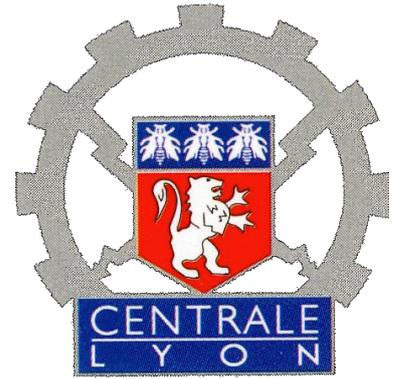


**INNOPOLE**



**Site Pilote de  
Vaulx-en-Velin**



# Document d'accompagnement

## « SOULEVER DES CHOSES LOURDES »

### Cycle 3

Document de travail pour les maîtres  
élaboré à partir des guides pédagogiques de la collection INSIGHT

**Reproduction interdite**

**Edition Juin 2002**

INNOPOLE

Ecole Courcelles Rue des Frères Bertrand 69120 VAULX EN VELIN

Tél. 04 78 80 17 73 / Fax. 04 78 80 00 17

## PREAMBULE

La collection « Insight » créée aux Etats-Unis, dans le cadre d'un vaste projet de rénovation de l'enseignement des sciences, a été traduite en français et mise à disposition sur le site Internet LAMAP depuis 1998.

Cette collection, composée de 17 sujets d'étude, constitue un ensemble complet et cohérent pour l'enseignement des sciences à l'école.

Depuis 1996, les enseignants de Vaulx en Velin utilisent assez largement et avec beaucoup de satisfaction, ces outils pédagogiques ; cela a conduit l'équipe locale à réaliser des documents d'accompagnement, adaptés aux pratiques françaises et enrichis de l'expérience des écoles\* (extraits de cahiers d'expériences des élèves, écrits collectifs, photos, témoignages d'enseignants, liste de matériel adapté...).

Ce document de travail a été complété par un CD ROM réalisé par des élèves de l'Ecole Centrale de LYON dans le cadre d'un partenariat avec INNOPOLE.

**Document élaboré par Pascale PLEAU**  
**Conseillère pédagogique en sciences à Vaulx en Velin**

*\*Nous remercions tous les maîtres de la circonscription de Vaulx en Velin, qui par la mise en œuvre de ce sujet d'étude dans leur classe ont contribué à l'élaboration de ce document et tout particulièrement :*

*Bernard GINHOUX de l'Ecole Martin Luther KING*  
*Olivier SOULAS de l'Ecole Angéline COURCELLES*

# INTRODUCTION

Le terme de « machine » nous est familier mais souvent associé uniquement aux perceuses électriques, lave-linge, aspirateurs, tondeuses et autres machines motorisées.

Ce sujet d'étude se propose d'étudier des machines simples qui augmentent notre capacité à soulever des objets lourds : les leviers, les plans inclinés et les poulies.

La notion de « faciliter le travail » sera le premier objet d'étude des élèves. Les défis proposés ensuite leur permettront de formuler des problèmes quant au fonctionnement des leviers, des plans inclinés et des poulies, et d'élaborer des expériences pour les résoudre.

L'analyse des résultats, la prise de notes, les dessins, les confrontations entre élèves leur permettront de dégager les avantages et les inconvénients de ces machines simples.

## DEROULEMENT DES SEQUENCES

Séquences	Activités conduites par les élèves	Conclusions possibles de la séquence
P 11	Questionnaire d'introduction	Recueil des représentations des élèves
Séquence 1 P 14	Les élèves réfléchissent à des moyens pour faciliter le levage d'objets lourds.	Il existe de nombreux dispositifs simples et efficaces pour soulever des objets. On les appelle « machines » même s'ils ne sont pas gros, puissants et munis de moteurs.
Séquence 2 P 18	Les élèves relèvent des défis sur des leviers miniatures pour comprendre les principes fondamentaux du levier.	Des paramètres qui influencent les expériences faites : position du pivot, des masses ajoutées, longueur du levier, hauteur d'élévation de la masse.
Séquence 3 P 23	Les élèves mettent en application leurs découvertes en travaillant sur de vrais leviers.	Il s'agit de faire le lien entre les outils usuels et le monde miniature de la séquence 2. Les leviers comportent trois points importants : l'endroit où le travail doit être effectué, celui où nous exerçons notre force et celui utilisé comme point d'équilibre et transfert de force (le pivot).
Séquence 4 P 30	<b>Les élèves observent des plans inclinés dans leur environnement quotidien et découvrent leur fonctionnement.</b>	Les plans inclinés facilitent le travail car le poids semble moins lourd, on a moins d'effort à faire d'un seul coup et on peut utiliser des objets à roulettes qui transportent la charge à monter.
Séquence 5 P 33	Les élèves expérimentent des plans inclinés dans leur monde miniature avec deux longueurs de planche différentes.	Plus la planche est longue, moins la pente est raide. L'inclinaison de la pente et le contrepoids sont des paramètres qui influent sur le travail à effectuer.
Séquence 6 P 40	Les élèves soulèvent des objets lourds à l'aide de poulies.	Il est plus facile de soulever un objet avec une poulie. Même s'il nous faut la même force, il est plus facile de tirer vers le bas que vers le haut.
Séquence 7 P 44	Les élèves expérimentent le levage d'une charge avec des systèmes comportant plusieurs poulies.	Plus on a de poulies, plus il faut tirer de corde, moins on tire fort.
Séquence 8 P 50	Les élèves résolvent un problème concret de manutention sur un chantier.	Réinvestissement des connaissances sur les leviers, plans inclinés et poulies.
Séquence 9 P 52	Les élèves partent à la recherche de systèmes ou dispositifs simples qui	Mise en évidence de ceux qui comportent des leviers, plans inclinés

	facilitent le travail. Ils les classent selon leur type et leur fonction.	ou poulies.
Questionnaire final P 54	Evaluation	
Aperçu scientifique P56	Supplément d'informations pour le maître	

## LIENS AVEC LES INSTRUCTIONS OFFICIELLES

Extraits du programme	Extraits du document d'application	
	Compétences spécifiques	Commentaires
Leviers et balances Equilibres	<p>Etre capable de prévoir ou d'interpréter qualitativement quelques situations d'équilibre, en particulier lorsque les forces qui s'appliquent ne sont pas à égale distance de l'axe.</p> <p>Etre capable d'utiliser pour ce faire les deux propriétés suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une même force a plus d'effet sur la rotation si elle est appliquée à une plus grande distance de l'axe.</li> <li>- Une grande force a plus d'effet qu'une petite force si elle est appliquée à la même distance de l'axe.</li> </ul>	<p>C'est à travers des réalisations effectives et concrètes que s'exerce la réflexion des élèves. Exemples possibles : fabrication d'une grue et équilibre de la flèche, fabrication et équilibre d'un mobile, fabrication ou utilisation de pinces, de leviers... Etude de leur efficacité.</p> <p>L'objectif prioritaire est de développer des attitudes rationnelles devant les problèmes de transmission et de transformation du mouvement.</p>
Objets mécaniques et transmission de mouvements	<p>Etre capable de fabriquer un ou deux objets mettant en œuvre des mécanismes simples.</p> <p>Etre capable de monter et démonter un objet technique simple.</p> <p>Apprendre à se comporter efficacement devant un problème d'ordre technique.</p>	

### ***Concepts sous-jacents***

- Relation de cause à effet : sollicitation et mouvement ou réaction
- Relation entre structure et fonction
- Energie mécanique

# MISE EN ŒUVRE

## Planification

Les 9 séquences de ce sujet d'étude représentent environ 16 séances.

Pour assurer une continuité dans la construction des connaissances et plutôt que d'étaler les séances dans le temps, nous préconisons un rythme soutenu de trois séances hebdomadaires. Ainsi, on pourra partager en deux chaque trimestre et ne proposer par exemple des activités scientifiques qu'en première partie.

## Le questionnaire d'introduction

Ce questionnaire est un test à programmer en préambule aux séquences. Il permet :

- d'introduire le sujet traité et de motiver les enfants,
- d'identifier ce que les élèves connaissent déjà ou croient connaître.

## Le rôle du maître

L'objectif principal du maître est d'aider les élèves dans la construction d'une attitude scientifique et l'acquisition progressive d'une démarche : se poser des questions, émettre des hypothèses, faire des expériences, relever des données, discuter des résultats et des conclusions possibles. Le travail de groupe et les échanges constituent une base essentielle à la construction des connaissances des élèves. Il n'est pas nécessaire d'agir en expert scientifique pour diriger les séances ; faire acquérir cette démarche signifie plutôt :

- l'avoir acquise soi-même,
- se permettre et permettre aux élèves de tâtonner, voire de faire des erreurs et montrer comment elles peuvent être utiles,
- accepter de ne pas tout connaître et habituer les élèves à chercher une information auprès d'autres personnes, de livres , à reprendre des explorations,
- poser des questions et accepter de prendre en compte toutes les réponses,
- remettre en question ses propres représentations si nécessaire.

Chaque séquence est organisée sensiblement de la même manière :

-Travail en groupe classe :

Rappeler le fil conducteur du sujet d'étude, les réponses déjà apportées, les questions en suspens, poser le problème du jour.

-Travail en petits groupes :

Les élèves cherchent et découvrent des solutions possibles au problème proposé. Ils discutent de leurs idées, confrontent leurs représentations à la réalité, essayent de se mettre d'accord pour proposer à la classe un compte rendu commun.

Le maître veille au partage des tâches : il peut proposer aux élèves des rôles définis au sein du groupe.

Au cours de l'activité, le maître observe les enfants, facilite les échanges, relance le travail par le questionnement. Il permet à chaque groupe d'aller jusqu'au bout de ses investigations en gardant à l'esprit le sens de l'activité.

Lors du travail de groupe, le maître gardera en mémoire les réflexions des élèves susceptibles de construire et structurer la synthèse. En effet, nombreux sont les enfants, qui au moment du bilan, ont oublié comment ils en sont arrivés à leur conclusion et les arguments qu'ils avaient proposés pour convaincre.

-Synthèse collective :

Les comptes rendus de groupe et les discussions qui en résultent ont pour rôle d'aider les élèves à identifier les concepts scientifiques et les articuler entre eux. En tant qu'animateur du débat, le rôle du maître est de guider les élèves pour clarifier leurs idées, organiser leur pensée et comparer les différentes solutions, analyser et interpréter les résultats.

## Le cahier d'expériences

Le cahier d'expériences est une mémoire individuelle de l'enfant ; c'est pourquoi chacun a son propre cahier dont le contenu varie d'un élève à l'autre.

Quel contenu possible ?

