

# **Mécanique**

Etude du pendule

# ***Mechanics***

*Study of the pendulum*

**Ref :  
222 008**

Français – p 1

English – p 11

Version : 7005

**Kit pendule simple et pesant**  
***Simple and weight pendulum kit***

## SOMMAIRE

1	Description.....	2
2	Composition et caractéristiques techniques .....	3
3	Compléments (non fournis) .....	3
4	Expérimentation : Etude du pendule simple par vidéo .....	3
4.1	Objectifs de l'expérience	3
4.2	Matériel utilisé	4
4.3	Réalisation du montage	4
4.4	Acquisition de la vidéo	4
4.5	Traitement de la vidéo	4
4.6	Exploitation des mesures obtenues	5
5	Expérimentation : Amortissement, régimes apériodique et critique .....	6
5.1	Les objectifs de l'expérience	6
5.2	Matériel utilisé	7
5.3	Réalisation du montage et réglages	7
5.4	Acquisition de la vidéo	7
5.5	Traitement de la vidéo	7
5.6	Exploitation des mesures obtenues	7
6	Expérimentation : Etudes énergétiques.....	8
7	Service après vente .....	9

## 1 Description

Cet ensemble a été spécialement conçu pour une étude simple des oscillations mécaniques du pendule simple ou pesant.

**Il permet :**

- L'étude de la période propre d'un pendule simple
- L'étude de l'amortissement du pendule pesant
- La vérification de la loi d'isochronisme des petites oscillations du pendule simple
- D'acquérir les notions d'amplitude, de période, de pseudo période, de régimes apériodique et critique

La composition du kit pendule simple et pesant permet de faire varier un seul paramètre à la fois : masse, longueur du pendule ou amortissement.

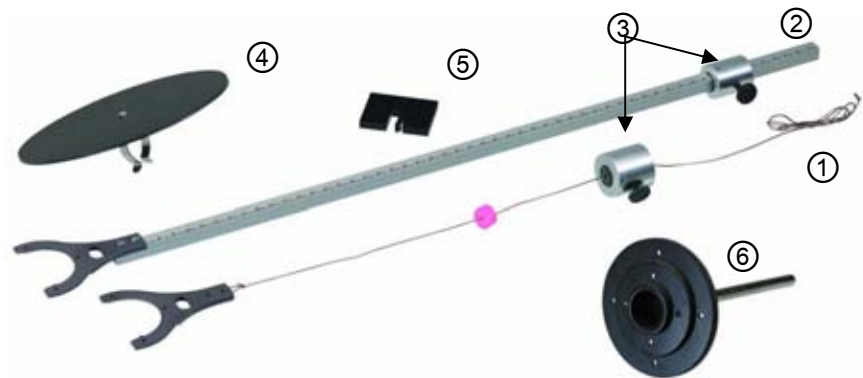
Le montage peut être modifié en quelques secondes grâce à un système astucieux de fixation des différents éléments :

- Système d'accroche du pendule par une fourche clipsée sur la poulie étagée
- Masse avec vis pouvant s'attacher sur le pendule simple et pesant et permettant de régler sa hauteur
- Disque amortisseur clipsable sur les masses et orientable pour faire varier l'amortissement
- Palette amovible pour l'étude des régimes apériodique et critique avec le pendule pesant

Le repère de couleur sur le pendule simple est destiné à faciliter le traitement informatique lors d'une exploitation par vidéo.

## 2 Composition et caractéristiques techniques

- ① Support pendule simple : fourche de fixation sur poulie étagée, fil de 1 mètre, 1 accessoire de fixation des masses réglable en hauteur, 1 repère de couleur.
- ② Support pendule pesant : fourche de fixation sur poulie étagée, tige rigide graduée  $L = 600$  mm
- ③ 2 masses 100 et 150 g avec système d'accroche pour clip et tige graduée.
- ④ Disque amortisseur (50 g) avec système d'accroche sur la masse de 100 g.
- ⑤ Palette pour étude des régimes apériodique et critique, se fixe à l'extrémité de la tige graduée.
- ⑥ Une poulie étagée à roulement à bille de haute qualité



## 3 Compléments (non fournis)

- Pied support en fonte, pince étau, cuvette.

- Un simple chronomètre qui permet une 1<sup>ère</sup> approche quantitative des lois du pendule.

Pour aller plus loin, une webcam et d'un logiciel de traitement de la vidéo comme l'atelier scientifique, permet une acquisition et un traitement informatisé des données.

