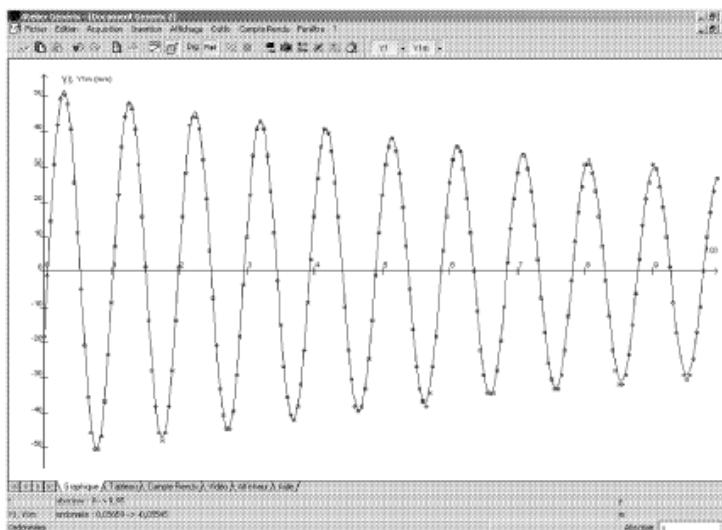
Si un faible amortissement apparaît, choisir une durée d'acquisition plus faible, sur deux ou trois périodes enregistrées, pour que le phénomène soit peu visible.

Partir de cet enregistrement pour étudier l'équation de la courbe, sa modélisation, les tracés des courbes relatives à la vitesse et à l'accélération du mouvement.

Comparer les courbes obtenues à  $m = \text{cste}$  et  $k$  variable puis à  $k = \text{cst}$  et  $m$  variable.

#### ❖ Les oscillations libres avec amortissement

Exemple d'acquisition obtenu avec  $k_2m_1$  et le disque.



La mesure de la pseudo-période est réalisée comme dans le cas précédent.

## 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

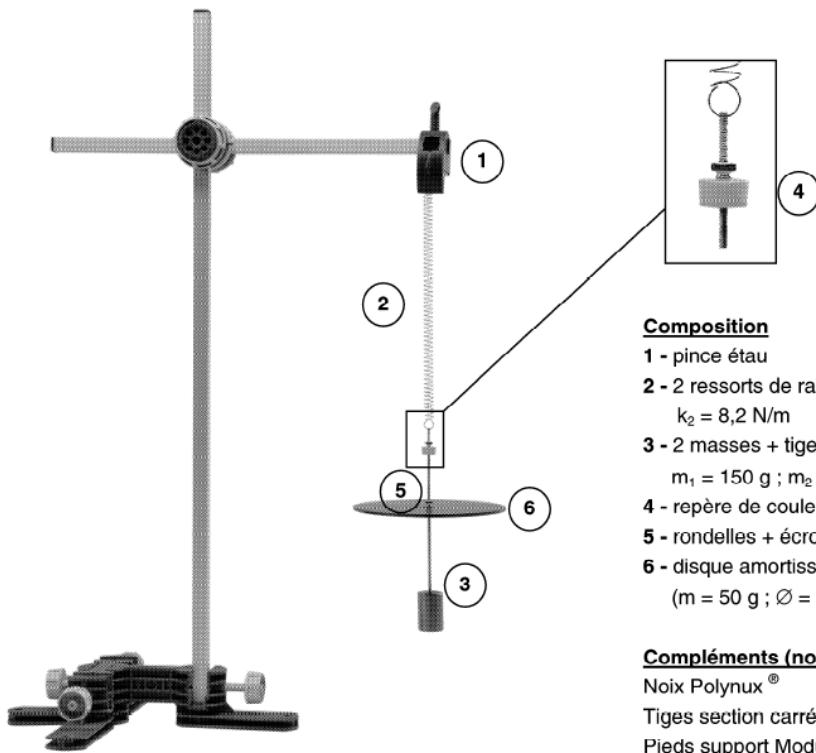
## 1. Description

This assembly helps study free oscillations: influence of the mass, the spring constant and the damping in air.

It was specially designed for a video study.

The acquisition and video processing software Cineris (or Generis 5 Plus) helps film and easily process all the experiments that can be carried with this system using its colour reference mark.

Thus, you have access to the period or pseudoperiod measurements and to the amplitude of the movement. All this data can then be processed and modelled.



## 2. Technical characteristics

The composition of the vertical elastic pendulum helps vary a single parameter at a time: m, k or the damping, for a simplified study of the oscillations.

