

# Manipuler la physique : les poulies

## Table des matières

A. Scénario pédagogique .....	1
Première séquence.....	1
Deuxième séquence .....	2
B. Protocole pour les élèves .....	2
Matériel nécessaire .....	2
Montage de l'expérience.....	2
Mode opératoire .....	3
Résultats expérimentaux.....	3
Réflexion sur les résultats obtenus .....	4
C. Résultats attendus.....	4
D. Explications théoriques .....	4
E. Exploitation de l'expérience en classe .....	4

## A. Scénario pédagogique

Ce scénario pédagogique propose un découpage de trois leçons afin de manipuler des poulies et analyser les résultats des expériences. L'objectif est que les étudiants dérivent par eux-mêmes une loi expérimentale sur l'utilisation de la poulie.

### Première séquence

Durée : 2 cours de 50 minutes (idéalement l'un à la suite de l'autre)

1. Rappels sur les machines simples (10 min)
  - Une introduction aux machines simples est faite. La vidéo suivante peut servir de support audiovisuel : <https://www.youtube.com/watch?v=duBZwhJPukY>
  - Un rappel du concept d'avantage mécanique est fait, sur base de la matière vue précédemment lors de l'étude du levier et/ou d'autres machines simples.
2. Introduction au laboratoire (15 min)
  - La vidéo est montrée aux élèves leur permettant de mieux comprendre ce qu'ils doivent faire. Le lien de la vidéo est partagé avec les élèves pour qu'ils puissent la parcourir à nouveau lors du laboratoire.
  - Les élèves se répartissent en groupe de 2 ou 3 autour de leur plan de travail de laboratoire. Ils ont en face d'eux le matériel nécessaire pour réaliser le laboratoire ainsi que le protocole du laboratoire (voir plus bas).
3. Expérimentation (1h00)
  - Les étudiants réalisent les différentes expériences et dispositifs proposés et remplissent le protocole de laboratoire.

- Il est possible de répartir les dispositifs à réaliser entre les groupes pour permettre à la classe de découvrir plus de choses et en faire un travail d'équipe.  
Exemples : Est-ce que le diamètre de la poulie a un impact sur le résultat ? Est-ce que deux poulies l'une en-dessous de l'autre donnent un résultat différent de deux poulies l'une à côté de l'autre ?
- 4. Finalisation (10 min)
  - Les rapports sont relevés par l'enseignant

## Deuxième séquence

Durée : 1 cours de 50 minutes

1. Analyse des résultats (20 min)
  - L'enseignant met en commun les résultats de chaque groupe et distribue une feuille à chaque étudiant reprenant tous ces résultats ainsi que des questions (exemples dans la partie « Exploitation de l'expérience en classe »).
  - En sous-groupes différents des groupes précédents, les élèves analysent les résultats relevés en répondant aux questions.
2. Mise en commun (25 min)
  - Les différentes questions sont passées en revue et la classe met en commun ses réponses.
  - Objectifs : consolider les réponses expérimentales + se rendre compte des différences expérimentales entre les groupes et les expliquer / justifier

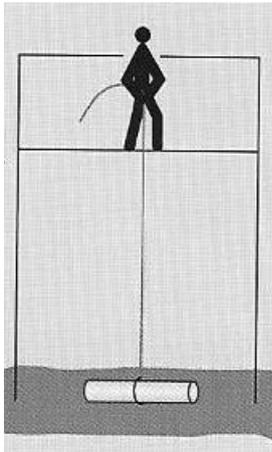
## B. Protocole pour les élèves

### Matériel nécessaire

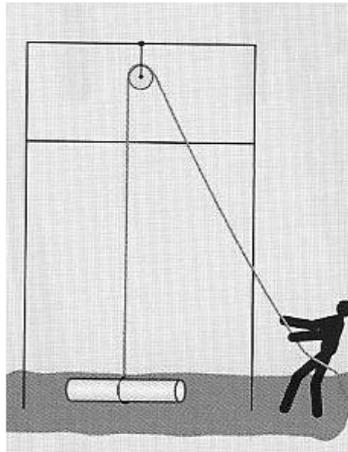
- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Masse de 200 gr</li> <li>- Corde</li> <li>- Différents types de poulies :           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Poulie fixe</li> <li>○ Poulie mobile</li> <li>○ Moufle de poulie fixe</li> <li>○ Moufle de poulie mobile</li> <li>○ ...</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Support :           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Statifs</li> <li>○ Pincés</li> </ul> </li> <li>- Marqueur ou scotch coloré</li> <li>- Instruments de mesure :           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Balance</li> <li>○ Dynamomètre</li> <li>○ Règle graduée</li> </ul> </li> </ul> |
|--|---|

### Montage de l'expérience

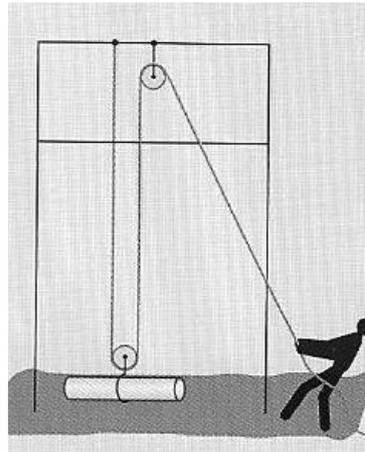
Quatre dispositifs sont étudiés :