- des comptes-rendus d'expériences élaborés par l'élève avec ou sans trame : problème posé, hypothèses émises, schémas ou explications des expériences, conclusions momentanées, nouvelles questions ...
- des bilans de classe différenciés des traces individuelles (par la couleur par exemple) qui sont le résultat de la synthèse collective. Ces synthèses pourront également donner lieu à l'élaboration d'affiches et/ou d'un cahier de classe.

- un lexique individuel.

### A quoi sert-il ?

*Pour l'enfant :*

- à **se souvenir** (pour poursuivre son exploration, pour communiquer avec ses pairs ou sa famille)
- à **structurer** sa pensée
- à **comprendre** l'importance de la trace écrite et de son utilité dans d'autres domaines que celui de la langue.

*Pour le maître, c'est :*

- un regard permanent sur le cheminement de l'enfant
- un outil d'aide à l'évaluation au niveau de la maîtrise de la langue, des connaissances scientifiques, du raisonnement
- une ressource pour l'élaboration des écrits collectifs.

### Comment le faire évoluer ?

- inciter les enfants à s'y référer (pour poursuivre le travail, pour communiquer...)
- mettre en valeur les notes importantes et pertinentes
- laisser assez de temps à l'enfant ou lui ménager un moment personnel pour écrire, parfaire ses notes ; faire le bilan écrit de ce qu'il a appris
- aider à l'orthographe et à la syntaxe (dans la mesure où ce cahier n'est en général pas corrigé par le maître pour permettre à l'enfant une expression libre et spontanée). On pourra afficher des supports en classe ou tout outil de référence qui semblera approprié.

## Le travail à la maison

Proposé de manière régulière, le travail à la maison a pour objectifs :

- d'assurer une continuité avec le travail effectué en classe (recherches, réinvestissement...)
- de favoriser les liens école-familles ; l'aspect universel des sujets proposés suscite souvent beaucoup d'intérêt chez les parents, intérêt qui apporte une motivation supplémentaire aux enfants pour le travail scolaire.

## L'évaluation

Il est important de distinguer trois domaines d'évaluation : celui de l'évolution des comportements sociaux inhérents au travail de groupe et aux échanges entre les élèves, celui de l'acquisition de la démarche scientifique et celui des connaissances.

### *Au cours des séances*

La structure des séquences permet un travail approfondi de certaines compétences transversales et de compétences relevant de la maîtrise de la langue. On pourra observer leur évolution tout au long du travail : l'enfant s'inscrit-il dans l'activité ? Trouve-t-il sa place dans le groupe ? Produit-il un écrit ? Est-il capable de communiquer (qualité d'expression, prise de parole...) ?

Plus spécifiquement, le maître sera en mesure d'apprécier si les élèves tendent vers l'acquisition d'une véritable attitude scientifique.

### *L'évaluation finale*

Elle permet d'évaluer de façon formelle, les connaissances scientifiques et méthodologiques et d'apprécier le niveau de développement de la démarche scientifique de chaque élève.

## LISTE DU MATERIEL

### SOULEVER LES CHOSES LOURDES

<b>MATERIEL CONSOMMABLE</b>			
Désignation	Quantité	N° de séquences	Observations
Clous	50	3	
Sable		6	

<b>MATERIEL SPECIFIQUE</b>			
Désignation	Quantité	N° de séquences	Observations
corde	1	5/6/7	15 m pour soulever le seau de sable
ficelle	1	5/6/7	rouleau pour soulever les boîtes
seau	1	6	rempli de sable (démonstration)
rondelles	120	2 à 7	3 à 4 cm de diamètre
boîtes	12	2 à 7	De 2 couleurs différentes
Règles de 30cm	6	2 à 5	En plastique
Règles de 50 cm	6	2 à 5	En plastique
Règles de 20 cm	1	2 à 5	En fer
Règles de 30 cm	5	2 à 5	En fer
cuillères	2	3	
marteaux	2	3	Arrache-clous
tournevis	2	3	plats
couteaux	2	3	métalliques
pince à levier	2	3	
manches à balai	2	3	
poules	1	6/7	5 cm pour soulever le seau
poules	12	6/7	2,5 cm pour soulever les boîtes
double poulie	1	7	pour soulever le seau
planche	6	4/5	1 m/ levier
planche	1	2	2 m et 30 cm d'épaisseur/ levier
Poulie en plastique	1		
planche	6	5/6	60 cm /levier

<b>MATERIEL COURANT DE RECUPERATION</b>			
Désignation	Quantité	N° de séquences	Observations
Bicyclette	1	5	Ou un autre objet similaire muni de roues
papier affiche		toutes	
cailloux	2	2/3	Gros, pour faire le pivot des planches
cailloux	6	2	Pour faire pivot avec les règles
ciseaux	2	3	Outils pour arracher les clous
pièce de monnaie	2	3	

# QUESTIONNAIRE D'INTRODUCTION

## Objectifs

- Susciter l'intérêt des élèves pour le thème étudié
- Recueillir leurs premières représentations afin de faire émerger un premier questionnement sur les concepts étudiés
- Fournir un repère d'évaluation afin de mesurer la progression des élèves.

## Matériel

*Pour chaque élève:*

- la photocopie du questionnaire d'introduction.

**Durée : 1 séance de 30 minutes**

## Déroulement

### Travail individuel

Consigne : Le maître explique que chacun devra remplir le questionnaire dans la mesure où il a des idées sur la question. Il précisera qu'il n'est absolument pas grave et même normal qu'on ne sache pas répondre à certaines questions.

Synthèse collective (à faire après avoir pris connaissance des réponses des élèves)

Il s'agit de mener une discussion sur ce que les élèves savent déjà, sur ce qu'ils croient savoir et sur ce qu'ils aimeraient connaître afin de susciter des interrogations et donc une motivation pour chercher.

# QUESTIONNAIRE D'INTRODUCTION

## Soulever les choses lourdes

1 Fais la liste de 3 machines :

-

-

-

2 D'après toi, qu'est ce qu'une machine ?

3 Connais-tu des machines ou des dispositifs qui ne sont composés que de 2 ou 3 morceaux ? Quel travail peux-tu accomplir avec ceux-ci ?

4 Pourquoi est-il plus facile d'enfoncer une pointe qu'un petit morceau de bois taillé (une cheville) dans une poutre ?

5 Tu dois soulever une boîte très lourde et la poser sur le dessus d'un bureau. Que peux-tu utiliser pour accomplir cette tâche et pour te faciliter le travail ?

# SEQUENCE 1

## Rendre le travail plus facile

### Résumé

Deux tâches de levage d'objets lourds sont proposées aux élèves afin qu'ils réfléchissent à des moyens pour rendre le travail plus facile;

### Objectifs

- Comprendre un problème et émettre des hypothèses
- Introduire l'idée de machines simples

### Matériel

Un seau de sable  
Un bureau lourd

### Durée : 1h

### Déroulement

#### **Partie collective**

#### Défis :

- 1) Soulever le seau à 60 cm du sol
- 2) Soulever le bureau afin de mettre quelques livres sous ses pieds

Laisser un ou deux élèves tester l'opération seul.

Relever les impressions : " C'est lourd ; ça fait mal aux mains, au dos ; je n'ai pas assez de muscle, de force... "

#### Problème :

Vous allez imaginer comment on pourrait se simplifier la tâche afin de pouvoir relever les deux défis.

### **Partie en groupes**

Les enfants écrivent ou dessinent des dispositifs qui leur permettraient de soulever ces choses lourdes sur leurs cahiers d'expériences.

#### Quelques idées d'enfants :

- On peut s'y mettre à plusieurs.
- On peut démultiplier les tâches : deux élèves soulèvent le bureau pendant qu'un y glisse les livres dessous.
- On utilise une grue , un hélicoptère, un cric ...

### **Synthèse collective**

Chaque groupe expose ses idées sur le sujet et on note au fur et à mesure les suggestions dans un tableau en classant les dispositifs qui utilisent l'énergie humaine et ceux qui ont besoin d'une autre source d'énergie.

On conclut en disant aux enfants que c'est de la première colonne dont on parlera tout au long du module. Il est important que les élèves comprennent qu'il existe de nombreux dispositifs simples mais néanmoins efficaces et qui sont appelés " machines " même s'ils ne sont pas gros, puissants et munis de moteurs.

*A l'attention des parents,*

*Madame, Monsieur,*

*Dans le cadre de l'enseignement scientifique, votre enfant participera dans les semaines à venir aux activités concernant l'étude de machines simples (leviers, plans inclinés et poulies). Il aura quelquefois des travaux ou des recherches à faire à la maison et c'est pour cela que je souhaite votre contribution. Chaque fois que cela est possible, écoutez-le, manifestez votre intérêt pour ce qu'il est en train de faire à l'école, aidez-le éventuellement.*

*Je vous solliciterai parfois pour m'aider à récupérer des objets ou des matériaux nécessaires aux expériences qui seront réalisées en classe.*

*Si vous avez des connaissances utiles concernant le sujet traité, faites-le moi savoir; toutes les contributions seront les bienvenues.*

*Au cours du travail, votre enfant va tenir un cahier d'expériences avec ses mots à lui et ses notes personnelles. Ce cahier est différent des autres car il s'apparente au cahier du chercheur.*

*Je reste à votre disposition pour répondre à vos questions.*

*Cordialement.*

*classe*

*Le professeur de la*

Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expérience

### Séquence 1

Choisis un des deux objets.

Dans l'espace ci-dessous, dessine la méthode ou le montage que tu utilises pour soulever cet objet. Explique ton dessin par une légende.

## SEQUENCE 2

### Comment fonctionnent les leviers...

#### Résumé :

Plusieurs défis sont lancés aux élèves afin qu'ils comprennent les principes du levier.

#### Objectif

- Comprendre l'influence de la position du pivot d'un levier sur la force nécessaire pour soulever un objet et la hauteur à laquelle l'objet s'élève.

**Vocabulaire scientifique** : Levier, pivot.

#### Matériel

Pour chaque groupe :

Une règle plate de 30 cm

Une règle plate de 50 cm

Un pivot

20 masses de 1 gramme ou rondelles

2 petites boîtes pour mettre les masses

Une règle pour mesurer la hauteur (dont le bord corresponde au zéro)



Pour la classe

Une planche de 2 mètres

Un gros pivot ou caillou

Préparer des petites boîtes fermées de 6 masses que l'on fixera à l'une des extrémités des règles. Elles serviront à symboliser la charge à soulever.

**Durée : 2 séances d'une heure**

## Déroulement

### Première séance

#### Partie collective

Rappel des machines imaginées par les élèves au cours de la 1ère séquence.

