



UMONS  
Université de Mons

Institut d'Administration Scolaire  
Carré des Sciences

Céline Demierbe , Soizic Mélin, Fanny Merchez  
Pr. Marc Demeuse, Pr. Pierre Gillis, Dr. Francesco Lo Bue





## Table des matières

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Pourquoi choisir la thématique des machines simples ?</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Présentation du guide</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 – LA VALISE PEDAGOGIQUE</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Les compétences visées</b> .....	<b>3</b>
1.1. Les savoir-faire .....	3
1.2. Les savoirs .....	4
<b>2. La situation - défi</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Les paramètres des différents défis</b> .....	<b>5</b>
3.1. Le défi « monter les sacs de provisions dans la cabane » .....	5
3.2. Le défi « faire tourner la cabane » .....	5
3.3. Le défi « enlever, le plus facilement possible, de gros clous profondément enfoncés dans une planche » .....	6
3.4. Le défi « amener sur la terrasse de la cabane, uniquement avec une planche et le plus facilement possible un chariot lourdement chargé » .....	6
3.5. Le défi « comprendre le principe du système plateau-pignon de la bicyclette » .....	6
<b>4. Le timing prévu en classe</b> .....	<b>6</b>
<b>5. L'organisation du travail des élèves</b> .....	<b>6</b>
5.1. Travail individuel .....	7
5.2. Travail en groupe .....	7
5.3. Retour au travail individuel .....	7
5.4. La synthèse – au delà du défi, l'apprentissage .....	8
<b>6. Organisation spatiale dans le local</b> .....	<b>8</b>
<b>7. Les traces écrites</b> .....	<b>9</b>
<b>8. Le diagnostic des élèves « Je me pose des questions »</b> .....	<b>9</b>
<b>9. Les fiches d'aide</b> .....	<b>10</b>
<b>10. Le matériel</b> .....	<b>11</b>
10.1. Le défi « monter les sacs de provisions dans la cabane » .....	11
10.2. Le défi « faire tourner la cabane » .....	11
10.3. Le défi « enlever, le plus facilement possible, de gros clous profondément enfoncés dans une planche » .....	13
10.4. Le défi « amener sur la terrasse de la cabane, uniquement avec une planche et le plus facilement possible un chariot lourdement chargé » .....	13
10.5. Le défi « comprendre le principe du système plateau-pignon de la bicyclette » .....	14

<b>CHAPITRE 2 UN PEU DE PHYSIQUE .....</b>	<b>15</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>15</b>
<b>1. Qu'est ce qu'une force ? .....</b>	<b>15</b>
1.1. Quelques exemples .....	15
1.2. Définition .....	16
1.3. Exemple .....	16
1.4. L'unité de force .....	17
1.5. Principe de l'action et la réaction .....	17
<b>2. Masse ou poids ? .....</b>	<b>18</b>
<b>3. Corps en équilibre .....</b>	<b>19</b>
3.1. Exemples de corps en équilibre .....	19
3.2. Exemples de corps qui ne sont pas en équilibre .....	19
3.3. Définition de corps en équilibre .....	20
3.4. Centre de gravité et base de sustentation .....	20
3.5. Les différents types d'équilibre .....	20
<b>4. Le travail .....</b>	<b>20</b>
4.1. Travail ou travaille ? .....	21
4.2. Définition de travail (cette définition ne sera étudiée que dans le secondaire ) .....	23
4.3. Que faire dans le cours d'éveil scientifique ? .....	23
4.4. Unité de travail .....	23
<b>CHAPITRE 3 BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>24</b>

# Introduction

## **1. Pourquoi choisir la thématique des machines simples ?**

Pourquoi, à une époque où les enfants, dès le plus jeune âge, emploient quotidiennement du matériel technologiquement avancé, leur proposer de manipuler des *machines simples* ? Serait-ce un retour en arrière inutile ? Nous ne le pensons pas !

