



Maquette Énergie cinétique 00954

NOTICE



Retrouvez
l'ensemble
de nos gammes sur :
www.pierron.fr

 **PIERRON**
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France

Tél. : 03 87 95 14 77 • Fax : 03 87 98 45 91

E-mail : education-france@pierron.fr

1 - Introduction

Cette maquette permet d'étudier les différents paramètres dont dépend l'énergie cinétique, que sont la masse et la vitesse.

L'expérience consiste à faire descendre un mobile d'un plan incliné et à lui faire rencontrer un obstacle sur un plan horizontal. On mesurera alors le déplacement de l'obstacle après le choc avec le mobile.

La masse du mobile peut être modifiée. Il peut être lancé depuis différentes hauteurs sur le plan incliné. Vous pourrez ainsi étudier l'influence de la masse et celle de la vitesse dans le déplacement de l'obstacle.

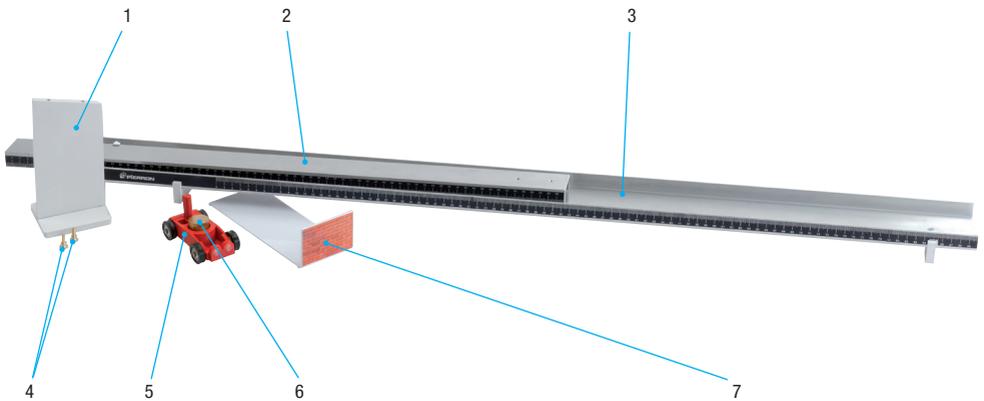
Vous pourrez également sensibiliser vos élèves à la sécurité routière en montrant en particulier, « Pourquoi la vitesse est dangereuse ? », à l'aide de l'expérience. Dans la pratique, souvent pour éviter un accident, un conducteur a immédiatement recours aux freins. Il est alors important de montrer que la distance de freinage croît plus rapidement que la vitesse. Ce qui est à mettre en relation avec la notion d'énergie cinétique ($E_c = \frac{1}{2} m.v^2$).

Ainsi, à partir d'une situation expérimentale qui suggère le freinage d'un véhicule lors d'un choc sur un obstacle, ce dispositif met en évidence que :

- La distance de freinage, **d**, du véhicule croît avec sa masse **m**.
- La distance de freinage du véhicule croît beaucoup plus rapidement que sa vitesse **v**.

2 - Contenu de l'emballage

- 2 glissières en forme de U solidaires autour d'un axe pivot
- Un pied support de la glissière inclinée
- 2 vis de fixation de la glissière inclinée sur le pied support
- Un mobile de 55 g (« automobile »)
- Une masse additionnelle de 55 g
- Un obstacle
- 2 tampons en gomme adhésive à fixer sur les phares de l'automobile
- Une notice



- (1) : Pied support de la glissière inclinée
- (2) : Glissière inclinée
- (3) : Glissière horizontale
- (4) : Vis de fixation de la glissière au pied support

- (5) : Mobile
- (6) : Masse additionnelle
- (7) : Obstacle

Caractéristiques techniques

- ❑ Glissières :
 - Matière : Aluminium
 - Dimensions
 - Glissière horizontale : 110 x 8 x 2 cm
 - Glissière inclinée : 70 x 4 x 2 cm
 - Pieds support : 17,5 cm
 - Longueur maximale déployée : 1,68 m
- ❑ Mobile :
 - Matière : PLA (acide polylactique)
 - Dimensions : 85 x 48 x 45 mm
 - Masse : 55 g
- ❑ Obstacle :
 - Matière : PVC
 - Dimensions : 200 x 74 x 71 mm
 - Masse : 100 g