Il est également possible d'informatiser les données avec votre console Ex.A.O. à l'aide d'une poulie étagée électronique et d'un module angle qui fournit une tension proportionnelle à l'angle du pendule. Cette tension est directement exploitable sur tout type d'interface d'Ex.A.O.

## 4 Expérimentation : Etude du pendule simple par vidéo

### 4.1 Objectifs de l'expérience

Etude de période propre du pendule simple : influence de la masse et de la longueur du pendule.

Montrer l'influence de l'angle sur l'amplitude.

Vérification de la loi d'isochronisme des petites oscillations du pendule simple.


## 4.2 Matériel utilisé

- Le pendule simple du « Kit pendule simple et pesant »,
- Une webcam,
- Logiciel d'acquisition et de traitement de données.

## 4.3 Réalisation du montage

- Fixer la poulie étagée sur un pied support en fonte à l'aide d'une pince étau.
- Clipser le pendule sur la poulie au niveau des 2 encoches en prenant soin de disposer le repère de couleur.
- Brancher une webcam sur votre PC et positionner celle-ci en face, perpendiculairement au pendule.

## 4.4 Acquisition de la vidéo

Dans l'atelier vidéo accessible par l'icône , aller dans l'onglet « Acquisition et vidéo rapide », paramétrer 10 ou 15 secondes de durée pour la séquence.



Lancer le pendule puis démarrer l'acquisition en cliquant sur l'icône webcam.

## 4.5 Traitement de la vidéo

Cliquer sur l'onglet Traitement automatique

### Etape 1 : Etalonnage

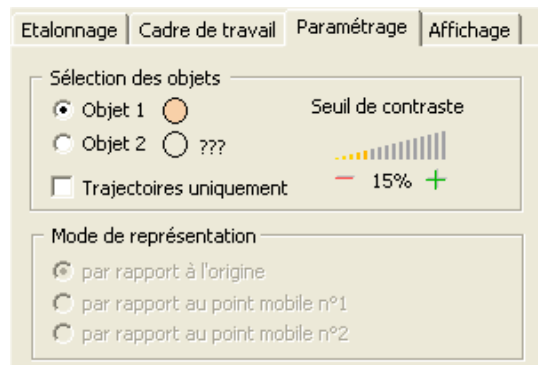
- Fixer l'origine du repère
- Déterminer une échelle

### Etape 2 : cadre de travail

- Sélectionner le cadre vert dans un coin à l'aide de la souris et redimensionner celui-ci pour couvrir uniquement la zone correspondant à la zone utile.

### Etape 3 : Paramétrage

- Sélectionner l'objet à suivre.

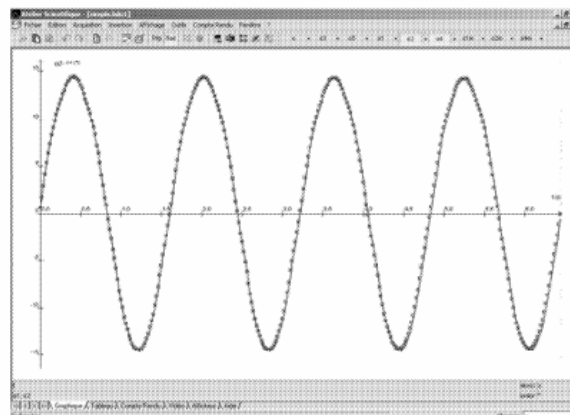


- Lancer le traitement en cliquant sur le feu vert.

## 4.6 Exploitation des mesures obtenues

L'exploitation de l'acquisition est réalisée directement avec l'atelier scientifique et l'atelier modélisation :

### ❖ Influence de la masse sur la période :



#### Conditions expérimentales

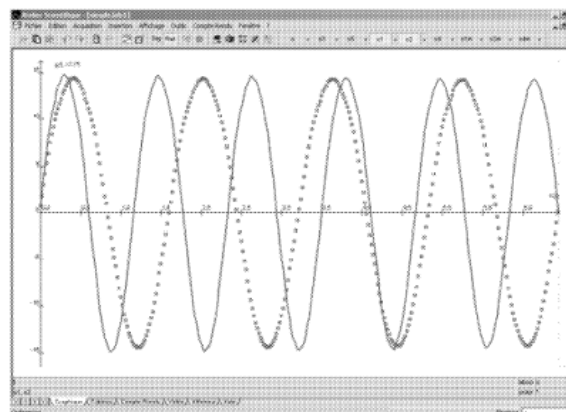
Masses différentes

Angles identiques

Longueurs identiques

Les courbes se superposent exactement. On montre donc que la masse n'a aucune influence sur la période

### ❖ Influence de la longueur du pendule sur la période :



#### Conditions expérimentales

Masse identiques

Angles identiques

Longueurs différentes

On constate que la période varie avec la longueur du pendule.