Nous savons que de tout temps l'homme a essayé de rendre possibles des tâches physiquement difficiles voire même impossibles. Ainsi « *Le levier a sans doute été utilisé très tôt, peut-être avant la période historique* »<sup>1</sup>. De nos jours, la plupart des « objets » que nous employons dans notre vie quotidienne sont basés sur le principe des « machines simples ». Beaucoup d'ustensiles de cuisine sont basés sur le principe du levier : la pince à spaghettis, le casse-noix, le décapsuleur, alors que d'autres, comme l'essoreuse à salade et le batteur à œufs manuel, sont composés d'engrenages. Dans le garage, on peut trouver un système de poulies pour suspendre la bicyclette au plafond. Le pied-de-biche ou le cric sont utilisés pour soulever un objet lourd ou débloquer des écrous fortement serrés. Beaucoup de systèmes de levage industriels utilisent aussi des poulies mais cette fois couplées à un moteur. Le treuil mécanique, bien pratique, est utilisé pour déplacer sur de petites distances des objets très lourds (voitures, bateaux, ...). La présence et l'utilisation de ces objets dans notre quotidien nous amènent à penser que leur étude est intéressante afin de mieux les comprendre et d'en tirer le meilleur parti. En plus de cet objectif très pragmatique, il est une notion physique intéressante à faire découvrir, celle de compromis : ce que nous gagnons d'un côté, ici en l'occurrence en force puisqu'il est question de machines, nous le perdons d'un autre côté, dans notre cas en distance, soit nous déplaçons l'objet sur une grande distance, soit nous le déplaçons lentement. Cette notion est importante en physique et nous pensons qu'elle peut être abordée dès l'enseignement fondamental.

Cette thématique correspond, dans les Socles de compétences, et plus particulièrement dans le Cours d'éveil par la technologie<sup>2</sup>, au domaine « Structures et mécanismes : technologie étudiant les mécanismes de constructions simples et/ou complexes des machines mettant en œuvre des principes mécaniques... ». Mais il est évident que certains savoirs du cours d'Éveil-Initiation scientifique comme le concept de force, la distinction entre les notions de masse et de poids ou encore les conditions d'équilibre des corps seront abordés aussi.

## **2. Présentation du guide**

Ce guide, destiné exclusivement à l'enseignant, est composé de six parties distinctes.

---

<sup>1</sup> [http://www.universalis.fr/encyclopedie/T500821/MACHINES\\_SIMPLES.htm](http://www.universalis.fr/encyclopedie/T500821/MACHINES_SIMPLES.htm)

<sup>2</sup> Ensemble cohérent de savoirs et de pratiques dans un certain domaine technique, fondé sur des principes scientifiques.

La première partie reprend les informations qui permettent à l'enseignant d'exploiter la valise pédagogique au maximum de ses possibilités :

- les compétences ciblées par l'activité ;
- l'explication de la situation-défi proposée aux élèves ;
- les différents paramètres qui entrent en jeu dans chaque défi ;
- l'organisation spatiale et temporelle dans la classe ;
- la présentation de deux outils spécifiques : la grille d'autodiagnostic et les fiches d'aides proposées aux élèves.

Les deuxième, troisième, quatrième et cinquième parties reprennent, pour chacune des quatre machines simples étudiées, à savoir les engrenages, les poulies, le plan incliné et les leviers :

- des informations théoriques nécessaires pour aborder correctement et sereinement les thématiques avec les élèves ;
- des informations complémentaires (que nous appelons « Pour en savoir plus ») qui correspondent à des questions plus particulières que certains élèves curieux pourraient poser et qui pourraient laisser certains enseignants perplexes ;
- la grille d'autodiagnostic et les fiches de remédiation immédiate élaborées pour les élèves ainsi que la correction nécessaire de certaines fiches.



Ce document peut vous sembler, aux premiers abords, présenter des redites. Cette présentation un peu particulière permet que chacune des parties de ce guide puisse être utilisée indépendamment des autres, ou encore que différentes parties puissent être utilisées par plusieurs enseignants en même temps. Pour une lecture plus facile, ces parties communes seront repérées par le logo :

Enfin, la sixième et dernière partie propose différents dossiers complémentaires et un lexique.