- Déployer les 2 glissières autour de l'axe pivot
 - La glissière la plus large est le celle qui sera horizontale (3).
 - La glissière la plus étroite est celle qui sera inclinée (2).
 - Insérer le pied (1) à l'extrémité de la glissière inclinée (2).
 - Visser les vis (4) pour solidariser le pied (1) à la glissière inclinée (2).
 - Disposer l'obstacle (7) à l'intérieur de la glissière horizontale (3).
 - L'extrémité de l'obstacle (le mur) sera située face à la graduation 0 de la règle
 - Important : ne pas oublier de coller chacun des 2 tampons adhésifs sur le pare-choc avant de « l'automobile » : ils permettent de transférer l'énergie du mobile à l'obstacle de façon à pouvoir considérer le choc comme mou, en première approximation.
- La maquette est maintenant prête à l'utilisation : positionnez le mobile (5) sur la glissière inclinée (2) à la hauteur souhaitée et lâchez-le.



Veillez à disposer l'ensemble sur un plan parfaitement horizontal, au risque d'obtenir des résultats faussés.

Utilisation

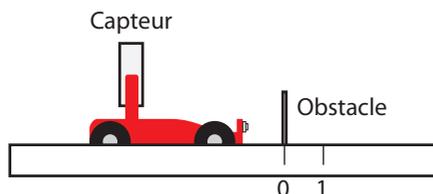
1 - Protocole expérimental

1.1. Matériel nécessaire

- Maquette Énergie cinétique, réf. 00954.10
- Mesureur de vitesse, réf. 06020.10

1.2. Préparatifs

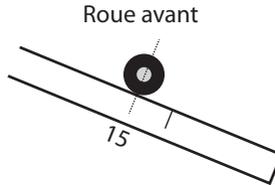
- Mettre l'obstacle mobile en position **0** : sa partie verticale est alignée avec le zéro de la graduation de la réglette horizontale.
- Mettre en place le capteur du mesureur de vitesse à proximité de l'obstacle, de façon à avoir la vitesse du mobile juste avant l'impact.



1.3. Influence de la vitesse du mobile sur le déplacement de l'obstacle

1.3.1. Mode opératoire

- Prendre le mobile de masse $m = 55$ g (par exemple).
- Placer les roues du mobile sur la glissière inclinée qui sert de rail.
- Placer la roue avant du mobile en regard d'une division de la graduation de la réglette inclinée.
- Repérer sa position à l'aide de la réglette fixée sur la glissière inclinée.



- Maintenir les deux roues arrières avec la main, le tout bien en place sur la glissière, et lâcher le mobile sans lui donner d'impulsion : vitesse initiale nulle.
- Mesurer le déplacement d de l'obstacle grâce à la réglette horizontale.
- Relever la valeur de la vitesse v .

Pour montrer **l'influence de la vitesse sur le déplacement de l'obstacle**, il suffit de répéter le mode opératoire précédent : même masse du mobile mais changement de la position du mobile sur la glissière inclinée.

1.3.2. Exploitation

On peut alors étudier l'influence de la vitesse v sur le déplacement de l'obstacle d , en exploitant :

- soit deux situations expérimentales (méthode rapide) ;
- soit une série de mesures : tracé de la courbe $v^2 = f(d)$.

Si on se place dans le modèle de forces constantes de freinage qui s'exercent sur l'obstacle, et d'un transfert total d'énergie cinétique entre le mobile et l'obstacle, on est alors amené à confronter un **modèle théorique simplifié** de la forme : $v^2 = k \cdot d$, avec la **réalité expérimentale**.

La situation expérimentale simule un crash test. Le résultat est mis à profit pour mettre en relation énergie cinétique et sécurité routière : **la distance de freinage d'un mobile augmente beaucoup plus rapidement avec sa vitesse.**

On peut effectuer la même démarche (§ 1.3.1) en changeant la masse du mobile. Pour cela, on ajoute la surcharge de masse 55 g au mobile : la masse totale est alors de 110 g.

1.4. Influence de la masse du mobile sur le déplacement de l'obstacle, à vitesse égale

1.4.1. Mode opératoire

Prendre le mobile de masse $m_1 = 55$ g et procéder comme en 1.3.1.

Pour montrer **l'influence de la masse du mobile sur le déplacement de l'obstacle**, il suffit de répéter le mode opératoire précédent : même position de lancement mais changement de la masse du mobile $m_2 = 110$ g (*voir § 2.4*).