Si le levier ne figurait pas parmi leurs idées, l'introduire avec démonstration à l'appui avec le bureau. Laisser quelques enfants essayer.

Introduire le vocabulaire.

Expliquer aux enfants qu'ils vont ensuite travailler sur des leviers d'un monde miniature et que les petits hommes ne peuvent pas soulever plus d'une masse à la fois (il y en a 6 dans la boîte). Ils disposeront de deux leviers de longueurs différentes, d'un pivot sur lequel ils poseront les leviers. Ils doivent imaginer différentes méthodes pour soulever les six masses à l'aide de leurs leviers.

#### Partie en groupes

Les enfants s'approprient le matériel et font leurs premières expériences à l'aide des masses supplémentaires qu'ils mettent dans la deuxième boîte. Ils sont encouragés à essayer de nombreuses manières de procéder.

#### Synthèse collective

Il est important que les enfants aient bien présents à l'esprit quatre paramètres qui influencent les expériences qu'ils ont faites : position du pivot, position des masses qu'ils ajoutent sur la règle, longueur des règles, hauteur d'élévation.

### Deuxième séance

#### Partie collective

Dans cette séance, les élèves n'utilisent que les règles de 50 cm.

Trois problèmes sont posés aux enfants. Les laisser s'exprimer sur les hypothèses qu'ils émettent quant aux solutions qu'ils s'imaginent trouver.

## Partie en groupes

### Problème n°1

De combien de masses avez-vous besoin pour soulever la boîte contenant 6 masses lorsque le pivot se trouve au milieu ?

Faites un dessin de votre levier lorsque les 6 masses ont été soulevées. Montrer où votre groupe a placé le pivot en inscrivant les chiffres de la règle. A quelle hauteur de la table se trouvait la boîte de 6 masses ?

### Problème n°2

Quel est le plus petit nombre de masses utilisées pour soulever la boîte de 6 masses ?

Faites un dessin de votre levier. Montrer où votre groupe a placé le pivot en inscrivant les chiffres de la règle. A quelle hauteur de la table se trouvait la boîte de 6 masses ?

### Problème n°3

A quelle hauteur maximale pouvez-vous soulever la boîte contenant les 6 masses ? Combien de masses avez-vous utilisées ? Faites un dessin de votre levier lorsque la boîte des 6 masses est à la hauteur maximale. Montrer où votre groupe a placé le pivot en inscrivant les chiffres de la règle.

## Synthèse collective

On montrera autant qu'il est possible les dispositifs expérimentaux que les enfants ont mis en place lors de la discussion (problème de l'endroit où l'on a mesuré la hauteur, où l'on a posé les masses...)

Chaque groupe expose ses résultats et les remarques qu'il a faites. Ces données sont collectées dans un tableau, que l'on affichera, de la forme suivante :

Numéro du groupe	Hauteur depuis la table	Nombre de poids nécessaires	Position du pivot
1	4 cm	6	10 cm

A l'issue de ce travail, il faudrait tendre vers les conclusions suivantes :

- Plus le pivot est proche de la charge à soulever, moins il faut de masses pour la soulever.
- Plus le pivot est éloigné de la charge à soulever, plus il faut de masses pour la soulever.
- Plus le pivot est proche de la charge à soulever, moins on la soulève haut.
- Plus le pivot est éloigné de la charge à soulever, plus on la soulève haut.

Ces règles sont aussi à mettre sous forme d'affichage.

**RECHERCHE LIBRE SUR LE LEVIER**

1. plus lourd      plus léger

2. plus léger

3. on obtient l'équilibre

4. Il faut déplacer le pivot plus près de l'objet que l'on veut soulever pour qu'il soit plus facile à soulever (2).

5. On obtient l'équilibre.

● pivot  
— boîtes

groupe	hauteur (cm)	nombre de masses	place du pivot (cm)
1	3	10	25
2	3	12	25
3	3	X 11	25
4	3	10	25
5	3	11	25
1	2,7	0	30
2	2,9	0	35
3	2,8	0	34
4	2,8	0	28
5	2,8	0	27,5
1	3,2	14	24,5
2	3,4	14	24
3	3	11	24
4	4	14	24
5	3,2	14	24

Def 1      Def 2      Def 3

Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expérience

### Défi 1

De combien de masses avez-vous besoin pour soulever la boîte contenant 6 masses lorsque le pivot se trouve au milieu ? \_\_\_\_\_ Faites un dessin de votre levier lorsque les 6 masses ont été soulevées.

Montrez où votre groupe a placé le pivot en inscrivant les chiffres de la règle. A quelle hauteur de la table se trouvait la boîte avec les 6 masses \_\_\_\_\_

### Défi 2

Quel est le plus petit nombre de masses utilisé pour soulever la boîte de 6 masses ? \_\_\_\_\_

Faites un dessin de votre levier. Demandez à votre groupe l'emplacement du pivot, en inscrivant les chiffres sur la règle. A quelle hauteur au dessus de la table se trouvait la boîte de 6 masses ? \_\_\_\_\_

### Défi 3

A quelle hauteur maximale pouvez-vous soulever la boîte contenant les 6 masses ? \_\_\_\_\_

Combien de masses avez-vous utilisées ? \_\_\_\_\_ Faites un dessin de votre levier lorsque la boîte est à la hauteur maximale. Montrez l'endroit où votre groupe a placé le pivot en inscrivant les chiffres sur la règle.

## SEQUENCE 3

### Comment les leviers facilitent-ils le travail ?

#### Résumé

Dans cette séquence, les élèves mettent en application les résultats de leurs recherches sur les leviers miniatures, en travaillant sur de vrais leviers.

#### Objectifs

- Transférer les connaissances sur les leviers à des outils usuels : tourne-vis, arrache-clou, casse-noix ...
- Savoir reconnaître les différents éléments du dispositif " levier " (pivot, charge, force à appliquer...) sur ces outils usuels.

**Vocabulaire scientifique** : force

#### Matériel

##### Pour l'atelier 1 :

Une planche épaisse  
25 clous de 5 cm de long  
1 marteau arrache-clou  
1 paire de tenailles  
1 paire de ciseaux  
1 cuillère en métal

##### Pour l'atelier 2

1 pot de peinture vide  
1 tournevis  
1 couteau en métal  
1 pièce de monnaie

##### Pour l'atelier 3

1 bâton d'un mètre  
1 manche à balai  
1 planche d'environ 1m sur 20cm  
1 caillou ou un bloc de bois pour pivot  
1 lourde charge : grosse pierre ...

**Durée** : 2 séances d'une heure (la première risque d'être longue ; on peut la prolonger sur la seconde)

## Déroulement

### Première séance

#### **Partie collective**

Les ateliers sont présentés aux enfants.

#### Atelier 1

Vous devez essayer d'arracher les clous de la planche. Dans un premier temps, vous essaieriez avec vos mains, puis vous écririez sur votre cahier d'expériences en justifiant votre choix, vos prédictions pour la question suivante : quel est l'outil le plus adapté selon vous pour arracher les clous ? Vous avez le choix entre le marteau, la pince à levier, les ciseaux et la cuillère. Vous remplirez ensuite la suite de la feuille du cahier d'expériences.

#### Atelier 2

Vous devez essayer d'ouvrir le pot de peinture. Dans un premier temps, vous essaieriez avec vos mains, puis vous écririez sur votre cahier d'expériences en justifiant votre choix, vos prédictions pour la question suivante : quel est l'outil le plus adapté selon vous pour ouvrir le pot de peinture ? Vous avez le choix entre le tourne-vis, le couteau, la pièce de monnaie. Vous remplirez ensuite la suite de la feuille du cahier d'expériences.

#### Atelier 3

Vous devez essayer de soulever l'objet lourd. Dans un premier temps, vous essaieriez avec vos mains, puis vous écririez sur votre cahier d'expériences en justifiant votre choix, vos prédictions pour la question suivante : quel est l'outil le plus adapté selon vous pour soulever l'objet lourd ? Vous avez le choix de faire levier avec un manche à balai, un mètre. Vous remplirez ensuite la suite de la feuille du cahier d'expériences.

#### **Partie en groupes**

Les élèves sont répartis dans les différents ateliers. Pour la sécurité et le guidage (questionnement), il sera préférable qu'il y ait un adulte par atelier. L'idéal pour qu'il n'y ait pas d'attente et que les groupes ne soient pas trop importants serait de prévoir deux ateliers par problème.

### Deuxième séance

#### **Synthèse collective**

Il s'agit de faire le lien entre le monde miniature et les outils usuels utilisés lors de cette séance.

Chaque groupe expose ses résultats et ses remarques.

Les leviers sont des machines simples qui facilitent le travail. Ils comportent trois points importants : l'endroit où le travail doit être effectué, l'endroit où nous exerçons notre force et l'endroit utilisé comme point d'équilibre et transfert de force (le pivot). Ceci se traduit par les questions suivantes posées aux enfants :

- Comment l'outil vous a-t-il aidé ? Il est plus dur que nos doigts (matière), il prolonge notre bras (idée de longueur du levier), il y a un point d'appui (idée du pivot).

- Avez-vous utilisé un levier ? un pivot ? A quel endroit avez-vous poussé fort ? Et si vous étiez plus près du pivot, plus loin ?

Pour le marteau arrache-clous, la force que l'on exerce de haut en bas se situe sur le manche ; plus on met la main proche de la partie métallique, plus c'est difficile d'appuyer. Il en est de même pour le tourne-vis et le pot de peinture. Le point de levier se trouve sur la partie opposée de l'arrache-clou du marteau (l'appui se fait sur la planche) et pour le tourne-vis sur le bord du pot.

En outre, il est peu probable que tous les enfants comprennent que tous les outils utilisés peuvent agir comme des leviers. Il est cependant important qu'ils aient eu l'occasion au cours de cette discussion de prendre en compte l'utilité de ces outils. Le rapprochement avec les leviers est possible pour certains élèves avec des outils comme le marteau arrache-clous ou le tourne-vis.

Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expérience

### Séquence 3

page 1

**Enlever un clou enfoncé dans du bois :**

Que s'est-il passé lorsque vous avez enlevé le clou du bois avec les mains ?

Avec le marteau arrache-clou ?

Avec les tenailles ?

Avec les ciseaux ?

Avec la cuillère ?

Quel a été l'outil le plus efficace pour réaliser ce travail ?

Pour quelles raisons ?

Faites un dessin de quelqu'un en train d'utiliser cet outil :

Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expérience

### Séquence 3

page 2

**Enlever le couvercle d'un récipient :**

Que s'est-il passé lorsque vous avez soulevé le couvercle avec les mains ?

Avec le tournevis ?

Avec le couteau ?