## Chapitre 1 – La valise pédagogique

### 1. Les compétences visées

#### 1.1. Les savoir-faire

Par le biais des constructions des différentes maquettes, les savoir-faire visés sont, en éveil-initiation scientifique,

Intitulé	Degré de certification
L'énigme étant posée, rechercher et identifier des indices susceptibles d'influencer la situation envisagée (C2 – page 35)	C
Concevoir ou adapter une procédure expérimentale pour analyser la situation en regard de l'énigme. Imaginer et construire un dispositif expérimental simple (C5 – page 37)	C
Comparer, trier des éléments en vue de les classer de manière scientifique (C12 – page 39)	C
Schématiser une situation expérimentale (C13 – page 39)	↗
Confirmer ou infirmer un raisonnement par des arguments vérifiés (C14 – page 39)	↗
Valider des résultats de recherche (C15 – page 40)	C
Elaborer un concept, un principe (C16 – page 35)	C

en éducation par la technologie,

Intitulé	Degré de certification
Identifier : définir le problème à résoudre : décomposer le problème principal en sous-problèmes et les organiser les uns par rapport aux autres (page 64)	C
Analyser : repérer les notions non comprises et décider de rechercher une explication (page 64)	C
Planifier : recenser les différentes hypothèses de résolution (page 64)	↗
Planifier : choisir l'hypothèse de travail la plus favorable à partir de critères définis (page 64)	C
Modéliser la situation : effectuer un dessin à main levée pour formaliser la situation (page 65)	↗
Manipuler : réaliser les opérations nécessaires dans un ordre adéquat pour aboutir à l'objectif fixé (page 65)	↗
Manipuler : utiliser des outils, des matériaux et des équipements (page 65)	C
Identifier les erreurs et apporter des corrections ou des améliorations éventuelles (page 65)	↗
Formaliser la démarche dans langage oral en utilisant les termes techniques corrects (page 65)	↗

et pour les compétences transversales en langue française (pages 8 et 9),

- démarches mentales : saisir, traiter, mémoriser, utiliser et communiquer l'information ;
- manières d'apprendre : réflexion sur la méthode de travail, planifier une activité, utiliser des outils de travail, des documents de référence ;
- attitudes relationnelles : se connaître, prendre confiance, connaître les autres et accepter les différences.

## 1.2. Les savoirs

Les forces

- Mise en évidence d'une force par ses effets perceptibles ;
- Approche de la relation masse/poids ;
- Si la situation le permet, le principe de l'action – réaction ;

Si l'enseignant le souhaite, il est aussi possible d'aborder de thème de l'énergie.

## 2. La situation - défi

Les élèves découvriront la démarche scientifique à partir de cinq défis.

Chaque défi consiste en la construction de la maquette d'une machine simple. Chacune de ces machines ayant pour objectif d'améliorer la manutention de cabanes perchées dans les arbres et ne possédant pas l'électricité.



Il est possible de présenter les défis aux élèves de la manière suivante :

Premier défi : Construis la maquette d'un système qui permette aux habitants de ces cabanes, ne possédant pas l'électricité, de monter, le plus facilement possible, les sacs contenant les provisions de la semaine.

Deuxième défi : Construis la maquette d'un système qui permette aux habitants de ces cabanes, ne possédant pas l'électricité, de faire tourner, à partir du sol, l'habitable, au gré des heures et des saisons, afin de profiter au maximum des bénéfices du Soleil.

Troisième défi : Choisis, et utilise correctement, l'outil qui permettra d'enlever, le plus facilement possible, de gros clous profondément enfoncés dans une planche.

Quatrième défi : En utilisant uniquement une planche, construis la maquette d'un système qui permet à ces habitants d'amener, le plus facilement possible, et cela jusqu'à la terrasse de la cabane, un chariot sur roulettes lourdement chargé.



Cinquième défi : Les habitants de ces cabanes utilisent la bicyclette comme moyen de transport et le petit garçon de la famille voudrait comprendre le principe du système *plateau-pignon* de son vélo. Pouvez-vous lui expliquer en construisant une maquette ?

### **3. Les paramètres des différents défis**

Chaque défi permet aux élèves de se mettre en situation de « chercheurs », d'explorer les grands principes de la démarche scientifique, d'identifier les différents paramètres et de les modifier pour atteindre l'objectif fixé.