1.4.2. Exploitation

On peut alors étudier **l'influence de la masse du mobile sur la distance de freinage**.

Si on se place dans le modèle de forces constantes de freinage qui s'exercent sur l'obstacle, et d'un transfert total d'énergie cinétique entre le mobile et l'obstacle, on est alors amené à confronter un modèle théorique simplifié de la forme : **$m = k.d$** , avec la réalité expérimentale.

La situation expérimentale simule un crash test. Le résultat est mis à profit pour mettre en relation énergie cinétique et sécurité routière : **la distance de freinage d'un mobile augmente avec sa masse, à vitesse constante.**

2 - Conseils d'utilisation

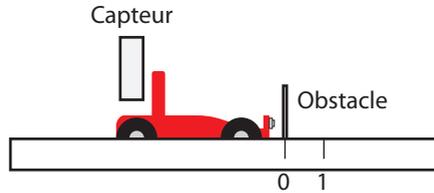
2.1. Le mobile

On remarquera que l'avant du mobile est muni de petits tampons qui servent de pare-chocs. Ils permettent de transférer en grande partie l'énergie cinétique du mobile à l'obstacle, tout en le maintenant en ligne.

2.2. Positionnement du mesureur de vitesse

Afin de déterminer le plus précisément la valeur de la vitesse avant l'impact sur l'obstacle, le capteur du mesureur de vitesse doit être placé dès que le mobile est sur la glissière horizontale.

Le capteur est alors à une distance d'environ 13 cm de l'extrémité gauche de la glissière horizontale ou encore à une distance d'environ 7 cm du zéro de la graduation horizontale.



2.3. Influence de la vitesse

Les incertitudes de mesures sur la vitesse, liées aux frottements qui s'exercent sur le mobile (roulements, glissière-roues), peuvent conduire à exploiter une série de mesures et des moyennes.

L'analyse de cette démarche peut être mise à profit avec les élèves.

De même, avec le déplacement de l'obstacle qui n'est pas parfaitement identique (nature du choc et frottements de l'obstacle quelque peu différents).

2.4. Influence de la masse

L'expérience montre que les frottements ne sont pas négligeables et varient avec la masse du mobile.

La réalité expérimentale s'écarte du modèle théorique.

On aura donc intérêt à modifier convenablement la position de lancement du mobile de masse 110 g par rapport à celle du mobile de masse 55 g pour que la vitesse sur le plan horizontal soit sensiblement égale.

Le choix d'une vitesse proche pour les deux mobiles rend plus immédiate l'exploitation des mesures.

Sinon, il faut comparer le rapport des produits $m \cdot v^2$ avec le rapport des déplacements de l'obstacle.

2.5. Influence de l'état de surface (sol « sec » ou « glissant ») sur la distance de freinage



L'état de surface de la glissière et de l'obstacle influe sur la reproductibilité des mesures. On veillera donc à faire, d'affilée, toute une série de mesures, de façon à avoir pratiquement les « mêmes » frottements obstacle-rail.

On peut montrer facilement l'importance de la nature de la surface de contact en préparant la glissière horizontale de deux façons différentes :

- 1er cas : dégraisser la glissière horizontale et/ou l'obstacle, à l'aide d'un coton imbibé d'alcool.

- ❑ 2ème cas : graisser la glissière horizontale et/ou l'obstacle, à l'aide d'un coton imbibé légèrement d'huile alimentaire (par exemple).

2.6. Démarche simplifiée

En l'absence de mesureur de vitesse, la démarche sera plus qualitative : on pourra exploiter les situations expérimentales données à titre d'exemples dans le paragraphe 3.

Le mobile de masse 55 g a une vitesse (en moyenne) de :

0,64 m.s⁻¹ pour un parcours $l = 10$ cm sur la glissière inclinée ;

1,28 m.s⁻¹ pour un parcours $l = 50$ cm sur la glissière inclinée.

Le mobile de masse 110 g a une vitesse (en moyenne) de :

0,68 m.s⁻¹ pour un parcours $l = 10$ cm sur la glissière inclinée ;

1,36 m.s⁻¹ pour un parcours $l = 50$ cm sur la glissière inclinée.

3 - Exemples de mesures obtenues

3.1. Influence de la vitesse du mobile sur la distance de déplacement de l'obstacle

3.1.1. Méthode rapide

- On prend **le mobile seul**. On le lance de façon à ce qu'il parcoure un trajet $l = 10$ cm sur la glissière inclinée. On mesure la vitesse v et la distance d de déplacement de l'obstacle.