Il est possible d'obtenir, à partir du graphique et après modélisation, la valeur de la période expérimentale et de la comparer à la période propre théorique du pendule. On trouve ici :

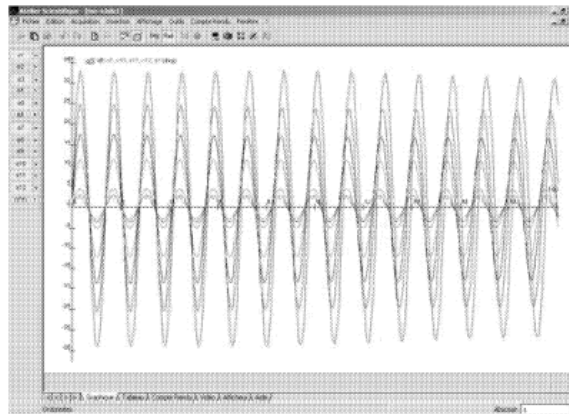
#### Courbe pleine

$$T_{\text{exp}} (\text{modélisation}) = 1,14 \text{ s} \quad L = 32 \text{ cm} \quad T_{\text{théo}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 1,13$$

#### Courbe pointillée

$$T_{\text{exp}} (\text{modélisation}) = 1,61 \text{ s} \quad L = 64 \text{ cm} \quad T_{\text{théo}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 1,60 \text{ s}$$

#### ❖ Vérification de la loi d'isochronisme des petites oscillations du pendule simple :



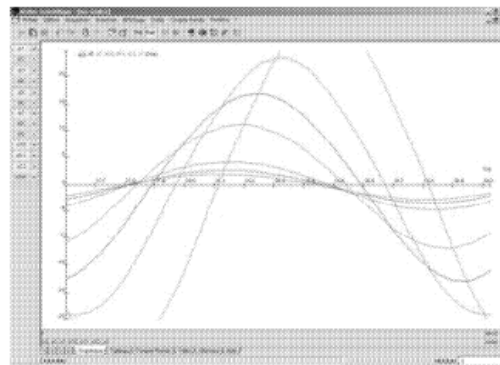
#### Conditions expérimentales

Masses identiques

Longueurs identiques

Angles différents

Cette étude permet de montrer l'influence de l'angle sur la période.



Un zoom sur la 10<sup>ème</sup> période d'oscillation permet de montrer que pour des faibles valeurs d'angle la période est identique (principe de l'isochronisme) puis que pour des valeurs plus élevées, l'angle a une influence sur la période.

## 5 Expérimentation : Amortissement, régimes apériodique et critique

### 5.1 Les objectifs de l'expérience

Etude de l'amortissement du pendule pesant.

Notions de pseudo période, de régimes apériodiques et critique.

## 5.2 Matériel utilisé

- Le pendule pesant, le disque amortisseur et palette du « Kit pendule simple et pesant »,
- Une webcam,
- Logiciel d'acquisition et de traitement de données.

## 5.3 Réalisation du montage et réglages

- Fixer la poulie étagée sur un pied support en fonte à l'aide d'une pince étau.
- Clipser le pendule sur la poulie au niveau des 2 encoches en prenant soin de disposer le repère de couleur.
- Brancher une webcam sur votre PC et positionner celle-ci en face perpendiculairement au pendule.

## 5.4 Acquisition de la vidéo



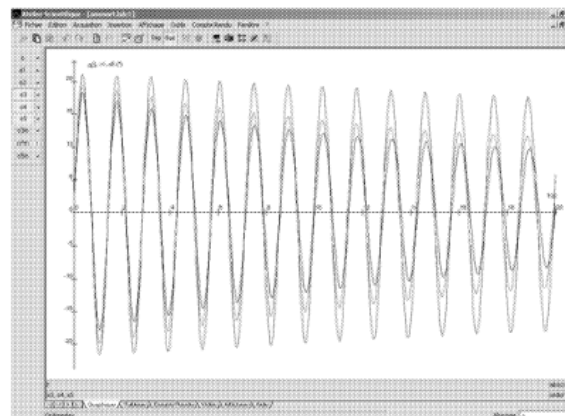
Dans l'atelier vidéo accessible par l'icône , aller dans l'onglet « Acquisition et vidéo rapide », paramétrer 10 ou 15 secondes de durée pour la séquence