#### **3.1. Le défi « monter les sacs de provisions dans la cabane »**

Le premier paramètre à considérer est le choix de la charge à soulever. Les enfants vont certainement avoir envie de prendre une charge assez lourde pour « faire plus vrai ». Pour des raisons évidentes de sécurité, cette charge ne doit pas être trop importante. Cependant elle doit aussi avoir une valeur minimale de manière d'une part, à ce que les enfants prennent conscience de l'utilité des poulies, et d'autre part à ce que les forces de frottements, inévitablement présentes dans le dispositif, n'influencent pas trop les mesures éventuelles. Voilà pourquoi nous proposons aux élèves de travailler avec des petits seaux remplis de gravier (le sable peut aussi convenir mais le sable renversé par terre sera moins facile à ramasser que quelques graviers).

Le deuxième paramètre est le choix des poulies. Les élèves peuvent tester les bobines de fil ou les cannettes de machines à coudre, ou tout *système D* imaginé par eux-mêmes. Ils constateront alors que malheureusement le fil glisse sur la « gorge » et ne fait pas tourner la bobine. Les élèves prendront assez vite conscience qu'il est préférable d'employer de vraies poulies pour avoir de réels avantages mécaniques.

Le troisième paramètre est la corde. Faut-il utiliser une corde qui soit fine ou épaisse ? (il faut qu'elle soit adaptée à la gorge de la poulie), tressée ou lisse ? (la texture des cordes permettra aux élèves de prendre conscience de l'importance des forces de frottements).

Le dernier paramètre est la fixation du système complet (poulies, corde et masse à soulever). De nombreuses possibilités seront certainement évoquées par les élèves, la solution la plus simple consiste à utiliser un serre-joint qu'il est possible d'attacher solidement soit sur la tranche, soit le haut de la porte de la classe. Le système (poulies, corde et masse à soulever) peut être aussi facilement accroché à ce manche de brosse tenu horizontalement. Celui-ci peut être posé sur deux chaises qui se tournent le dos (mais alors la hauteur sur laquelle il est possible de soulever la charge est petite). Deux élèves, de tailles à peu près identiques, peuvent aussi le maintenir sur leurs épaules. Cette situation donne l'occasion à deux élèves qui pourraient s'ennuyer de participer concrètement à l'activité !

#### **3.2. Le défi « faire tourner la cabane »**

Un moyen de faire tourner un objet est d'utiliser des engrenages (association de roues dentées). Mais comment les choisir ? La taille (et donc le nombre de dents de chaque roue) de ces roues a-t-elle de l'importance ? Les roues tournent-elles toutes à la même vitesse ou à des vitesses différentes ? Dans le même sens ou dans des sens contraires ? Peut-on modifier les plans de

rotation ? Peut-on passer d'une rotation d'un plan horizontal à une rotation dans un plan vertical ? ...

### **3.3. Le défi « enlever, le plus facilement possible, de gros clous profondément enfoncés dans une planche »**

Le choix de l'objet qui fera office de levier est important : Peut-on prendre n'importe quel objet ? Faut-il qu'il soit lourd ou léger, épais ou mince, rigide ou souple, court ou long ? Mais il doit aussi être employé correctement : Comment l'utilise-t-on pour obtenir une efficacité maximale ? Comment le tenir ? Où le tenir ? Quel est l'utilité du pivot ? ...

### **3.4. Le défi « amener sur la terrasse de la cabane, uniquement avec une planche et le plus facilement possible un chariot lourdement chargé »**

Comment choisir le plan incliné ? doit-il être rigide ? solide ? long ? court ? son inclinaison (sa longueur) a-t-elle une influence sur la facilité avec laquelle on amène le chariot en hauteur ? Autant de questions que pourront se poser les élèves en essayant de relever ce défi !

### **3.5. Le défi « comprendre le principe du système plateau-pignon de la bicyclette »**

Quels sont les différents éléments du « plateau-pignon » de la bicyclette ? Pourquoi y a-t-il plusieurs roues dentées ? Quelle est l'utilité de la chaîne ? Quelle combinaison utilise-t-on en terrain plat, en montée, et pourquoi ? Voilà des questions faisant référence au quotidien de l'enfant et que même l'adulte ne se pose pas forcément ! Ici, l'élève y apportera des réponses.