The spring is fixed with lock-grip pliers.

The shaft of the mass + shaft system is pierced at its end to attach the device to the spring.

The damper disc is added (between the washers) or removed using its slot.

The colour reference mark is designed to facilitate the data processing of the video.

The threaded rod, screw and washer system ensure the retaining of the elements, their adjustment and prevent their loss.

### 3. Experimentation : Oscillations of a mass-spring system

#### 3.1 Objectives of the experiment

To study the characteristics of the static opposing force.

To identify and measure the amplitude and period of oscillation.

To display the curves: displacement  $x(t)$ , velocity  $v(t)$  and acceleration  $a(t)$  of the motion.

Comparison of displacement curves in different cases:

- Same stiffness and different masses
- Same mass and different stiffness of springs
- Same mass and stiffness with or without damping.

Check the consistency of some experimentally obtained values, for example  $(2\pi/T)$  in the equation  $a(t) = -(2\pi/T)^2 \cdot x(t)$ .

#### 3.2 Equipment used

Vertical elastic pendulum  
Cinérис software  
ToUCam Philips webcam

To establish proportionality between the restoring force of a spring and its displacement using mass  $m_1$  of 150 g and the two available springs.

Once the influence of the spring is determined, study:

- The influence of the mass: use a spring of stiffness  $k_2$  and carry out the experiment successively with  $m_1$  then  $m_2$
- The influence of damping: use a spring of stiffness  $k_2$  and carry out the experiment successively with mass  $m_2$  then with mass  $m_1 +$  the disc.

#### 3.3 Setting up and adjustments

Set-up the experiment with elements that interest you.

Connect the webcam to the computer

Open Cinérис

Video record the motion (refer to the Cinérис instructions)



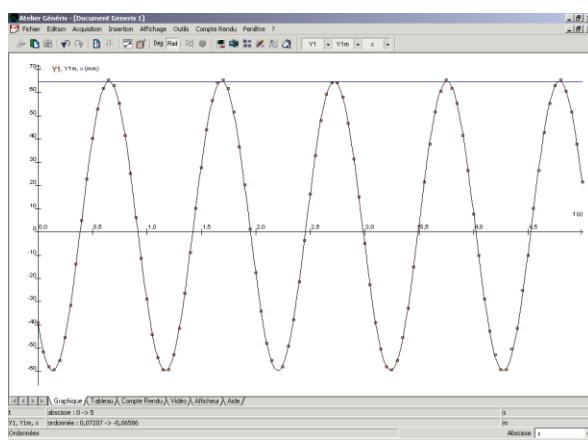
#### 3.4 Processing of measurements obtained

The processing of the video is done directly by Cinérис.

The motion curves can be obtained and modelled.

##### ❖ Free oscillations without damping

Example of acquisition obtained with  $k_2$  and  $m_1$



The measurement of the period is carried out from oscillation to oscillation (to check its consistency), then by measuring the duration of the maximum number of visible oscillations divided by this number.

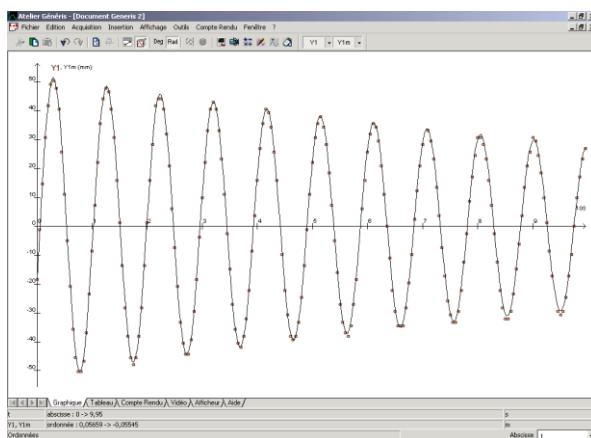
If slight damping occurs, select a lower acquisition duration on two or three recorded periods so that the phenomenon is barely visible.

From this recording move on to study the equation of the curve, its modelling, the lines of the curves relating to the velocity and acceleration of the motion.

Compare the curves obtained with  $m = \text{constant}$  and  $k$  variable then with  $k = \text{constant}$  and  $m$  variable.

### ❖ Free oscillations with damping

Example of acquisition obtained with  $k_2 m_1$  and the disc



The measurement of the pseudo-period is carried out as in the previous case.

## 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**

# 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**



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

# 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 2 32 29 40 50\*\***

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