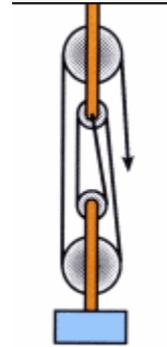
(1) Traction verticale sans poulie



(2) Traction à l'aide d'une poulie fixe



(3) Traction à l'aide d'un palan (poulies fixe et mobile)



(4) Traction à l'aide d'un palan à moufles

A l'aide du matériel disponible, reproduis les situations ci-dessus. Prévoir suffisamment de longueur de corde.

### Mode opératoire

Pour chacune des situations, remplir le tableau des résultats expérimentaux en suivant le protocole suivant :

1. A l'aide de la balance, pèse la masse suspendue  $m$ .  
 ⚠ Dans les situations (3) et (4), la masse suspendue correspond à la masse accrochée plus la poulie mobile.
2. Calcule l'intensité du poids  $G$  du corps soulevé en utilisant  $g = 9,81 \text{ N/kg}$
3. Suspend la masse à ton dispositif  
 Mesure, grâce au dynamomètre, l'intensité de la force  $F$  nécessaire pour maintenir la masse suspendue en équilibre statique
4. Mesure le déplacement  $d$  du point d'application de la force exercée par la main sur la corde. Cette distance correspond à la longueur de corde à tirer pour soulever la masse de la hauteur  $h$ . Pour ce faire, marque la corde au niveau de la poulie supérieure fixe, déplace la masse de la hauteur  $h$  et marque à nouveau la corde au niveau de la poulie supérieure fixe. Mesure ensuite, sur la corde, la distance entre tes deux marques. ⚠ Garde la même hauteur  $h$  pour les 4 dispositifs. Pour ce faire, attache par exemple un colson à la hauteur souhaitée.

### Résultats expérimentaux

Pour chacun des dispositifs étudiés, réalise le mode opératoire et remplis le tableau suivant. Les lignes blanches sont des valeurs à mesurer, les lignes grises sont à calculer.

	(1) TRACTION VERTICALE	(2) POULIE FIXE	(3) PALAN	(4) PALAN A MOUFLES
$m$ (g)				
$G$ (N)				
$F$ (N)				
$h$ (m)				
$d$ (m)				

### Réflexion sur les résultats obtenus

- Compare  $F$  des 4 dispositifs
- Compare  $G$  et  $F$  pour les 4 dispositifs
- Compare  $d$  des 4 dispositifs
- Compare  $d$  et  $h$  pour les 4 dispositifs

### C. Résultats attendus

La poulie fixe n'offre pas d'avantage mécanique mais permet de tirer la corde dans le sens qu'on souhaite (i.e. vers le bas plutôt qu'en traction). Un système à palan a un avantage mécanique  $\gamma$  égal au nombre de fil soutenant la poulie mobile : 2 dans le dispositif 3, 4 dans le dispositif 4.

Les force  $F$  et  $F_m$  sont équivalentes. Ces deux forces sont égales à  $G/\gamma$ . La distance  $d$  est égale à  $h \cdot \gamma$ . Une poulie mobile permet donc de diminuer la force nécessaire pour soulever un poids mais la longueur de corde est plus grande du même facteur. L'effort sera donc moins intense mais sera plus long.

	(1) TRACTION VERTICALE	(2) POULIE FIXE	(3) PALAN	(4) PALAN A MOUFLES
$m$ (g)	200 g	200 g	230 g	270 g
$G$ (N)	1,96	1,96	2,26	2,65
$F$ (N)	2	2	1	0.65
$h$ (m)	0,15			
$d$ (m)	0,15	0,15	0,30	0,60

### D. Explications théoriques

Des explications théoriques complètes peuvent être obtenues dans le livre « Physique 4 » des éditions Van In accessible au lien suivant : <https://issuu.com/vanin-secondaire/docs/physique-4-extrait> (pages 7 à 12).

### E. Exploitation de l'expérience en classe

*Des suggestions de questionnement pour les élèves sur le thème et la manière d'exploiter cette expérience avec les élèves.*

Questionnements :

- Quel est l'avantage du dispositif (2) par rapport au (1) ?
- Quel est l'avantage des dispositifs (3) et (4) par rapport au (2) ?
- Que peux-tu dire du produit  $F \cdot d$  ?
- Que vaut l'avantage mécanique des dispositifs étudiés ?
- Une poulie fixe permet-elle d'avoir un avantage mécanique ? Quelle est son utilité ?
- Quelles peuvent être les raisons expliquant que deux groupes n'obtiennent pas les mêmes résultats s'ils ont fait la même expérience ?
- Est-ce que le diamètre des poulies a un impact sur les résultats obtenus ?
- Est-ce que la position des poulies a un impact sur les résultats obtenus ? (ex : l'une en-dessous de l'autre ou l'une à côté de l'autre)