## 5.5 Traitement de la vidéo

Voir chapitre 4.5

## 5.6 Exploitation des mesures obtenues

❖ Notions de pseudo période et amortissement :



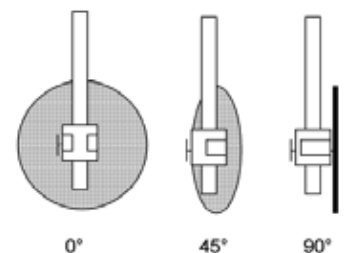
La modélisation des courbes permet de comparer Les pseudo périodes et montrer qu'elles sont identiques (ici  $T = 1,42$  s). Elles donnent aussi la valeur du coefficient d'amortissement.

### Conditions expérimentales

Masses identiques

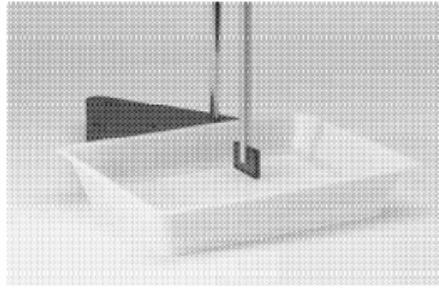
Longueurs identiques

Amortissement variable (le disque amortisseur est plus ou moins incliné pour faire varier l'amortissement)



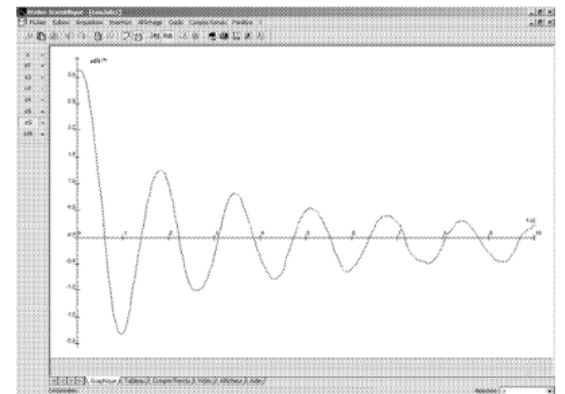


❖ **Notions de régime apériodique et critique :**



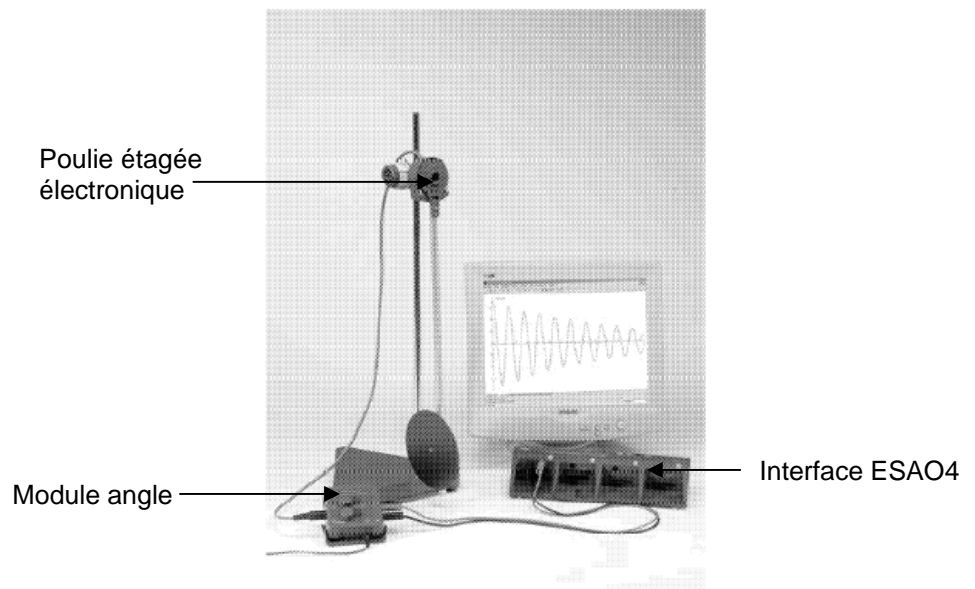
La palette est fixée à l'extrémité du pendule pesant.  
 La cuvette est remplie de liquide plus ou moins visqueux (exemple : eau, huile, glycérine)  
 Le mouvement est enregistré comme précédemment.

Exemple d'enregistrement pour un amortissement dans l'eau.  
 Enregistrement du régime critique.



