

TP : Le pendule simple et la mesure du temps

Buts de la manipulation :

Mesurer la période d'un pendule et en déduire les lois physiques de ce pendule.
Réaliser l'enregistrement du mouvement d'un pendule à l'aide d'une webcam puis exploiter le document vidéo obtenu pour représenter l'évolution temporelle des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique du pendule.

1 Mesure de la période des oscillations d'un pendule

On dispose d'un fil accroché à une masselotte. Ce dispositif est appelé « pendule simple ».

On peut régler la longueur du fil utilisée entre le point de passage dans le rapporteur et l'accroche de la masselotte.

- Écarter le pendule de la verticale avec un certain angle initial θ_0 — à mesurer au rapporteur — et le lâcher sans vitesse initiale.
- Le pendule se met alors à osciller autour de la verticale.

Ces oscillations ont été exploitées la première fois en 1657 par le physicien néerlandais Christiaan HUYGENS pour construire une horloge mécanique.

Remarque : l'angle de lâché θ_0 est considéré comme petit s'il est inférieur à 10° .

2 Détermination des lois du pendule

Concevoir et rédiger un protocole afin de mesurer précisément la période d'oscillation T du pendule simple à l'aide du matériel disponible. En particulier, réaliser des mesures et indiquer quels sont les paramètres susceptibles d'influer sur cette mesure. Quelques questions pour vous guider...

- e . Quels paramètres agissent sur la période des oscillations ?
- f . Est-ce que la valeur de θ_0 , si elle demeure petite, influe sur la période des oscillations ?
- g . On propose différentes expressions de la pé-

On dit alors que le pendule effectue de petites oscillations.

a . Décrire les oscillations du pendule selon plusieurs phases distinctes.

b. On appelle période la durée d'une oscillation complète. Mesurez la période T d'une oscillation complète du pendule. Comment procéder pour accroître la précision de cette mesure ?

c . Les oscillations du pendule s'amortissent au cours du mouvement. Comment étudier l'influence de ce phénomène sur la période des oscillations ?

d. Conclusion : pourquoi un pendule peut-il être utile pour mesurer le temps ? Quels sont ses défauts ?

riode T : préciser, en justifiant, celle(s) qui convient(ent) d'un point de vue de l'analyse dimensionnelle :

$$T = 2\pi \frac{g}{\ell} \quad T = 2\pi \frac{\ell}{g} \quad T = 2\pi \sqrt{g\ell}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

h. En déduire les grandeurs qu'il faut tracer pour obtenir des relations affines. Conclure.

3 Étude énergétique d'un pendule

Réalisation de la vidéo

- Dans le dossier « Pendule » situé sur le Bureau de l'ordinateur (commun termS), définir le fichier de capture en donnant un nom au fichier au format *****.avi et définir sa taille : 20 Mo.
- Fermer l'écran de prévisualisation.
- Régler la fréquence à 20 images par seconde et le temps limite à 5 secondes.
L'ordinateur est prêt pour l'enregistrement.
- Écarter la sphère de sa position d'équilibre jusqu'à l'emmener à **une position proche du repère de départ** et la lâcher. Le pendule doit alors osciller parallèlement au plan de la mire sans toucher celui-ci.
- Réaliser l'acquisition de la vidéo.
- Ouvrir la vidéo réalisée et contrôler sa qualité. La première image doit être différente de la position d'équilibre du pendule. Recommencer l'acquisition si nécessaire.
À partir du logiciel de pointage génériss 5+, ouvrir le fichier vidéo réalisé précédemment. Ce fichier se trouve dans le dossier : « Pendule » situé sur le bureau de l'ordinateur.
Étalonner très soigneusement l'écran au moyen du repère d'étalonnage de la mire de mise au point.

Sur la première image, associer un système d'axes tel que l'axe vertical soit orienté vers le haut et tel que **l'origine du système d'axes corresponde au centre du repère dessiné sur la mire.**

Pointer, image par image, le centre de la sphère (correspondant à son centre d'inertie) pendant une période.

Calculer les dérivées des composantes x et y et la norme ou valeur de la vitesse ainsi que les énergies cinétique E_c , potentielle de pesanteur E_p et mécanique E_m :

$$E_c = 1/2mv^2 \text{ avec } v^2 = (v_x^2 + v_y^2)$$

$$E_{pp} = mgy \text{ avec } y \text{ représentant l'altitude du centre d'inertie de la sphère et } g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

Quelques questions pour vous guider...

- En quels points l'énergie cinétique du pendule est maximale ? Minimale ?
- Mêmes questions pour l'énergie potentielle. Pourquoi avoir ajouté la longueur ℓ du pendule dans la formule de l'énergie potentielle ?
- L'énergie mécanique des pendules est-elle constante ? Varie-t-elle ? Conclure.

4 Les points clés de l'expérience

Comment mesurer la période avec le maximum de précision ?

