ACTIVITÉ 2
TP : ÉTUDE D'UN PENDULE PESANT

A. PÉRIODE D'UN PENDULE PESANT

1. ⇒ La période d'un pendule ne dépend pas de l'amplitude des oscillations si celle-ci reste inférieure à 20° : isochronisme des petites oscillations.
Au-delà de 20°, la période augmente avec l'amplitude.
⇒ La période d'un pendule ne dépend pas de sa masse.
⇒ La période d'un pendule dépend de sa longueur : elle augmente si la longueur du pendule augmente.

2. T_2 fausse : T n'est pas proportionnel à L "si T double alors L quadruple".
T_3 et T_4 fausses : T ne dépend pas de m.

$$\left[2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\right]=\left[\sqrt{\frac{L}{g}}\right]=\left[\sqrt{\frac{\cancel{m}}{\cancel{m}.s^{-2}}}\right]=\left[\sqrt{s^2}\right]=[s]=T$$

3. Protocole expérimental :
Seul le paramètre longueur du pendule doit changer.
On fixe ainsi : $\theta_{max} = 20°$ et $m = 100g$
Pour réduire l'incertitude relative sur la mesure de la période du pendule, chronométrer la durée de 10 oscillations puis diviser par 10 la durée obtenue. Tracer la courbe : $T = f\left(\sqrt{L}\right)$ et la modéliser par une fonction linéaire.

L (m)	0,070	0,210	0,285	0,435	0,540
10.T (s)	4,96	9,63	11,03	13,49	15,00
T (s)	0,50	0,96	1,10	1,35	1,50

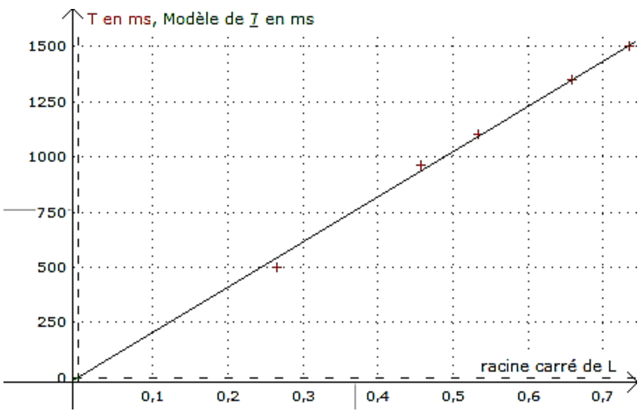
Résultats de la modélisation : la courbe obtenue est bien une droite passant par l'origine d'équation $T = k\sqrt{L}$.
Le coefficient de corrélation vaut r = 0,998 > 0,99 ⇒ le modèle est bien valide.
Le coefficient directeur de la droite vaut : $k = 2{,}0 s.m^{-1/2}$

4. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}}\sqrt{L}$ et $T = k\sqrt{L}$

Par identification : $k = \frac{2\pi}{\sqrt{g}}$ soit : $k^2 = \frac{4\pi^2}{g}$

et : $g = \frac{4\pi^2}{k^2} = \frac{4\pi^2}{(2{,}05)^2} = \underline{9{,}39 m.s^{-2}}$

écart relatif : $\left|\frac{9{,}81-9{,}39}{9{,}81}\right|\times 100 = 4{,}2\%$



B. ÉTUDE ÉNERGÉTIQUE D'UN PENDULE PESANT

1. Réalisation de la vidéo :
- on positionne l'axe de la caméra perpendiculairement au plan des oscillations du pendule,
- on place une règle graduée dans le champ de la caméra et proche du pendule afin de pouvoir étalonner la vidéo.