Avec la pièce de monnaie ?

Quel a été l'outil le plus efficace pour réaliser ce travail ?

Pour quelles raisons ?

Faites un dessin de quelqu'un en train d'utiliser cet outil :

Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expérience

### Séquence 3

page 3

**Soulever un objet lourd :**

Que s'est-il passé lorsque vous avez soulevé l'objet lourd avec les mains ?

Avec le mètre ?

Avec le manche à balai ?

Avec la planche ?

Quel a été outil le plus efficace pour réaliser ce travail ?

Pour quelles raisons ?

Faites un dessin de quelqu'un en train d'utiliser cet outil.



## SEQUENCE 4

# Qu'est ce qu'un plan incliné ?

### Résumé

Les enfants observent des plans inclinés dans leur environnement et sont amenés à émettre des hypothèses quant à son utilité pour faciliter le travail de levage d'objets lourds.

### Objectifs

- Découvrir différents plans inclinés de la vie quotidienne.
- Comprendre leur fonctionnement pour soulever des choses lourdes.

**Vocabulaire scientifique** : plan incliné, rampe.

### Matériel

Pour la classe

Une planche de bois de 2 mètres

Un vélo ou une poussette (objet encombrant et lourd)

**Durée : 1h30**

### Déroulement

#### Partie collective

Le maître a apporté une poussette ou un vélo.

Problème posé : comment faire monter à la poussette ces quatre ou cinq marches d'escalier (cela dépend de la longueur de la planche) ou la porter sur une caisse en hauteur.

Les enfants réfléchissent au procédé qu'ils emploieraient s'ils possédaient plusieurs planches.

Demander aux élèves d'expliquer à priori comment fonctionne ce dispositif pour soulever des choses lourdes.

### **Sortie dans le quartier**

Les élèves sont invités à observer leur environnement pour trouver des plans inclinés. Ils en font la liste sur leur cahier d'expériences et dessinent les dispositifs observés.

A titre indicatif, ils pourront peut-être voir des rampes de déchargement (sur les trottoirs, dans les camions ...), une côte.

### **Synthèse collective**

Discussion autour :

- des situations dans lesquelles les gens utilisent des plans inclinés
- comment ils facilitent le travail

En résumé, les enfants sont susceptibles de dire que les rampes facilitent le travail car le poids semble moins lourd, on a moins d'effort à faire d'un seul coup, on peut utiliser des objets à roulettes qui eux permettent de transporter la charge sur le plan incliné.

Faire une affiche avec les règles que l'on peut établir sur les plans inclinés.

Les enfants notent ensuite individuellement sur leurs cahiers d'expériences quelques phrases qui expliquent pourquoi selon eux, le plan incliné rend le travail plus facile.

Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expérience

### Séquence 4

Fais un dessin de l'un des plans inclinés observé aujourd'hui.

Comment ce plan incliné rend-il le travail plus facile ?

---

---

---

---

## SEQUENCE 5

# Quels types de plans inclinés facilitent le travail ?

### Résumé

Les élèves expérimentent des plans inclinés dans leur monde miniature, avec deux longueurs de planche différentes.

### Objectifs

- Etablir un lien entre la hauteur et la force nécessaire pour soulever la charge.
- Etablir un lien entre la force à appliquer pour soulever une charge et la longueur du plan incliné.

**Vocabulaire scientifique** : charge, force, angle, pente raide

### Matériel

Pour chaque groupe :

- Une planche de 60 cm
- Une planche de 1 mètre ( On aura pris soin de fixer un morceau de ruban adhésif sur la tranche pour permettre à la ficelle de coulisser avec le moins de frottements possible).
- Des livres et des cahiers pour incliner les planches
- 2 petites boîtes (qui puissent se fermer et s'ouvrir facilement pour rajouter des masses, et dans lesquelles on puisse coincer la ficelle)
- Une vingtaine de masses (6 pour la charge à soulever et le reste pour faire contre-poids)
- 50 cm de ficelle
- Une règle graduée (dont le bord corresponde au zéro)



**Durée : 4 séances d'une heure**

## Déroulement

### Première séance

#### Partie collective

On précise aux élèves que l'on va retourner dans le monde miniature et on montre aux élèves l'installation.

La boîte avec 6 masses correspond à la charge qui doit être soulevée.

#### Partie en groupes

##### Premier défi :

Il s'agit de chercher combien de masses sont nécessaires pour remonter la boîte le long de plans inclinés de différentes longueurs (60cm ou 1 mètre) et de différentes hauteurs (ajout de livres sous la planche). Les enfants sont invités à noter leurs résultats sur leurs cahiers d'expériences.

#### Synthèse collective

On consigne les résultats des groupes dans un tableau de la forme suivante :

Groupe	Hauteur	Nombre de masses	Hauteur de la planche

On peut arriver aux conclusions suivantes à l'issue de cette première séance :

- Avec une planche peu penchée, la boîte se soulève toute seule.
- On soulève la boîte avec deux masses sur la grande planche peu inclinée et sur la petite plus inclinée.
- Plus on rajoute de masses, plus la boîte monte vite.

### Deuxième séance

#### Partie collective

Expliquer le défi.

#### Partie en groupes

Deuxième défi : Combien de masses sont nécessaires pour soulever la charge à 15 cm au-dessus de la table en utilisant le plan incliné de 60 cm puis celui de un mètre ?

Après avoir mesuré plusieurs fois, les enfants notent leurs résultats sur leurs cahiers d'expériences et peuvent faire un schéma.

### **Synthèse collective**

On continue à noter les résultats dans le tableau commencé à la première séance et on pourra arriver aux conclusions suivantes :

- Il faut plus de masses pour lever la boîte avec la petite planche qu'avec la grande.
- La cause : la grande est moins penchée que la petite.

## **Troisième séance**

### **Partie collective**

Expliquer les défis.

### **Partie en groupes**

Troisième défi : Combien de masses sont-elles nécessaires pour soulever la charge à des hauteurs différentes au-dessus de la table (à faire varier), en utilisant le plan incliné de 60 cm ?

Quatrième défi : Combien de masses sont-elles nécessaires pour soulever la charge à des hauteurs différentes au-dessus de la table (5 cm, 15 cm, 30 cm), en utilisant le plan incliné de 1 mètre ?

Les enfants notent leurs résultats sur leurs cahiers d'expériences et peuvent faire un schéma.

### **Synthèse collective**

On se bornera à noter les résultats des groupes dans le tableau collectif, la séance suivante permettant de conclure tous ces défis.

## **Quatrième séance**

### **Partie collective**

Commencer à lire le tableau collectif avec les élèves. Recueillir les réflexions des enfants par rapport à ces données.

Lancer le travail de réflexion de groupe.

### **Partie en groupe**

Les enfants sont amenés à réfléchir sur :

- ce qui leur faciliterait le travail s'ils avaient à soulever une charge très lourde à une très grande hauteur,

- ce qui leur faciliterait le travail s'ils avaient à soulever une charge très lourde à une hauteur faible.
- combien de masses ils mettraient de l'autre côté d'une charge à soulever s'ils avaient à la soulever très haut avec une planche courte,
- combien de masses ils mettraient de l'autre côté d'une charge à soulever s'ils avaient à la soulever très haut avec une planche longue.

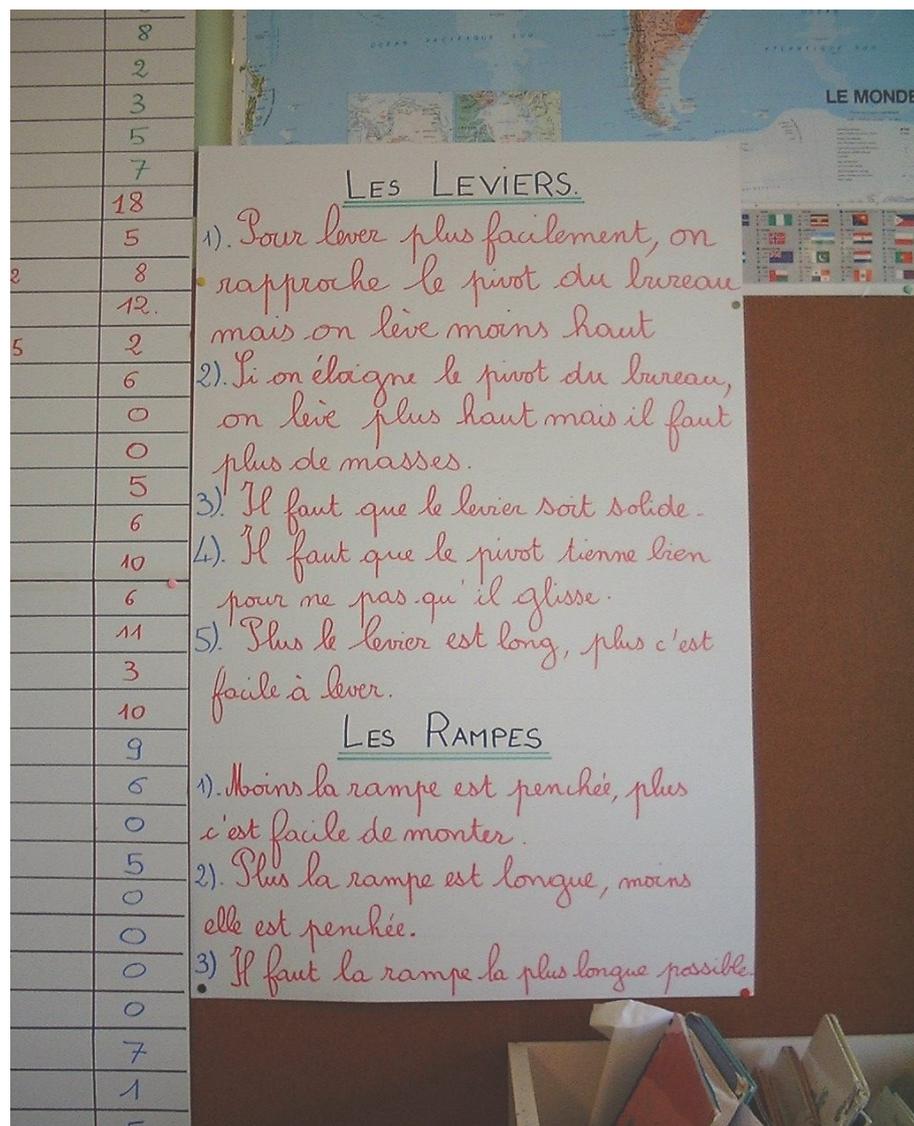
Leur demander de dessiner leur dispositif expérimental en justifiant le choix du matériel : planche plus ou moins longue, plus ou moins de contre-poids.