## ***4. Le timing prévu en classe***

Suivant les disponibilités et l'objectif recherché par les enseignants, nous conseillons de prévoir au minimum quatre à cinq périodes pour mener à bien ce module. La première période sera consacrée à l'annonce du défi, le premier dessin individuel des élèves et le dessin de groupe. Les deux périodes suivantes pourront faire l'objet de la présentation des outils (la fiche d'autodiagnostic, les fiches d'aide et le matériel), des différents essais et de la construction proprement dite de la maquette. Lors de la dernière période chaque élève réalisera le deuxième dessin individuel et le comparera au premier. Pour terminer, tous les élèves, avec l'aval de l'enseignant, construiront la synthèse.



Les dessins sont les seules étapes imposées aux élèves, la réflexion est menée par chaque groupe, indépendamment de celle des autres groupes.

## ***5. L'organisation du travail des élèves***

Il est important de noter que les quatre défis sont tout à fait indépendants mais leur organisation en classe, et leur présentation dans ce fascicule, sont identiques.

Il est bien évident que, suivant les objectifs et les disponibilités, il est possible d'adapter l'organisation proposée ci-dessous lors des séances de travail des élèves.

Le contexte, les cabanes perchées dans les arbres ainsi que les différents défis sont tout d'abord présentés aux élèves.

### **5.1. Travail individuel**

Afin que chaque élève puisse fixer ses représentations mentales avant de commencer cette construction il leur est demandé de réaliser un premier dessin individuel de la maquette avant de la construire et de lister le matériel nécessaire à sa construction. Il est important que les élèves gardent ce dessin précieusement car ils le compareront à celui qu'ils réaliseront en fin d'activité.

### **5.2. Travail en groupe**

Plusieurs étapes ponctuent le travail en groupe.

Tout d'abord, les élèves forment des groupes dans la classe. Chaque groupe devra proposer, après un temps de concertation interne, un dessin et une nouvelle liste de matériel qui soient spécifiques au groupe. Il ne s'agit pas, pour les élèves d'un même groupe, de choisir un dessin parmi les dessins individuels mais de construire un nouveau dessin commun. Les élèves doivent donc, dans un souci de respect mutuel, interagir, discuter et défendre chacun leur propre production. Il est important que les élèves prennent conscience que ce dessin, qui doit convenir à tous, sert réellement de base au plan d'actions pour la construction proprement dite de la maquette. Les différentes réalisations des dessins représentent les seules étapes imposées aux élèves ; les réflexions, les discussions et le cheminement cognitif sont laissés au libre arbitre de chaque groupe.

Ensuite, l'enseignant présente les différents outils destinés aux élèves : la fiche d'autodiagnostic et les fiches d'aide.

Enfin, les élèves manipulent et construisent leur maquette. Chaque défi permet aux élèves de se mettre en situation de « chercheurs » et d'explorer les grands principes de la démarche scientifique en identifiant les paramètres entrant en jeu et en les modifiant afin d'atteindre l'objectif fixé.

### **5.3. Retour au travail individuel**

Une fois la maquette construite, les élèves se séparent et chacun réalise, pour son propre compte, un nouveau dessin. La comparaison des dessins individuels « avant » et « après » permet à l'élève de mesurer si une évolution s'est amorcée dans ses représentations mentales. Si une progression est observée, il pourra examiner dans quel sens ces changements se sont opérés tandis que si aucune évolution n'est constatée, il s'agira pour lui de comprendre pourquoi.

#### **5.4. La synthèse – au delà du défi, l'apprentissage**

Cette dernière étape est fondamentale ! Les élèves construisent cette synthèse avec l'enseignant qui les accompagne dans leur démarche, les réoriente si nécessaire, corrige et valide certains points, mais en aucun cas n'impose une synthèse « toute faite ».

Lors de la synthèse, les élèves mesurent l'évolution de leurs représentations mentales personnelles, corrigent les préconceptions initiales qui étaient erronées et ancrent les représentations correctes.