2. Transcription dans LatisPro :

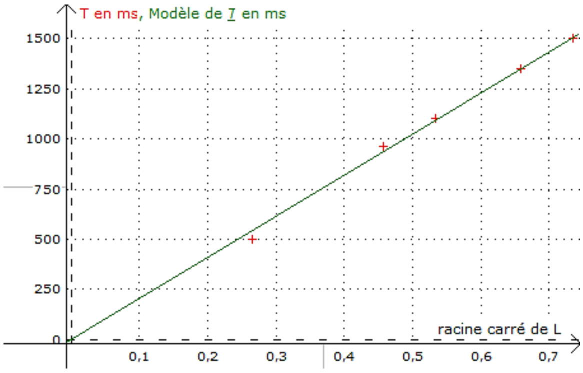
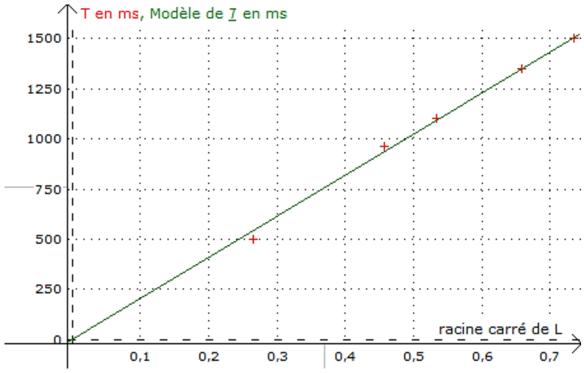
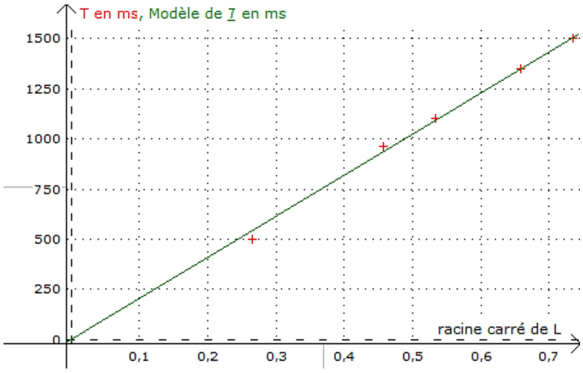
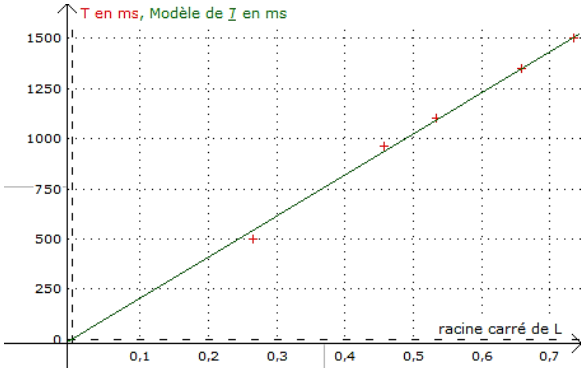
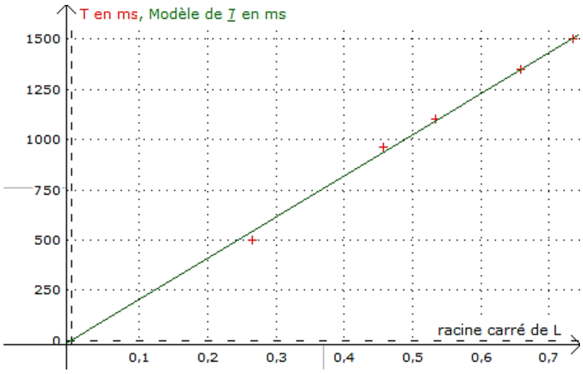
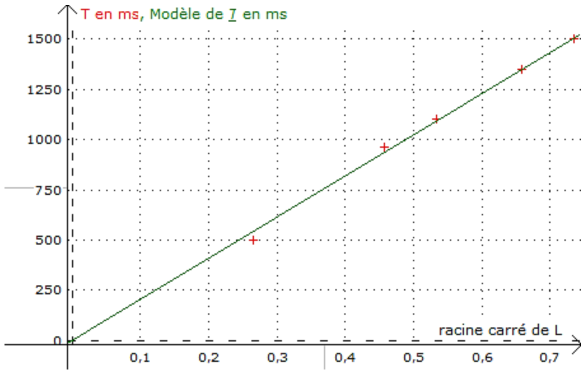
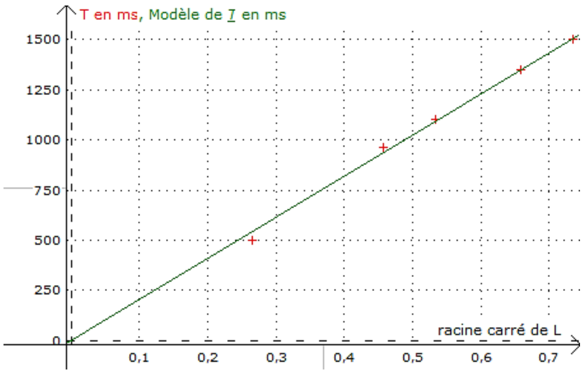
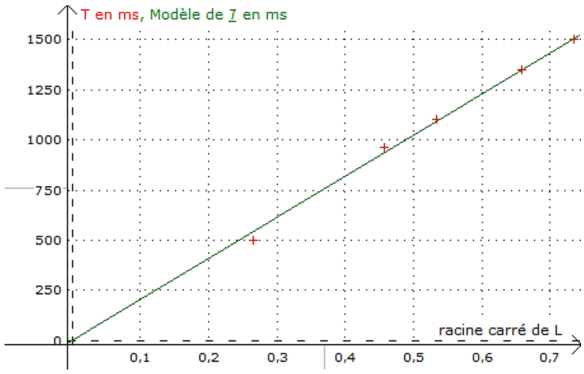
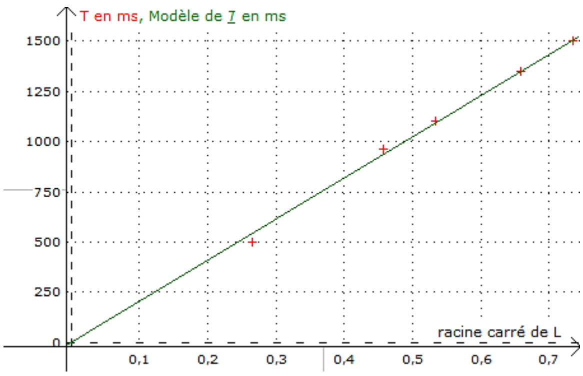
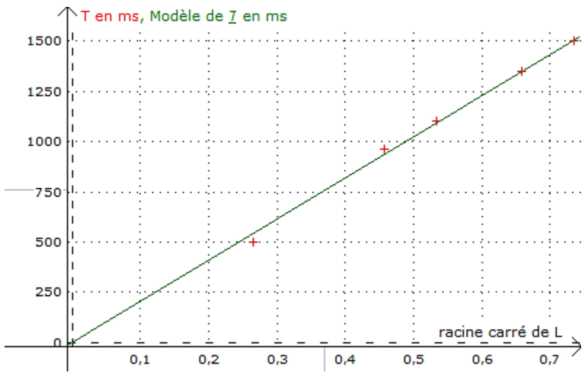
	relations théoriques	transcription dans la feuille de calculs de LatisPro
coordonnées v_x et v_y du vecteur vitesse	$\vec{v}\begin{cases} v_x = dx/dt \\ v_y = dy/dt \end{cases}$	Traitements/Calculs spécifique/ dérivée pour obtenir Vx et Vy
norme v du vecteur vitesse	$v = \lVert\vec{v}\rVert = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2}$	*V=sqrt(Vx^2 + Vy^2)* ou *V=(Vx*Vx + Vy*Vy)^0.5*
constantes m et g	m = 100g $g = 9{,}81 m.s^{-2}$	m=0.100 g=9.81
énergie cinétique E_c	$E_c = \frac{1}{2} m.v^2$	*Ec=0.5*m*V*V*
énergie potentielle de pesanteur E_{pp}	$E_{pp} = m.g.y$	*Epp=m*g*Y*
énergie mécanique E_m	$E_M = E_C + E_{pp}$	*Emeca=Ec+Epp*