### Synthèse collective

Discussion à propos de leurs propositions.

Conclusions possibles :

- Plus la planche est longue, moins la pente est raide.
- Deux choses facilitent le travail : l'inclinaison de la pente et le contre-poids.
- Plus la pente est raide, plus il faudra de force (de masses) pour monter la charge en haut.



Prénom :

Date :

**Page du cahier d'expériences**  
**Séquence 5**

**Défi 1 :**

Faites un dessin de vos deux systèmes utilisant les plans inclinés.

De combien de masses avez-vous eu besoin pour soulever la charge au sommet de la planche de 60 cm ?

---

De combien de masses avez-vous eu besoin pour soulever la charge au sommet de la planche de 1m ?

---

Prénom :

Date :

**Page du cahier d'expériences**  
**Séquence 5**

**Défi 2 :**

Faites un dessin de vos systèmes de plans inclinés, numérotez-les et répondez aux questions suivantes pour chaque système.

1 Avec la planche de 60 cm :

De combien de masses avez-vous eu besoin pour soulever la charge au sommet ? \_\_\_\_\_

A quelle hauteur avez-vous soulevé la charge ? \_\_\_\_\_

2 Avec la planche de 1m :

De combien de masses avez-vous eu besoin pour soulever la charge au sommet ? \_\_\_\_\_

A quelle hauteur avez-vous soulevé la charge ? \_\_\_\_\_

Prénom :

Date :

**Page du cahier d'expériences**  
**Séquence 5**

**Défi 3 :**

Faites un dessin de vos systèmes de plans inclinés.

Complétez par le nombre de masses nécessaires pour soulever la charge :

	HAUTEUR 5 cm	HAUTEUR 15 cm	HAUTEUR 30 cm
Planche de 60 cm			
Planche de 1m			

## SEQUENCE 6

# Introduction des poulies

### Résumé

Dans cette séquence, on demande aux élèves d'expérimenter des systèmes grandeur nature et miniature pour soulever des choses lourdes à l'aide de poulies.

### Objectifs

- Comprendre l'utilité de la poulie dans certains contextes : soulever à de très grandes hauteurs.
- Comprendre comment fonctionne une poulie.

**Vocabulaire scientifique** : poulie, cannelure, contrepoids.

### Matériel

Pour la classe :

Un seau rempli de sable

Un crochet ou un autre pour fixer la poulie sur une grande hauteur (panier de basket, porte...)

Une poulie de 5 cm de diamètre

Une corde de quelques mètres (suivant la hauteur à laquelle on veut soulever le seau) qui s'adapte à la cannelure de la poulie.

Pour chaque groupe

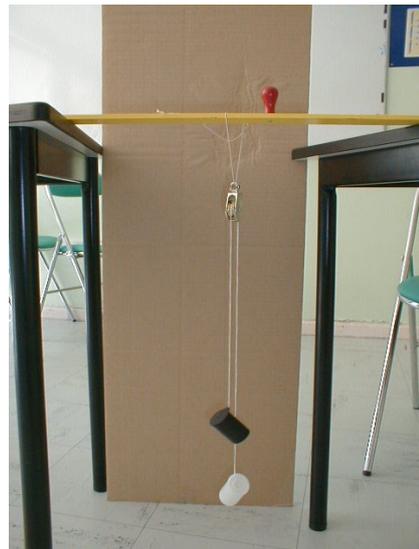
Deux petites boîtes dont une contiendra les six masses représentant la charge à soulever

Une vingtaine de masses

Une poulie de 5 cm de diamètre

Une ficelle ou fil de nylon qui s'adapte à la cannelure des poulies, à ajuster suivant la hauteur de la poulie.

Une règle pour mesurer la hauteur d'élévation de la charge.



**Durée : 1h15**

## Déroulement

### Partie collective

Rassembler les enfants autour du système " poulie ".

Faire l'état des lieux des connaissances des enfants sur ce qu'ils savent des poulies.

Leur demander de soulever le seau avec leurs mains seuls ou à plusieurs.

Fixer ensuite le seau à la corde de la poulie et leur faire expérimenter le levage.

Mesurer avec eux la distance d'élévation du sol et la longueur de corde nécessaire.

Expliquer le dispositif miniature que les enfants auront à mettre en place dans chaque groupe et expliquer le problème.

### Partie en groupes

Laisser les enfants expérimenter librement le matériel avant de poser le problème.

Problème à résoudre : Combien de masses doit-on utiliser pour soulever la boîte contenant les six rondelles suffisamment haut pour que le contrepoids touche le sol ?

Les enfants notent sur leurs cahiers d'expériences le nombre de masses nécessaires pour soulever la charge et que le contre poids touche le sol, ainsi que la hauteur à laquelle arrive la boîte de charge. Ils font un schéma de leur installation.

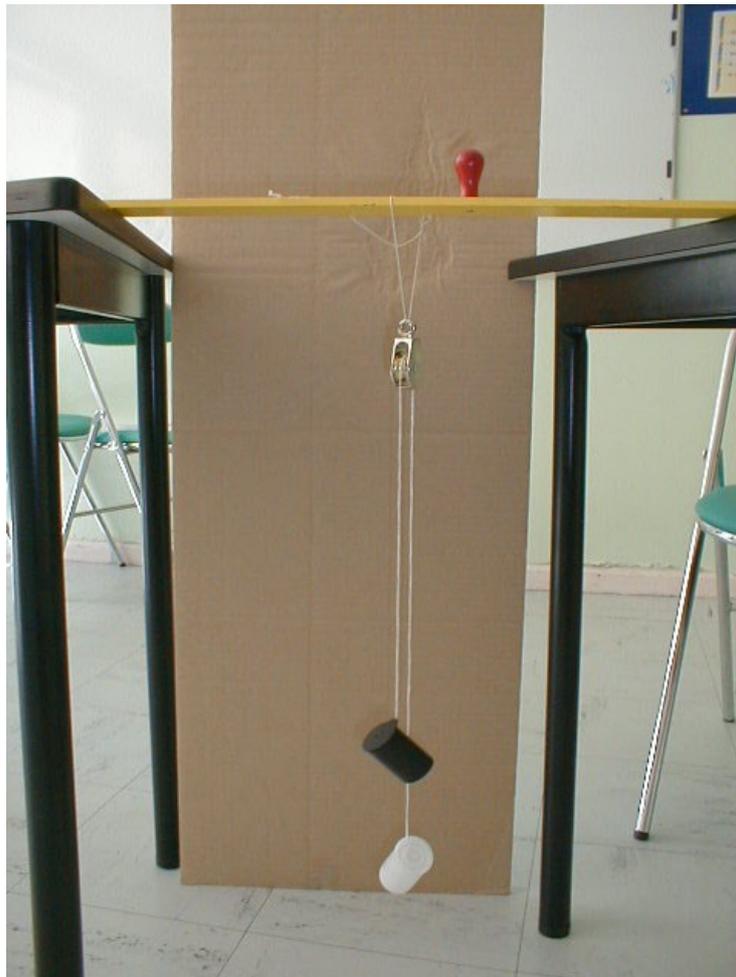
### Synthèse collective

On notera les résultats des groupes et on pourra en conclure, en faisant une affiche, qu'avec une poulie c'est plus facile de soulever un objet ; cependant, il nous faut la même force (même nombre de masses) mais il nous est plus facile de tirer vers le bas que vers le haut.

## Feuille d'instructions aux élèves

### Introduction aux poulies

- 1 Attacher la poulie à la règle.
- 2 Disposer la règle en deux chaises dos à dos.
- 3 Prendre la boîte contenant les 6 masses et la ficeler comme un paquet cadeau.
- 4 Attacher le bout de la ficelle à la boîte contenant les 6 masses, et faire passer l'autre bout dans la poulie.
- 5 Ensuite, faire passer le bout de la ficelle par le trou de la seconde boîte et le nouer (comme dans la séquence 5) de façon à ce que la seconde boîte arrive à hauteur de la poulie. Il faudra fermer cette boîte avec du ruban adhésif chaque fois que vous mettrez des masses à l'intérieur.



Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expériences

### Séquence 6

Combien de rondelles sont-elles nécessaires pour soulever la charge et pour que le contrepoids touche le sol ?

---

A quelle hauteur la boîte contenant les 6 masses arrive-t-elle ? \_\_\_\_\_

L'utilisation d'une poulie facilite t-elle le levage d'une charge ? Expliquez votre réponse.

---

---

---

---

## SEQUENCE 7

# Utiliser plus d'une poulie

### Résumé

Les enfants expérimentent le levage d'une charge avec des systèmes de deux puis trois poulies.

### Objectifs

- Construire un dispositif expérimental : systèmes de 2 et 3 poulies.
- Etablir un lien entre la force à appliquer pour soulever une charge et le nombre de poulies.
- Etablir en lien entre la hauteur à laquelle on peut soulever une charge et le nombre de poulies.



**Vocabulaire scientifique** : système, poulie mobile, poulie fixe.

### Matériel

Pour la classe :

Une poulie simple et une poulie double  
Et la même chose que pour la séquence 6  
(cf matériel de la classe)

Pour chaque groupe :

Une douzaine de masses  
2 sacs de congélation (pour mettre les masses)  
2 poulies de 2,5 cm de diamètre + une moitié de trombone qui fait office de 3ème poulie car elle doit être de poids négligeable  
Ficelle ou corde  
1 règle de 1m et 1 règle commençant à 0



**Durée** : 3 séances d'une heure

### Déroulement

#### Première séance

##### Partie collective

Montrer le dispositif à deux poulies et en expliquer le montage.

Expliquer que dans un premier temps, les élèves monteront leur dispositif, exploreront ses possibilités avec les charges de leur choix et que dans un deuxième temps, ils devront répondre au problème proposé (écrit au tableau).

### **Partie en groupes**

Les élèves montent leur dispositif à l'aide du schéma proposé ci-dessus.

Ils explorent ensuite la charge de 6 masses qu'ils peuvent soulever, à quelle hauteur.

Problème à résoudre : Combien de masses faut-il pour soulever une charge de six masses et que le contrepoids touche le sol ? A quelle hauteur la charge parvient-elle en partant du sol ?

Les élèves dessinent leur expérience et notent les résultats sur leurs cahiers d'expériences.

Si les élèves ont du mal à définir clairement la charge et le contrepoids, on pourra utiliser des couleurs de boîtes différentes.

### **Synthèse collective**

On pourra après avoir collecté les résultats et les avoir commentés, remarquer qu'il faut moins de masses qu'avec une poulie mais on lève la charge moins haut.

## **Deuxième séance**

Démonstration du système à 3 poulies avec le seau de sable.