## 6 Expérimentation : Etudes énergétiques

Pour aller plus loin dans l'exploitation de ces données le logiciel Génériss 5 permet d'appliquer tous les calculs nécessaires pour une étude énergétique.



Exemple d'exploitation en Ex.A.O avec une interface ESAO 4, une poulie étagée électronique -réf : 453109 (complément non livré) et le module angle -réf : 453110 (complément non livré).

## **7 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**  
**+33 (0)2 32 29 40 50**

**NOTES**

## CONTENTS

1	Description.....	12
2	Composition and technical characteristics.....	13
3	Accessories (not supplied).....	13
4	Experiment: Study of the simple pendulum by video recording	13
4.1	Purposes of the experiment	13
4.2	Equipment used	14
4.3	Set-up of the assembly	14
4.4	Video recording	14
4.5	Processing the video	14
4.6	Analysing the measurements obtained	15
5	Experiment: damping, aperiodic and critical regimens .....	16
5.1	Purposes of the experiment	16
5.2	Equipment used	17
5.3	Set up and adjustment	17
5.4	Video recording	17
5.5	Processing the video	17
5.6	Analysis of measurements obtained	17
6	Experiment: Energy studies.....	18
7	After-Sales Service .....	19

## 1 Description

This assembly was designed specifically for basic study of the mechanical oscillation of a simple or weight pendulum.

**It allows:**

- Studying the specific period of a simple pendulum
- Studying the damping of a weight pendulum
- Verification of the law of isochronism of the minor oscillations of a simple pendulum
- Learning about the concepts of amplitude, period, pseudo-period, aperiodic and critical regimens

The composition of the simple and weight pendulum kit allows varying one single parameter at a time: weight, length of the pendulum or damping.

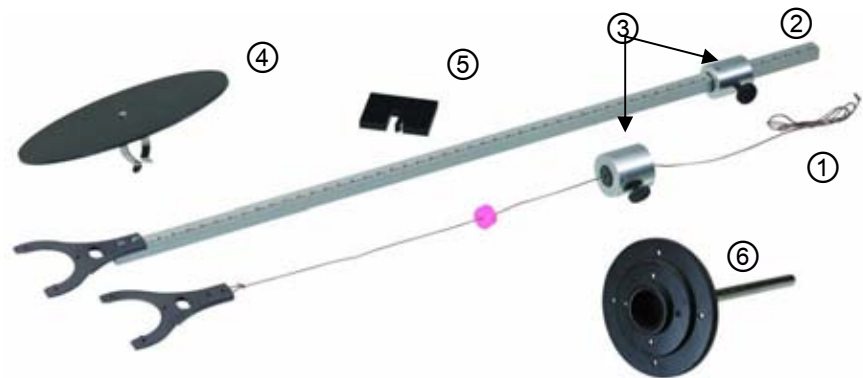
The assembly can be modified in just a few seconds thanks to an ingenious system for attaching the various components:

- System for hooking-on the pendulum using a bracket clipped onto a stepped pulley
- Weight with screw which can be attached to the simple weight pendulum to adjust its height
- A damping disk which can be clipped onto the weights and orientated to vary the damping
- A removable blade to study aperiodic and critical regimens with the weight pendulum

The colour marker on the simple pendulum is intended to facilitate computer processing during video operation.

## 2 Composition and technical characteristics

- ① A simple pendulum support: an attaching bracket on a stepped pulley, wire length 1 metre, 1 accessory for attaching the adjustable height weights, 1 colour marker.
- ② Weight pendulum support: an attaching bracket on a stepped pulley, graduated rigid rod  $L = 600$  mm
- ③ 2 weights, 100 and 150 g with attaching system for clip and graduated rod.
- ④ Damping disk (50 g) with system for hooking onto the 100 g weight.
- ⑤ Blade to study aperiodic and critical regimens, attached to the end of the graduated rod.
- ⑥ A stepped pulley with high quality ball bearing.



## 3 Accessories (not supplied)

- A support base in cast iron, vice grip, tank.
- A simple chronometer for an initial approach to quantifying pendulum laws.

For more detailed study, a webcam and video processing software such as the science workshop, for computer input and processing of the data.

It is also possible to computerise the data using your Ex.A.O. console with an electronic stepped pulley and an angle module which supplies voltage proportional to the angle of the pendulum. This voltage can be used directly on any Ex.A.O type interface.

## 4 Experiment: Study of the simple pendulum by video recording

### 4.1 Purposes of the experiment

To study the specific period of the simple pendulum: influence of the weight and length of the pendulum.

To demonstrate the influence of the angle on amplitude.