Il faut faire la mesure sur dix périodes et diviser par dix. Et il faut repérer la période lors du passage du pendule à la verticale.

Comment établir les lois du pendule ?

Il faut prévoir une expérience dans laquelle on pourra changer tous les paramètres qui peuvent sembler pertinents : longueur du pendule, masse marquée, angle de lâché, nombre d'oscillations effectuées...

Notice d'utilisation du logiciel Générés 5+

1) Manipulation :

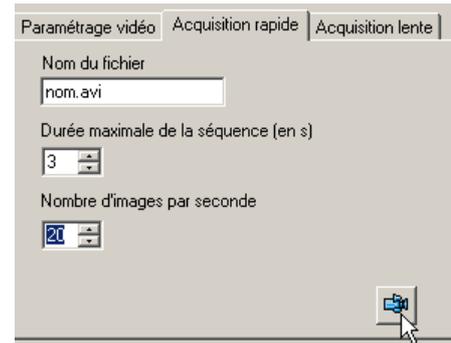
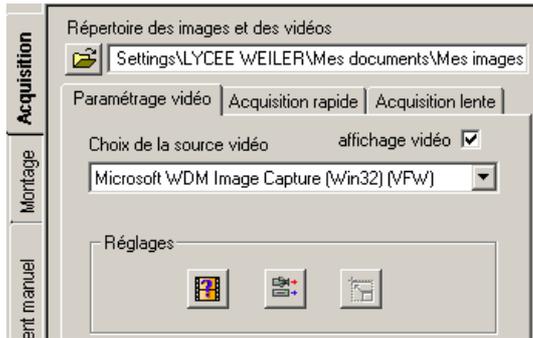
a. Sur poste :

- **Ouvrir le programme Générés 5+ et passer en mode vidéo :**

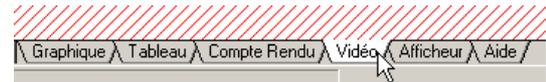


- **Paramétrer le périphérique d'acquisition avec l'onglet paramétrage vidéo**

Paramétrer l'acquisition avec l'onglet acquisition rapide



- **Pour faire apparaître l'image que l'on est en train de filmer :**



b. Sur poste:

- **Ouvrir le programme Générés 5+ dans les programmes « ateliers scientifiques » et passer en mode vidéo.**

- **Cliquer sur traitement manuel adéquat pour enregistré :**



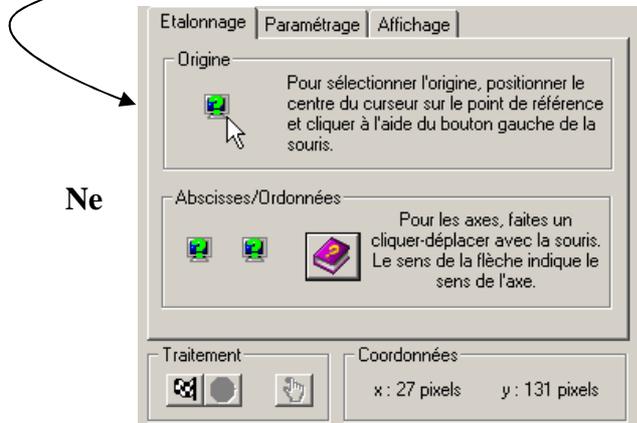
l'onglet vertical et choisie le chemin ouvrir le fichier vidéo

- **Faire avancer le film jusqu'au moment où le système est en mouvement.**

➤ **Réaliser l'étalonnage :**

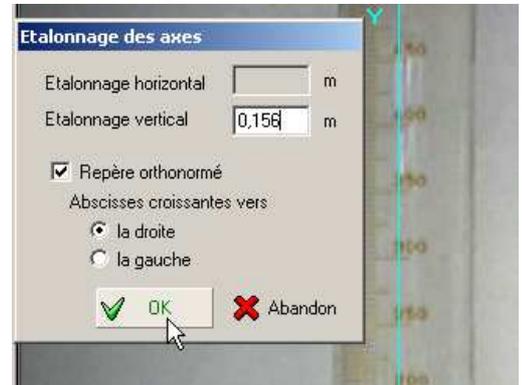
✓ Cliquer sur l'origine, **point où le système débute son mouvement :**

✓ **Pour obtenir l'échelle, étirer le curseur de la graduation 200 à la graduation 500 :**



Ne

Lancer le traitement :
rien changer au nom du fichier, valider, puis image par image



pointer les positions du centre d'inertie **du système jusqu'à la fin du mouvement.**

➤ **Arrêter en cliquant sur le stop rouge.**

➤ **Pour tracer l'évolution de l'énergie en fonction du temps :**

✓ **Cliquer sur l'onglet tableau :**



✓ **Cliquer sur l'icône traitements :**

✓ **Dans l'onglet vertical calcul : grandeur E ;**

✓ **Cliquer alors sur l'onglet horizontal graphique : on obtient la courbe E=f(t).**