On fait de même pour un trajet $l = 50$ cm ; dans ce cas, la vitesse est proche du double.

On compare alors vitesse et déplacement.

On peut parfaire la démarche expérimentale en faisant une série de mesures et en exploitant les valeurs moyennes : ce qui correspond aux deux tableaux de la 1ère situation.

- On peut procéder de la même façon que précédemment **en utilisant le mobile et la masse additionnelle**. Le mobile a parcouru ici, un trajet $l = 10$ cm puis un trajet $l = 50$ cm. Ce qui correspond aux deux tableaux de la 2ème situation.

1ère situation :

$m_1 = 55 \text{ g}$	
$v_1 \text{ (m/s)}$	$d_1 \text{ (cm)}$
0,64	3,3
0,64	3,2
0,64	3,5
0,64	3,3
0,63	3,3
0,63	3,2
0,64	3,2
0,63	3,2
moyenne	
0,64	3,3

$m_1 = 55 \text{ g}$	
$v_1 \text{ (m/s)}$	$d_1 \text{ (cm)}$
1,28	12,0
1,28	12,5
1,26	12,5
1,28	12,1
1,28	12,4
1,26	13,1
1,26	12,2
1,26	12,6
moyenne	
1,27	12,4

2ème situation:

$m_2 = 110 \text{ g}$	
$v_2 \text{ (m/s)}$	$d_2 \text{ (cm)}$
0,68	5,9
0,68	5,9
0,68	5,7
0,68	5,4
0,67	5,8
0,68	6,3
0,68	5,8
0,67	5,9
moyenne	
0,68	5,8

$m_2 = 110 \text{ g}$	
$v_2 \text{ (m/s)}$	$d_2 \text{ (cm)}$
1,38	18,0
1,36	21,1
1,38	21,1
1,36	18,4
1,36	20,3
1,38	19,3
1,36	20,0
1,58	19,2
moyenne	
1,37	19,7

Pour un même mobile, les valeurs moyennes montrent que la distance de déplacement de l'obstacle augmente beaucoup plus avec la vitesse du mobile.

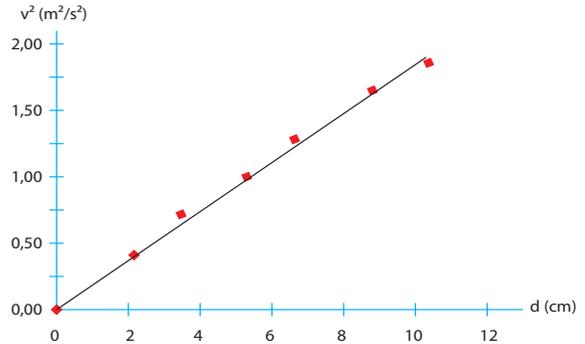
Remarque : les vitesses n'étant pas rigoureusement le double l'une de l'autre, comparer plus précisément le rapport de leur carré avec le rapport des distances (soit 3,93 contre 3,76 ; 4,05 contre 3,40)

De façon qualitative, en relation avec la sécurité routière, on retiendra que la distance de freinage d'un mobile augmente beaucoup plus avec la vitesse du mobile.

3.1.2. Exploitation d'une série de mesures : courbe $v^2 = f(d)$

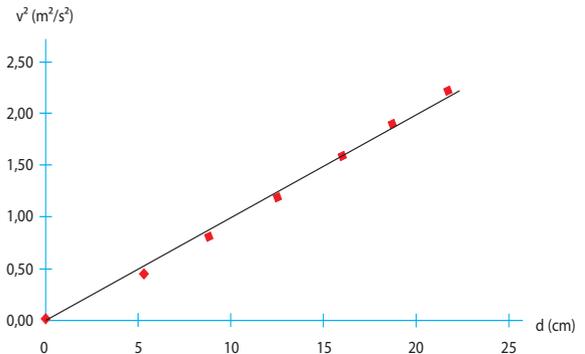
On lance chacun des mobiles (mobile seul puis mobile avec masse additionnelle) de façon à ce qu'il parcoure un trajet : $l = 10 \text{ cm}$, 20 cm , 30 cm , 40 cm , 50 cm ou 60 cm sur la glissière inclinée. On relève, pour chacune des situations, la valeur v de la vitesse ainsi que la distance d de déplacement de l'obstacle. On obtient les courbes : $v^2 = f(d)$.