Verification of the law of isochronism of minor oscillations of the simple pendulum.


## 4.2 Equipment used

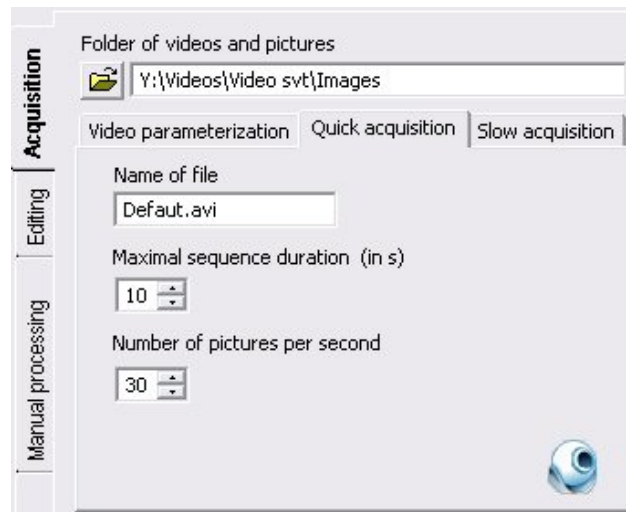
- The simple pendulum in the “simple and weight pendulum kit”,
- A webcam,
- Data input and processing software.

## 4.3 Set-up of the assembly

- Attach the stepped pulley on the cast iron support base using the vice grip.
- Clip the pendulum on to the pulley at the 2 notches taking care to add the colour marker.
- Connect a webcam to your PC and position it opposite, perpendicular to the pendulum.

## 4.4 Video recording

In the video workshop, accessible using the icon , go to the “fast recording and video tab”, parameter 10 or 15 seconds duration for the sequence.



Start the pendulum then start recording by clicking on the webcam icon.

## 4.5 Processing the video

Click on the automatic processing tab.

### Stage 1: Calibration

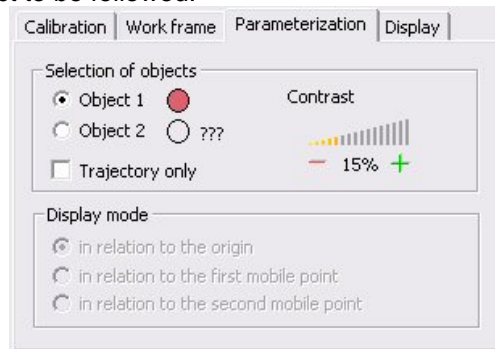
- Fix the origin of the marker
- Identify a scale

### Stage 2: Work frame

- Select the green frame in one corner using the mouse and re-size it so it covers solely the zone corresponding to the use zone.

### Stage 3: Parametering

- Select the object to be followed.

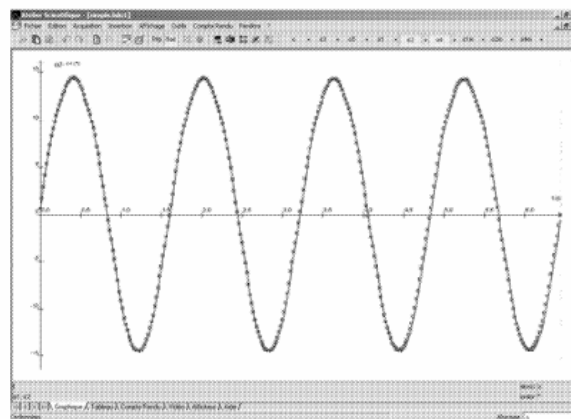


- Start processing by clicking on the green light.

## 4.6 Analysing the measurements obtained

Analysing the data acquired is performed directly with the science workshop and the modelling workshop:

### ❖ Influence of weight on the period:



#### Experiment Conditions

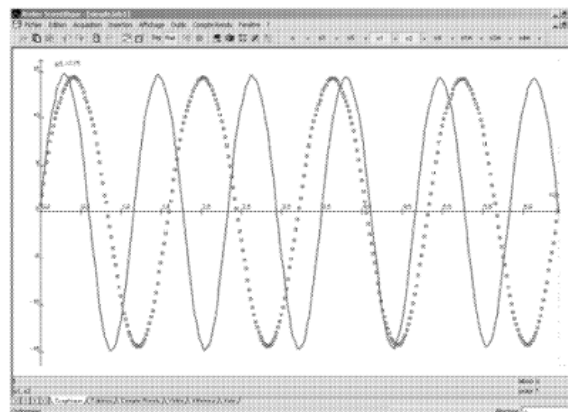
Different weights

Identical angles

Identical lengths

The curves are exactly superimposed. Hence it can be shown weight has no effect on the period.