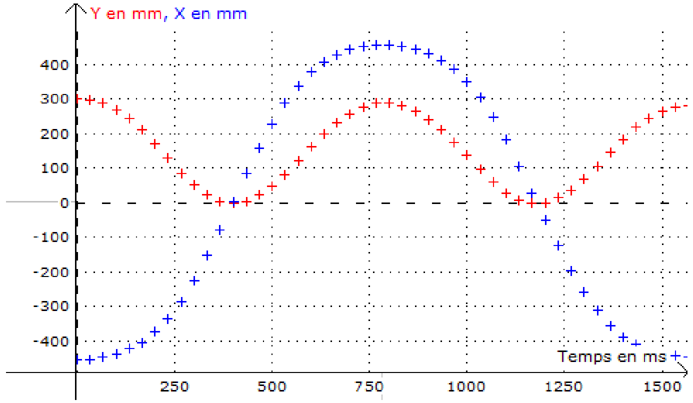
3. L'énergie mécanique du pendule diminue progressivement en raison du travail des forces de frottements.

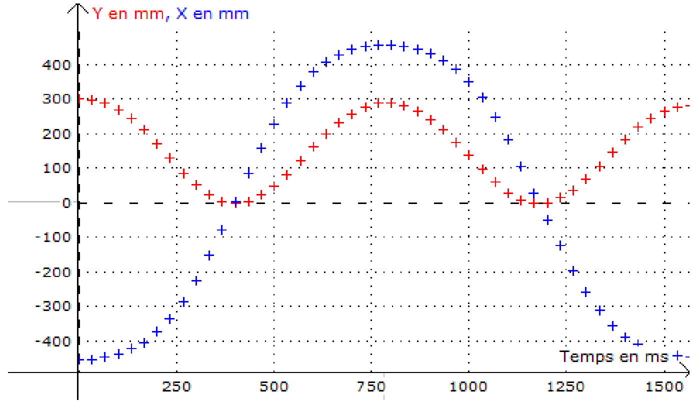
4. La vitesse du pendule est nulle à chaque passage par une élongation maximale (à gauche puis à droite) : il faut donc compter jusqu'au deuxième passage par une énergie cinétique nulle pour avoir une pseudo-période des oscillations du pendule.
$T = 2\times0{,}77s = 1{,}54s$

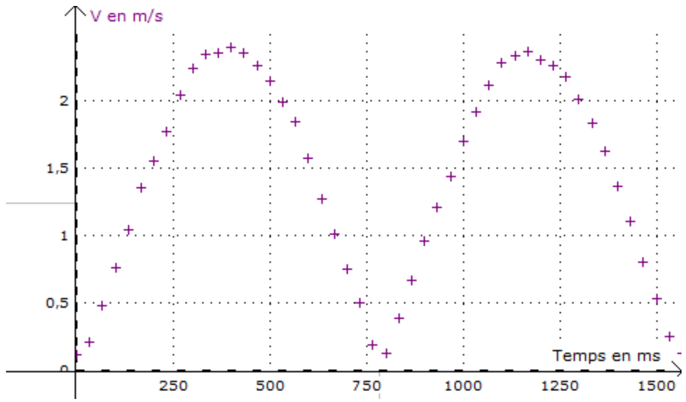
5. Dans la partie **A**, nous avons vu que la période d'un pendule dépend de sa longueur et de l'intensité de la pesanteur. La stabilité des oscillations dépend donc de ses deux paramètres qui peuvent varier :
- pour L avec la température (dilatation des matériaux)
- et pour g avec la position du pendule sur Terre (g dépend de l'altitude et de la latitude).