$m_1 = 55 \text{ g}$		
$v_1 \text{ (m/s)}$	$v_1^2 \text{ (m}^2/\text{s}^2)$	$d_1 \text{ (cm)}$
0,00	0,00	0,00
0,64	0,41	2,20
0,85	0,72	3,50
1,01	1,02	5,30
1,14	1,30	6,60
1,28	1,64	8,80
1,36	1,85	10,40



Courbe de la forme : $y = 0,186 x$ (coeff de corrélation : $r = 0,993$)

$m_2 = 200 \text{ g}$		
$v_2 \text{ (m/s)}$	$v_2^2 \text{ (m}^2/\text{s}^2)$	$d_2 \text{ (cm)}$
0,00	0,00	0,00
0,67	0,45	5,30
0,90	0,81	8,80
1,09	1,19	12,50
1,26	1,59	16,00
1,38	1,90	18,70
1,49	2,22	21,70



Courbe de la forme : $y = 0,10 x$ (coeff de corrélation : $r = 0,995$)

Pour un même mobile, on vérifie dans de très bonnes conditions (r coefficient de corrélation très proche de 1) qu'il y a proportionnalité entre le carré v^2 de la vitesse et la distance d de déplacement de l'obstacle.

De façon qualitative, en relation avec la sécurité routière, on retiendra que la distance de freinage d'un mobile augmente beaucoup plus avec la vitesse du mobile.

3.2. Influence de la masse du mobile sur la distance de déplacement de l'obstacle, à vitesse égale

On lance chacun des mobiles (mobile seul (1) puis mobile avec masse additionnelle (2)) dans des positions telles que leur vitesse soit égale (ou voisine) lorsqu'il aborde l'obstacle. On relève la valeur v de la vitesse ainsi que la distance d de déplacement de l'obstacle correspondante.

On fait une série de mesures de façon à exploiter les valeurs moyennes de d et v .

Les tableaux ci-après illustrent deux situations expérimentales :

1ère situation où la vitesse est environ de $0,66 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (avec $l_1 = 11 \text{ cm}$ et $l_2 = 9 \text{ cm}$) ;

2ème situation où la vitesse est environ de $1,28 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (avec $l_1 = 50 \text{ cm}$ et $l_2 = 42 \text{ cm}$), pour chacun des mobiles.

$m_1 = 55 \text{ g}$	
$v_1 \text{ (m/s)}$	$d_1 \text{ (cm)}$
0,66	2,4
0,66	2,5
0,66	2,5
0,65	2,8
0,66	2,7
0,66	2,5
0,65	2,5
0,66	2,4
moyenne	
0,66	2,6

$m_2 = 110 \text{ g}$	
$v_2 \text{ (m/s)}$	$d_2 \text{ (cm)}$
0,65	5,4
0,64	5,3
0,65	5,2
0,65	5,2
0,64	6,2
0,65	5,4
0,65	5,9
0,65	6,0
moyenne	
0,65	5,6

$m_1 = 55 \text{ g}$	
$v_1 \text{ (m/s)}$	$d_1 \text{ (cm)}$
1,29	9,4
1,31	9,0
1,28	9,4
1,26	9,3
1,28	9,6
1,28	9,5
1,26	9,4
1,26	9,0
moyenne	
1,28	9,3

$m_2 = 110 \text{ g}$	
$v_2 \text{ (m/s)}$	$d_2 \text{ (cm)}$
1,29	16,8
1,29	16,2
1,28	18,8
1,29	19,2
1,28	17,1
1,29	18,0
1,28	18,8
1,29	18,6
moyenne	
1,29	17,9

À vitesse pratiquement égale, les valeurs moyennes montrent que la distance de déplacement de l'obstacle augmente avec la masse du mobile.

On vérifie dans de bonnes conditions le modèle simplifié qui donne : $m = k.d$

De façon qualitative, en relation avec la sécurité routière, on retiendra que la distance de freinage d'un mobile augmente avec la masse du mobile.

Dans ces conditions expérimentales, elle se rapproche de la proportionnalité.

Entretien et Garantie

1 - Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil.

Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON - ASCO & CELDA. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2 - Garantie

Les matériels livrés par PIERRON - ASCO & CELDA sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.

Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.

Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.

Vices apparents : nous ne pourrions admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.

La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.