Même chose que lors de la première séance mais avec trois poulies.

Avant de commencer l'expérience, les enfants émettront des hypothèses quant aux résultats (ordre de grandeur : encore moins haut, encore moins de masses).

Vérifier leur montage avant qu'ils l'expérimentent.

## **Troisième séance**

### **Synthèse collective**

Relire les résultats avec les enfants, y compris ceux avec une seule poulie.

Comparer ces résultats.

Installer le système de classe à trois poulies (une double et une simple). faire expérimenter les enfants. Rappeler la longueur de corde nécessaire avec le système à une poulie ; la comparer avec le système à trois poulies.

On pourra peut-être en conclure que plus on a de poulies, plus il faut tirer de corde, mais qu'il n'est pas nécessaire de tirer aussi fort.



## Fiche d'instructions des élèves

### Utiliser plus d'une poulie

- 1 Fixez une des poulies à la règle. Attachez l'autre poulie à la boîte contenant les 6 masses.
- 2 Attachez une extrémité de la ficelle à la règle. Passez l'autre dans la poulie mobile, fixée à la charge.
- 3 Remontez maintenant cette extrémité et passez-la dans la poulie fixée à la règle. Laissez pendre le bout.
- 4 Faites passer cette extrémité à travers le trou de la boîte à trombones vide. Faites un nœud en gardant une longueur de ficelle telle que la boîte pende à proximité de la poulie. Vous aurez peut-être à faire deux ou trois nœuds.



Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expériences

### Séquence 7

Dessinez le système à deux poulies de votre groupe :

Combien faut-il de rondelles pour soulever la charge de 6 masses et pour que le contrepoids touche le sol ?

A quelle hauteur se trouve la boîte de charge (contenant les 6 masses) ?

Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expériences

### Séquence 7

Dessinez le système à trois poulies de votre groupe :

Combien faut-il de rondelles pour soulever la charge de 6 masses et pour que le contrepoids touche le sol ?

A quelle hauteur se trouve la boîte de charge (contenant les 6 masses) ?

## SEQUENCE 8

# Construire en utilisant des systèmes simples

### Résumé

Les élèves mettent en application ce qu'ils ont appris au sujet des leviers, plans inclinés et poulies pour résoudre un problème concret de manutention sur un chantier. Les séquences 8 et 9 peuvent servir d'évaluation du module.

### Objectifs

- Evaluer les connaissances des enfants
- Transférer des connaissances en résolvant un nouveau problème.

### Matériel

Pour la classe:

Installation de leviers

Installation de plans inclinés

Installation de poulies

**Durée** : deux séances d'une heure

### Déroulement

#### Partie collective

Rassembler tous les affichages faits au cours du module et rappeler avec les enfants les conclusions tirées pour chacun des dispositifs (fonctionnement, utilité, principes).

Pour les aider on pourra leur poser ce genre de petites questions ?

- Comment monter un tonneau dans un arbre ?
- Comment sortir une voiture de la boue ?
- Comment monter une cloche en haut d'un clocher ?
- Comment charger de caisses un camion ?

Présenter le problème à la classe.

*Il s'agit de dessiner le chantier de construction d'un bâtiment de 5 étages, où l'on n'utiliserait que des dispositifs simples (leviers, plans inclinés et poulies) pour accomplir les tâches.*

*Les élèves choisissent en groupe les parties de ce chantier qu'ils veulent représenter, mais leur dessin doit comporter les éléments suivants :*

- ◇ *Comment transporter une gâchée de ciment humide de l'endroit où il est préparé jusqu'au mur où l'on en a besoin ?*
- ◇ *Comment monter les tuiles sur le toit ?*
- ◇ *Comment monter les poutres qui formeront la charpente ?*
- ◇ *Comment se débarrasser des détritrus depuis le premier étage ?*
- ◇ *Comment monter à l'étage les vitres pour les fenêtres des étages supérieurs ?*

### **Partie en groupes**

Les élèves discutent des moyens pour résoudre chaque problème et en font un croquis succinct.

## **Deuxième séance**

### **Partie en groupes**

Les élèves font le dessin du chantier avec les moyens qu'ils proposent pour résoudre chaque problème sur de grandes feuilles de papier affiche.

Le maître se met à la disposition des élèves, les sollicite dans leurs recherches et note pour évaluer, leurs manières de procéder en groupe, d'échanger leurs idées.

### **Synthèse collective**

Explication de chaque groupe devant la classe et échanges à propos des différents procédés.

## SEQUENCE 9

### A la recherche des systèmes et dispositifs simples

#### Résumé

Les élèves partent à la recherche de systèmes ou dispositifs simples qui facilitent le travail. Ils les classent selon leur fonction et leur type.

#### Objectif

- Déterminer la fonction d'un dispositif et son type.

#### Matériel

Pour chaque élève : la liste des tâches (cf plus loin)

#### Durée : deux séances d'une heure

#### Déroulement

##### Première séance

###### Partie en groupe

Expliquer qu'ils ont étudié des machines simples qui permettent de soulever des choses lourdes mais qu'il existe bien d'autres dispositifs simples qui accomplissent d'autres tâches et qu'ils vont partir à leur recherche.

Chaque élève de chaque groupe est porteur d'une fiche d'exploration et devra y consigner ses réponses. Les enfants seront astreints à un secteur géographique limité pour leurs recherches : on peut faire une sortie collective dans le quartier, ou laisser les groupes plus libres dans l'enceinte de l'école.

Ils pourront compléter leurs réponses le soir en rentrant chez eux ou à la maison.

##### Deuxième séance

###### Synthèse collective

Les enfants discutent de leurs découvertes et on notera les dispositifs ou les outils trouvés en commençant par ceux qui ont la même fonction.

Pour chacun, on s'appliquera à le décrire (de quoi il est constitué et comment il fonctionne).

Pour finir, demander aux enfants de trouver parmi ces dispositifs ceux qui comportent selon eux des leviers, des poulies et/ou des plans inclinés.

Prénom :

Date :

## Page du cahier d'expériences

### Séquence 9

Trouve au moins un outil ou dispositif qui accomplit chacune des tâches suivantes et indique son nom :

Soulever des objets : \_\_\_\_\_

Tourner en fonctionnant : \_\_\_\_\_

Couper des objets : \_\_\_\_\_

Aider à écrire : \_\_\_\_\_

Faire tourner une roue par une autre :  
\_\_\_\_\_

Démonter des objets : \_\_\_\_\_

Maintenir des choses ensemble : \_\_\_\_\_

Ouvrir des objets : \_\_\_\_\_

Faire des trous dans les objets : \_\_\_\_\_

Rendre les objets pointus : \_\_\_\_\_

Visser les objets : \_\_\_\_\_

Changer la direction du mouvement des objets : \_\_\_\_\_

Prénom :

Date :

**QUESTIONNAIRE FINAL**  
**Soulever les choses lourdes**

1 Nomme trois dispositifs qui sont des dispositifs simples :

2 Choisis un des dispositifs que tu as nommés dans la question 1 :

a Explique comment il fonctionne

b De quel type de système s'agit-il ?

c De quelle manière ce système t'aide t-il ?

d Où la force est-elle appliquée ?

3 Tu dois soulever un caillou lourd.

a Fais un dessin pour montrer comment tu ferais. Tu as :

Explique ce que tu as dessiné

b Que ferais-tu pour soulever le caillou plus haut ?

4 Des ouvriers restaurent une maison. Ils doivent soulever un ensemble de briques qui constitue une charge lourde et encombrante, depuis le sol jusqu'à une fenêtre du premier étage. Dessine et/ou décris comment ils pourraient faire en choisissant les meilleurs dispositifs pour ce travail.

# APERCU SCIENTIFIQUE

## PRINCIPES GENERAUX

L'idée générale du sujet d'étude " soulever des choses lourdes " réside dans le fait que les machines simples peuvent faciliter le déplacement d'un objet lourd, soit en réduisant la force nécessaire à son déplacement, soit en plaçant l'expérimentateur dans une position plus pratique et plus adaptée à cette tâche.

Il paraît important de signaler que l'énergie nécessaire pour déplacer un objet d'une hauteur à une autre est *toujours la même*, quel que soit le système utilisé. Ces systèmes ne permettent donc pas de réduire cette énergie, mais de rendre cet exercice *plus " facile " en réduisant la force nécessaire pour soulever l'objet*.

### Rappel de définitions :

#### *Les forces :*

Une force est une *action* sur un objet qui va pouvoir modifier l'état de l'objet : mise en mouvement, modification du mouvement (freinage, accélération, rotation), déformation. C'est un concept qui apparaît systématiquement dans ce sujet d'étude puisque nous cherchons à soulever un objet, c'est-à-dire à lui appliquer la force suffisante pour compenser son poids et le mettre en mouvement vers le haut. Appuyer sur un levier ou tirer sur une corde, c'est exercer une force sur ce levier ou sur cette corde.

#### *Poids :*

Le poids est *l'attraction exercée par la Terre* sur l'objet. C'est une force que l'on appelle aussi force gravitationnelle ; en effet le poids est l'action qui tend à faire tomber un objet au sol. Nous avons tous déjà remarqué que plus un objet est lourd, plus son poids est grand. Sa valeur dépend effectivement d'une autre grandeur: la masse de l'objet. Nous avons d'ailleurs la relation suivante : poids = masse \* g , où g est appelée accélération gravitationnelle (c'est un nombre constant qui caractérise la puissance avec laquelle la terre attire les objets).

### **Masse :**

C'est ce qui nous fait dire d'un objet qu'il est lourd ou léger. C'est donc une des caractéristiques d'un objet ou d'une personne. Elle s'exprime en kilogrammes.

**ATTENTION :** Souvent nous avons tendance à mélanger les notions de poids et de masse ou à les confondre. Si elles sont très liées, elles sont néanmoins différentes : une balance subit le poids d'un objet mais sert à mesurer sa masse, et c'est bien la masse de cet objet, exprimée en kilogrammes qu'on lit sur la balance. Aussi, lorsque nous disons "Mon poids est 60 kg.", nous commettons une erreur, la formulation correcte étant : "Ma masse est 60 kg".

### **Energie :**

Nous sentons assez bien en général ce que signifie ce mot: le sens scientifique est très proche du sens courant. Cette notion apparaît dans ce sujet d'étude et permet de mettre en évidence les inconvénients suivants :

- plus un levier réduit la force à exercer, moins il permet de lever l'objet haut
- plus un plan incliné réduit la force à exercer, plus il faut parcourir de distance pour amener l'objet à une hauteur donnée
- plus on utilise de poulies, plus on réduit la force à exercer, mais plus il faut de longueur de corde pour lever l'objet à une hauteur donnée.