### ❖ Influence of length of the pendulum on the period:



#### Experiment Conditions

Identical weight

Identical angles

Different lengths

It can be observed the period varies with the length of the pendulum.



It is possible to obtain the value of the experimental period from the graph and after modelling compare it with the theoretic intrinsic period of the pendulum. This gives:

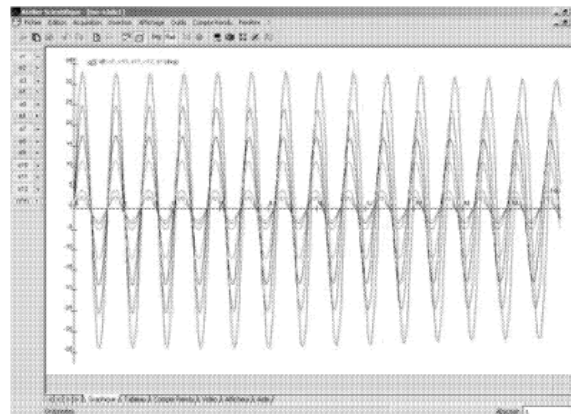
#### Solid line curve

$$T_{\text{exp}} (\text{modelling}) = 1.14 \text{ s} \quad L = 32\text{cm} \quad T_{\text{theo}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 1.13$$

#### Dotted line curve

$$T_{\text{exp}} (\text{modelling}) = 1.61 \text{ s} \quad L = 64\text{cm} \quad T_{\text{theo}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 1.60 \text{ s}$$

#### ❖ Verification of the law of isochronism of the minor oscillations of the simple pendulum:



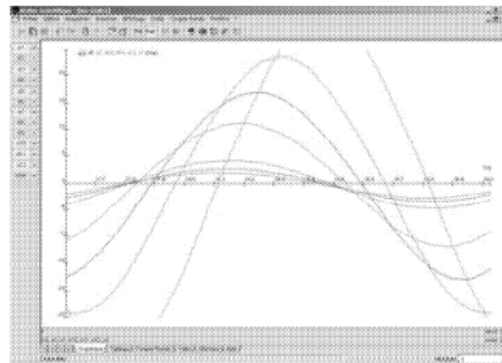
#### Experiment Conditions

Identical weights

Identical lengths

Different angles

This study indicates the influence of the angle on the period.



A close-up of the 10<sup>th</sup> period of oscillation shows that for small angles, the period is identical (principle of isochronism) and then for larger angles, the angle has an influence on the period.

## 5 Experiment: damping, aperiodic and critical regimens

### 5.1 Purposes of the experiment

Study of the shock absorption of the weight pendulum.  
Concept of pseudo period, a periodic and critical regimens.

## 5.2 Equipment used


- The weight pendulum, the damping disc and the blade from the "Simple and weight pendulum kit",
- A webcam,
- Data processing and input software.

## 5.3 Set up and adjustment

- Attach the stepped pulley to the cast iron support base using the vice grip.
- Clip the pendulum on to the pulley at the 2 notches taking care to position the colour marker.
- Connect a webcam to your PC and position it opposite, perpendicular to the pendulum.

## 5.4 Video recording



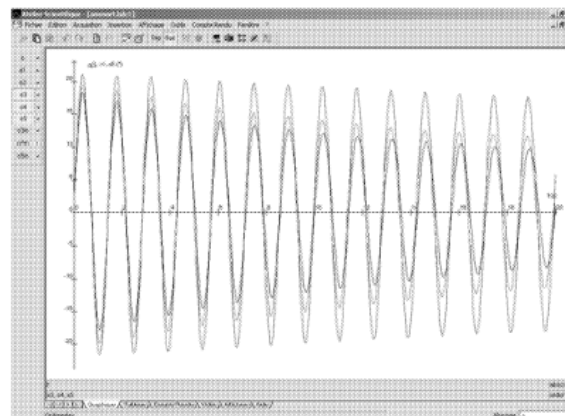
In the video workshop, accessible using the icon , go to the "fast recording and video tab", parameter 10 or 15 seconds duration for the sequence.

## 5.5 Processing the video

See section 4.5

## 5.6 Analysis of measurements obtained

❖ Concept of pseudo period and damping:



Modelling the curves allows comparing the pseudo periods and indicating they are identical (here  $T = 1.42$  s).