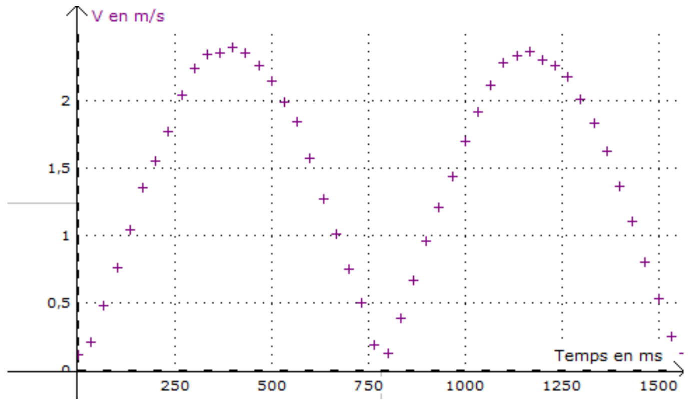
Dans la partie **B**, l'amortissement des oscillations du pendule en présence de frottements met en évidence la nécessité de prévoir un dispositif d'entretien des oscillations (échappement d'une horloge).
Un pendule simple n'est pas un système adapté pour mesurer le temps avec une grande précision.

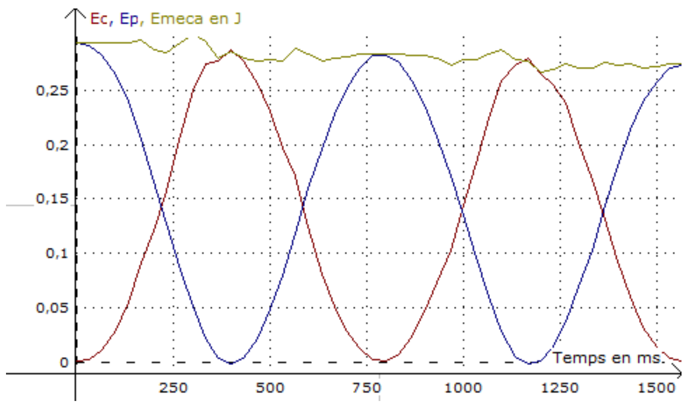

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

T en ms, Modèle de T en ms
1500
1250
1000
750
500
250
0
racine carré de L
0,1
0,2
0,3
0,4
0,5
0,6
0,7

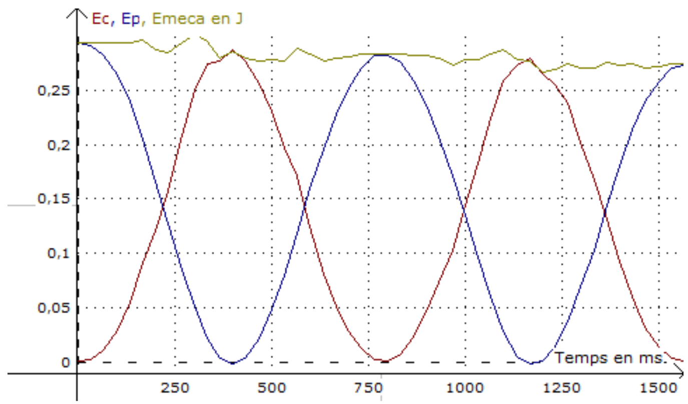

Y en mm, X en mm
400
300
200
100
0
-100
-200
-300
-400
Temps en ms
250
500
750
1000
1250
1500


Y en mm, X en mm
400
300
200
100
0
-100
-200
-300
-400
Temps en ms
250
500
750
1000
1250
1500


V en m/s
2
1,5
1
0,5
0
Temps en ms
250
500
750
1000
1250
1500


V en m/s
2
1,5
1
0,5
0
Temps en ms
250
500
750
1000
1250
1500


Ec, Ep, Emeca en J
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
Temps en ms.
250
500
750
1000
1250
1500


Ec, Ep, Emeca en J
0,25
0,2
0,15
0,1
0,05
0
Temps en ms.
250
500
750
1000
1250
1500