### **Energie Potentielle de Pesanteur:**

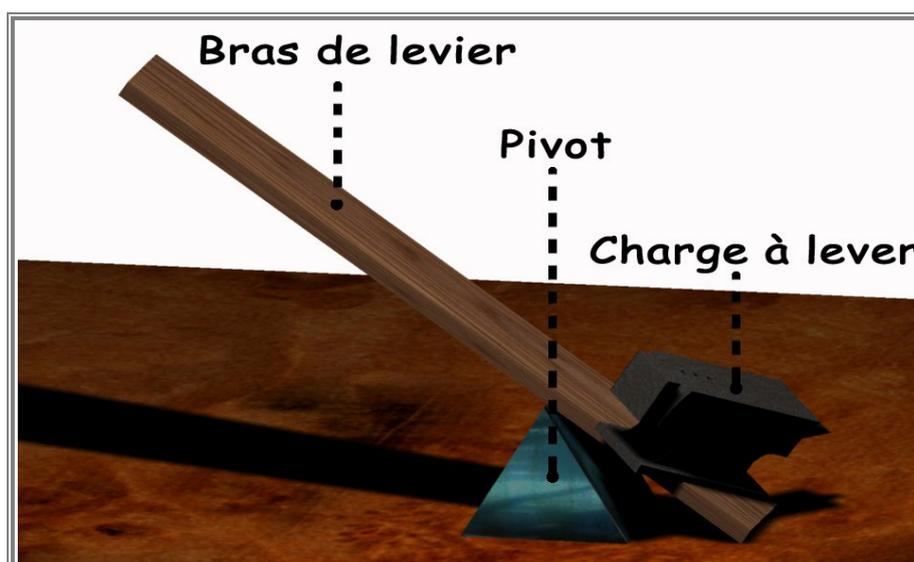
C'est l'énergie qu'il est nécessaire de fournir pour **soulever un objet à une certaine hauteur**. Lorsque l'on lève un objet, on force et on dépense de l'énergie (c'est pour cela que cela nous fatigue). Cette énergie, bien qu'on ne la voit pas, ne disparaît pas : c'est l'objet qui la prend! Effectivement, une boule de pétanque placée en hauteur, par exemple, possède de l'énergie (l'énergie potentielle de pesanteur) car si on la lâche, elle tombe et peut casser le carrelage. Nous pouvons remarquer aussi que plus l'objet est lourd ou plus il est haut, plus il a d'énergie (il pourra casser des carreaux de plus en plus durs).

L'énergie potentielle de pesanteur d'un objet augmente donc avec sa masse et la hauteur à laquelle il est placé.

## LES LEVIERS

### Qu'est-ce qu'un levier ?

Le système mécanique du levier est constitué d'une barre rigide qui pivote autour d'un point d'appui appelé pivot (voir schéma ci-dessous). Dans le sujet d'étude, les élèves utilisent des planches ou des règles qui jouent le rôle du levier.

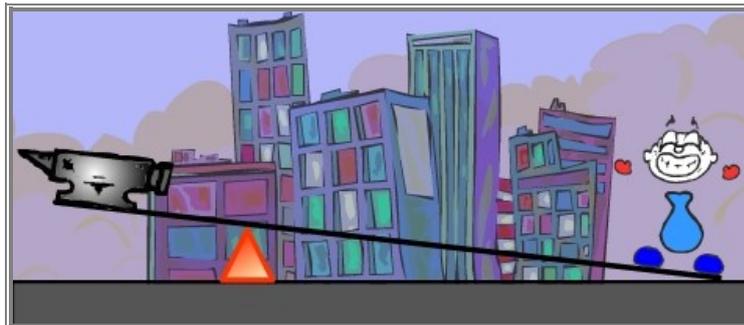


### Les leviers facilitent l'exercice :

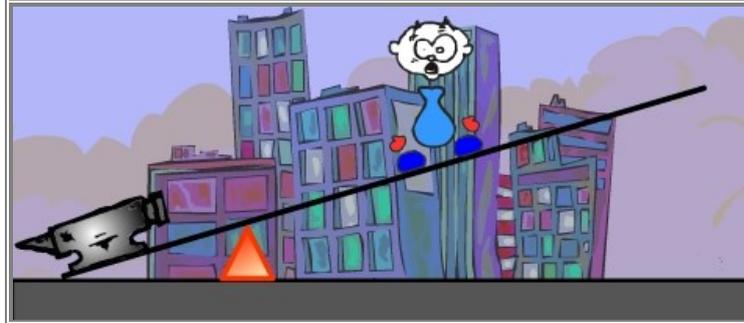
- par la **position plus confortable** pour appliquer la force ; vous avez sûrement remarqué qu'il est plus facile d'appuyer de tout son poids vers le bas que de soulever vers le haut ( c'est en particulier moins douloureux pour les bras et le dos).
- en **diminuant la force à exercer**. Elle dépend de l'endroit où on l'exerce, de la position de l'objet et de celle du pivot, et de la taille du levier.



Dans cette configuration, la charge ne peut être soulevée.



Si l'on rapproche le pivot de la charge, il devient alors possible de soulever celle-ci.



Si l'on se rapproche du pivot, c'est-à-dire si on rapproche le point d'application de la force, on modifie le rapport des longueurs et il n'est plus possible de soulever la charge.

Les leviers permettent donc de soulever un objet avec un autre objet de masse plus petite; ainsi, au cours des séances, un élève parviendra à soulever un bureau grâce à un levier et en n'utilisant que son propre poids.

Nous pouvons donc remarquer que pour soulever un objet, on peut utiliser une masse aussi petite que l'on veut, pourvu que l'on utilise un levier assez grand. En contrepartie, on voit que l'on soulèvera l'objet moins haut.

Une **règle générale à retenir** sur le fonctionnement des leviers serait celle-ci :

- Plus on place le pivot près du côté où se trouve l'objet à soulever, plus il est facile de le soulever mais moins on le lève haut.
- Plus on place le pivot près du côté où l'on appuie pour soulever l'objet, moins il est facile de le lever mais plus il monte haut.
- Ainsi, si le pivot est placé juste au milieu du levier, il suffit d'un objet de même masse que l'objet à lever pour le soulever. Les deux côtés du levier seront alors à la même hauteur : on dit que l'on est à l'EQUILIBRE ; c'est le principe de la balance (un levier dont le pivot est placé au milieu).

Finalement, il faudra donc faire un **compromis** entre la valeur de la **force** que l'on applique sur le levier et la **hauteur** à laquelle on veut soulever la charge. Comme nous l'avons dit précédemment, le système des leviers permet de faciliter la tâche (la force que l'on doit appliquer est plus faible), mais l'énergie que l'on doit fournir pour soulever un objet à une hauteur donnée reste la même, quelle que soit la configuration du système de levier choisi.

## PLANS INCLINES

Le principe de fonctionnement d'un plan incliné est de permettre de monter un objet lourd à une certaine hauteur, non plus en le soulevant, mais en le *faisant glisser sur un plan oblique* (par exemple une planche).



### Comment les plans inclinés nous facilitent-ils la tâche ?

Nous sentons assez naturellement que tirer un objet le long d'une planche en pente est plus aisé que le soulever directement avec ses bras. Il y a plusieurs raisons à cela :

- il est *plus confortable de tirer ou pousser un objet plutôt que de le lever* ; effectivement, nous nous aidons alors aussi de nos jambes et nous nous faisons moins mal au dos car nous avons une meilleure position.
- il sera possible de *faire rouler* certains objets (par exemple un vélo) le long de ce plan, ce qui nous facilite encore sa montée.
- il est possible de faire une pose pour souffler un peu, sans pour autant être obligé de reposer l'objet au sol : on a juste à le maintenir là où il est contrairement au cas où on doit le soulever avec ses bras.
- en fait, si c'est réellement plus facile, c'est que la planche (c'est à dire le plan incliné) *porte en partie l'objet pour nous*.

### Expliquons un peu plus cette dernière phrase :

Tout objet sur terre a tendance à tomber verticalement vers le sol. S'il ne le fait pas c'est que quelque chose ou quelqu'un l'en empêche. Ainsi que ce soit moi

qui tiennent une caisse dans mes bras ou que la caisse soit posée sur une table, dans les deux cas, elle est portée de manière à ce qu'elle reste à une certaine hauteur : on peut donc dire que la table porte la caisse.

Or cette table, c'est une planche horizontale, c'est à dire un plan non incliné. Que se passe-t-il alors si nous inclinons cette planche ? La caisse va naturellement glisser le long de la planche pour arriver jusqu'au sol. Aussi pourrions-nous penser que la planche ne la porte plus. Mais regardons bien : la caisse ne tombe pas verticalement comme elle devrait le faire si on la lâchait, ni aussi rapidement. Non : elle glisse lentement le long de la planche. Donc, on ne l'a pas totalement lâchée... La planche la retient encore un peu, même si elle n'arrive pas à la porter entièrement.

Ainsi, en utilisant un plan incliné pour monter un objet lourd, nous n'avons plus qu'à compléter l'effort fourni par la planche pour l'empêcher de retomber et lui faire gravir la pente jusqu'au sommet. C'est donc effectivement beaucoup plus facile pour nous de monter l'objet puisque nous ne le portons plus tout seul.

### En résumé :

Lorsque nous portons un objet, nous exerçons une force pour l'empêcher de tomber du fait de son poids. De la même manière, une table ou un plan incliné s'oppose à sa chute (totalement ou partiellement) en exerçant eux aussi une force : on l'appelle la **REACTION** de la planche ou de la table.

Pour monter un objet le long d'un plan incliné, une partie du poids de l'objet est prise en charge par le plan incliné et l'autre partie par la personne. Comme le poids de l'objet est le même, qu'on le soulève d'une manière ou d'une autre, cela veut dire que la force que l'on a à exercer est plus faible que si on ne s'aidait pas d'un plan incliné.

### Comment l'inclinaison du plan influe-t-elle sur la facilité à monter un objet lourd ?

Les plans inclinés nous facilitent donc la tâche pour soulever des objets lourds, mais suivant le type de plan que l'on choisit d'utiliser, ce sera plus ou moins facile. La caractéristique du plan incliné dont dépend la difficulté de la tâche est son **inclinaison** :

- Plus **l'angle que fait le plan avec l'horizontale est petit** (c'est à dire plus la planche est proche de l'horizontale), **plus il est facile** de monter la charge.

- Inversement, plus cet angle est grand (c'est à dire plus la planche est proche de la verticale), plus c'est difficile.