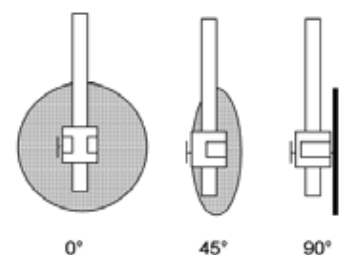
This also gives the value of the damping coefficient.

### Experiment Conditions

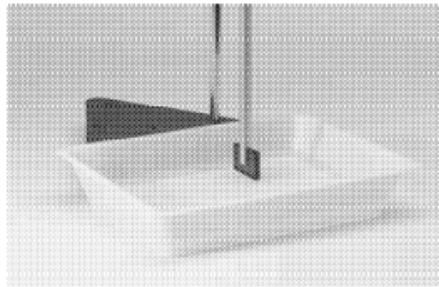
Identical weights

Identical lengths

Variable damping (the damping disc is inclined more or less to vary the damping)

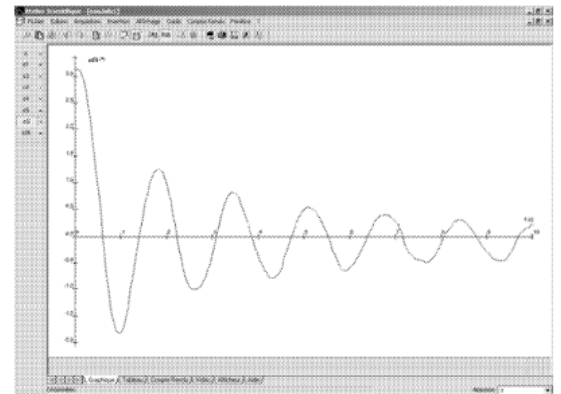


❖ Concept of aperiodic and critical regimens:



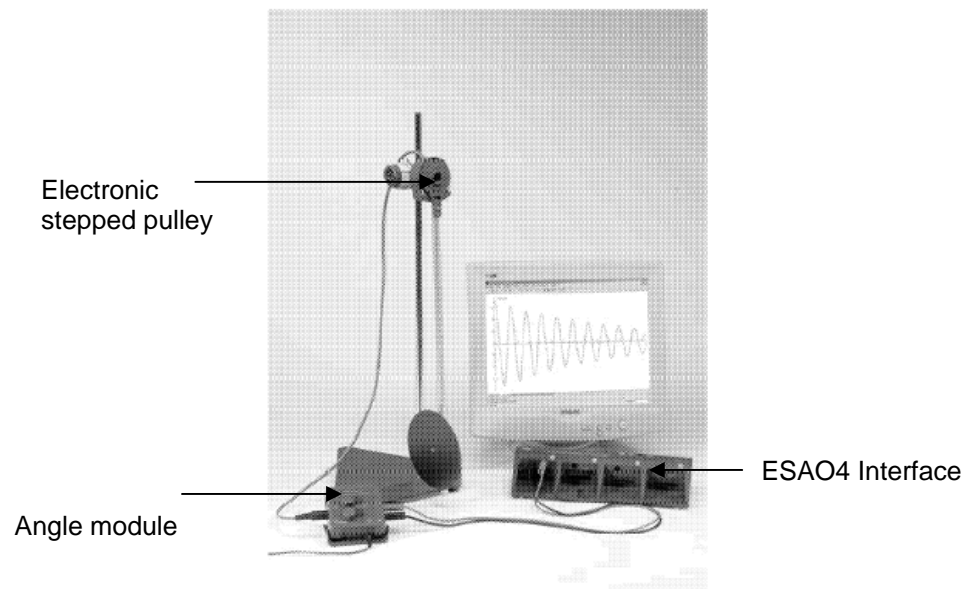
The blade is attached to the end of the weight pendulum.  
The tank is filled with a more or less viscous liquid (example: oil, water, glycerine)  
The movement is recorded as previously.

Example of recording for damping in water.  
Recording of critical regiment



## 6 Experiment: Energy studies

To go further in the analysis of the data, the Generis 5 software allows performing all the calculations necessary to study the energy aspects.



Example of use in Ex.A.O with an ESAO 4 interface, an electronic stepped pulley P/N: 453109 (optional accessory not supplied) and the angle module P/N: 453110 (optional accessory not supplied).

## **7 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**  
**+33 (0)2 32 29 40 50**

## NOTES

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

*\* Hors coût d'appel*

**Aide en ligne :**  
**[www.jeulin.fr](http://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)

SA capital 3 233 762 € - Siren R.C.S. B 387 901 044 - Siret 387 901 04400017

## 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*