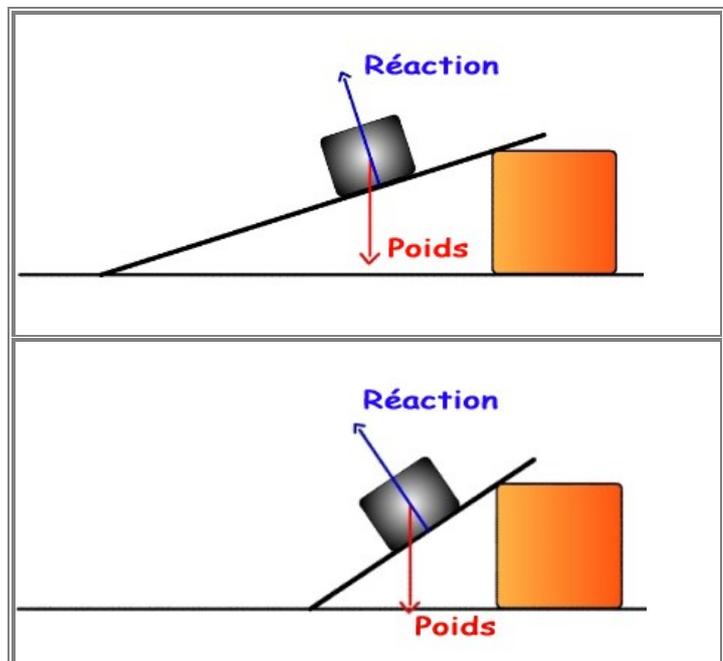
Cette constatation, nous l'avons tous faite, ne serait-ce que lors de balades en vélo lorsqu'il s'agit de grimper une côte. Il s'agit maintenant de comprendre pourquoi il en est ainsi.

Cette force, qu'exerce la planche (la REACTION), comme son nom l'indique, a pour objectif d'empêcher la caisse de la traverser et de la casser. Donc c'est une force qui s'exerce dans la direction perpendiculaire à la planche (elle fait un angle droit avec la planche). Si la planche est **horizontale**, elle force verticalement vers le haut et comme le poids est dirigé verticalement vers le bas, elle arrive à le contrer et le compenser : **la caisse ne bouge pas**.

En revanche, plus le plan est incliné, plus il force horizontalement pour empêcher la caisse de tomber. Ainsi, comme nous pouvons le voir sur le schéma ci-dessous, la réaction est de moins en moins efficace. C'est comme si nous voulions empêcher un objet de tomber en le poussant sur le côté : cela ne sert évidemment à rien. De même, plus le plan s'incline (plus il se redresse vers la verticale), plus il pousse vers le côté et donc moins il est utile pour soulever la caisse à une hauteur donnée.

### Relation avec l'énergie à dépenser pour monter une charge à une certaine hauteur :

Nous avons vu que l'on peut choisir une planche plus longue et moins inclinée ou une plus courte et plus raide pour monter une charge à une hauteur donnée. Mais si l'effort est moins important avec la première, la distance sur laquelle il faut le fournir est plus grande qu'avec la planche plus courte. Réciproquement, plus la planche est courte plus nous devons forcer mais sur une distance plus petite.



En fait, l'inclinaison et la longueur sont liées ; en quelque sorte, elles se compensent si bien que, dans les deux cas l'énergie que l'on dépense est la même.

De manière plus claire peut-être : si un tracteur doit tirer une remorque pour la monter en haut d'une colline, il peut emprunter la longue route avec peu de pente (en spirale à flanc de colline par exemple), ou celle toute droite, courte et très raide jusqu'au sommet ; il consommera la même quantité de carburant.

### En bref :

Les idées essentielles à retenir :

- **Le plan incliné facilite la tâche** car il fait une partie de l'effort à notre place.
- La difficulté de la tâche provient de **l'inclinaison de la planche**.
- Pour lever à une hauteur donnée : plus la planche est longue, moins elle est inclinée et donc plus la tâche est facile ; mais plus la distance à parcourir est grande.
- Pour lever à une hauteur donnée : quelle que soit la planche utilisée, on fournit la **même quantité d'énergie** (c'est l'énergie potentielle de pesanteur) qui ne dépend que de la masse de l'objet et de la hauteur que l'on veut atteindre.

## POULIES

### Comment les poulies facilitent-elles la tâche ?

Une poulie est une roue autour de laquelle peut rouler une corde (ou un câble) maintenue en position grâce à une rainure que l'on appelle aussi " gorge ". Ce système nous facilite la tâche lorsqu'il s'agit de soulever un objet lourd car :

- Une poulie **change la direction de la force à exercer** : elle offre la possibilité de tirer vers le bas et non vers le haut, ce qui nous est plus facile étant donnée la structure du corps humain.
- Donc, comme pour les leviers, nous allons pouvoir nous aider de notre propre poids (en se pendant à la corde) pour soulever plus facilement un objet.
- En outre, **plus on utilise de poulies, plus on peut réduire l'effort nécessaire pour soulever l'objet** proportionnellement au nombre de poulies utilisées (avec des montages de poulies bien particuliers naturellement).

### Montage avec une seule poulie : Comment cela fonctionne-t-il ?

Le rôle d'une poulie est uniquement de **changer la direction d'une corde**, et donc, de changer la direction suivant laquelle on tire sur cette corde. Cela signifie qu'une poulie ne fait que changer la direction d'une force par l'intermédiaire d'une corde.

**Il ne faut donc pas croire** que l'on a besoin de moins tirer sur le câble pour soulever un objet sous prétexte que l'on utilise une poulie. D'ailleurs vous avez sûrement remarqué que si l'on accroche deux masses identiques aux deux bouts d'une corde passant par une poulie, rien ne se passe : les deux masses restent immobiles, ni l'une ni l'autre ne tombe. Effectivement comme elles ont le même poids, elles exercent la même force à chaque extrémité de la corde (c'est à dire qu'elles tirent autant des deux côtés).



Cela montre qu'*il faut tirer aussi fort que l'objet pour le soulever* : c'est comme si on devait le soulever directement sans poulie; c'est aussi lourd à soulever, il faut exercer la même force mais dans une direction différente

*Pourtant cela semble plus facile avec une poulie : pourquoi ?*

Certes, une poulie ne diminue pas la force que l'on a à fournir pour lever un objet. Mais nous sentons bien quand même que c'est plus pratique pour monter une caisse en haut d'un échafaud : comme nous l'avons déjà dit, on a effectivement une *position de travail plus adaptée à la structure du corps humain*.

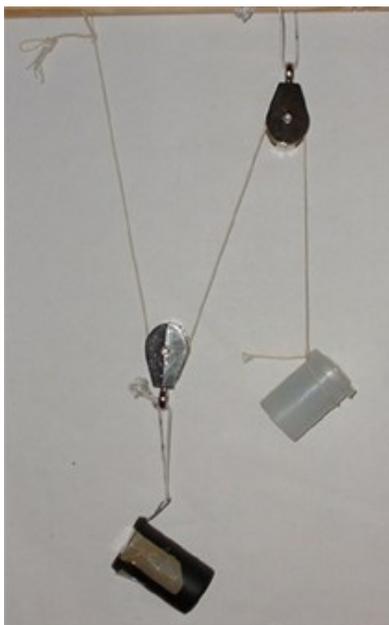
**Montages avec plusieurs poulies :**

*Description des différents montages :*

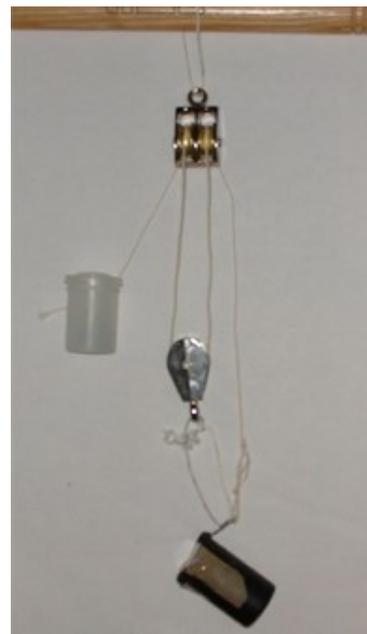
Les schémas et photos suivants vous montrent comment se réalisent les montages avec deux ou trois poulies :



*Montage à deux poulies*



*Montage à trois poulies*



### Intérêts des montages à plusieurs poulies :

La grande différence de ces montages avec l'utilisation d'une poulie unique, c'est **qu'ils diminuent réellement la force que l'on a à fournir pour lever un objet**. Donc, outre la position plus confortable et l'aide de son propre poids, nous avons moins besoin de tirer pour soulever un objet. Pour l'expliquer, on fait appel à quelques notions de mécanique que nous avons décidé de ne pas exposer ici dans un souci de clarté

#### *Ce qu'il faut retenir :*

Grâce à plusieurs poulies, on **démultiplie la force** que l'on exerce. C'est en quelque sorte comme si la force que l'on exerce sur la corde se transmet plusieurs fois à l'objet : avec deux poulies on observe que deux bouts de corde tiennent l'objet : cela revient à tirer deux fois plus fort sur l'objet. De même, avec trois poulies, trois bouts de corde retiennent l'objet : on tire trois fois plus fort sur l'objet. Ainsi **il devient beaucoup plus facile de soulever un objet lourd**, car la force que l'on doit exercer pour le soulever est d'autant plus faible que l'on utilise de poulies.

#### *La contrepartie :*

Un des grands enseignements que nous avons constaté jusqu'à maintenant avec les leviers ou les plans inclinés, c'est que l'on a rien sans rien: "On se fatigue moins mais on lève moins haut", "on force moins mais sur une plus grande distance".

Les poulies ne dérogent pas à cette règle:

- si on utilise **deux poulies**, on **force deux fois moins mais on doit tirer deux fois plus de corde** pour lever l'objet à la **même hauteur**.
- si on utilise **trois poulies**, on **force trois fois moins mais on doit tirer trois fois plus de corde** pour lever l'objet à la **même hauteur**.

Nous retrouvons ainsi ce que nous avons déjà dit: l'énergie qu'il faut fournir pour soulever un objet à une certaine hauteur est **toujours la même**; c'est toujours l'énergie potentielle de pesanteur. Aussi, s'il suffit de forcer trois fois moins pour lever un objet, il faudra forcer trois fois plus "longtemps" pour le soulever à la même hauteur, ce qui fait que l'énergie dépensée sera finalement la même.

## FICHE A RETOURNER.... Merci

Pouvez-vous préciser et décrire brièvement les conditions dans lesquelles vous avez utilisé ce dossier ?

Quel intérêt lui avez-vous trouvé ?

Quelles suggestions pouvez-vous faire pour améliorer ces outils ?