La synthèse est aussi l'occasion pour l'enseignant de mettre l'accent sur des notions spécifiques à chaque outil : sa définition, d'autres exemples puisés dans la vie de tous les jours, son utilisation correcte, un dessin le représentant et montrant son utilisation ... Identifier les avantages et les inconvénients de chaque machine, permet aux élèves d'appréhender, pour la première fois, une notion importante en physique : celle de compromis. Au delà de la construction proprement dite, qui a pu sembler être un jeu, une idée récurrente apparaît : rien n'est parfait, ce que l'on gagne en effort physique d'un côté, on le perd à autre niveau ! Ainsi, grâce au maniement du palan, les élèves constatent de manière pragmatique que, si la force à exercer diminue avec l'augmentation du nombre de poulies, la longueur de corde à tirer, quant à elle, augmente. De même, la diminution de l'angle d'inclinaison du plan incliné rend la tâche plus facile mais rallonge le plan ! S'il en a l'occasion l'enseignant peut demander aux élèves de revenir aux tableaux de mesures afin de vérifier si les résultats reflètent ces compromis, ce retour en arrière permettra aux élèves de considérer leurs ateliers comme de vraies recherches scientifiques.

### **6. Organisation spatiale dans le local**

S'il en a la possibilité, l'enseignant peut modifier la disposition des bancs, les placer par deux (se faisant face à face) pour que les élèves puissent y travailler tranquillement en groupes et maintenir un banc central inoccupé sur lequel sera déposé le matériel commun à la classe.

Sur ce banc se trouveront :

- les fiches d'aide répertoriées par atelier (il est préférable que les élèves ne disposent pas de ces fiches d'aide au début de l'activité, mais fassent la démarche d'aller les chercher dans un endroit précis, au fur et à mesure de leurs besoins, et ... les redéposent à cet endroit quand ils n'en ont plus besoin). Les élèves seront invités à respecter le classement des fiches afin que chacun puissent trouver la fiche recherchée facilement ;
- un ou plusieurs dictionnaires et le lexique.

Sur un autre banc placé un peu à l'écart, l'enseignant peut demander aux élèves de déposer tout le matériel apporté par leurs soins :

- une balance de cuisine, différentes cordes (voir atelier poulies), un rapporteur, des chariots (voir atelier plan incliné), différents outils : marteau de charpentier, pinces de bricolages (voir atelier leviers), ... ;

- mais aussi peut-être, une pince à spaghetti, décapsuleur, agrafeuse, essoreuse à salade, casse-noix, tournevis, pignons et plateaux de vélo démontés, des photos de systèmes trop grands (grues, appareils élévateurs,...) - ce matériel permettra aux élèves de prendre conscience que nous utilisons couramment ce genre d'outils dans notre quotidien.

## 7. Les traces écrites

Il est important que les élèves puissent garder des traces écrites de leurs dessins successifs, de certaines réflexions, de choix ou de questions. Il est donc intéressant qu'ils prévoient soit un petit cahier d'expériences (carnet de bord), soit des feuilles qu'ils classeront dans leur farde, soit encore un carnet de bord imaginé par l'enseignant en fonction des objectifs visés.

## 8. Le diagnostic des élèves « Je me pose des questions »

**L'élève se pose des questions et cherche à les identifier.** La fiche d'autodiagnostic lui permet de les sérier au moment où elles apparaissent. Nous insistons sur le fait important qu'il faut constamment inciter les élèves à consulter cette grille. Cette démarche n'est pas familière.

Afin d'éviter une lecture linéaire, cette grille est présentée sous la forme de différentes « marguerites ». Chaque « marguerite » correspond à un type particulier de difficultés susceptibles de poser problème à l'élève. Chaque « fleur » est repérée par un logo spécifique et évocateur de la difficulté et chaque pétale présente une question unique appartenant au type de difficulté ciblée.

Ainsi, si la difficulté est de l'ordre de la construction de la maquette, l'élève situe sa question dans la « marguerite » repérée par le logo « outils ». Les fiches d'aide répondant à la difficulté du même ordre présenteront le même logo, en l'occurrence ici « les outils ».



Si la difficulté est de l'ordre du choix du matériel (Quelle poulie choisir ?...) ou de la manière de procéder (Comment emboîter les roues dentées ?), l'élève consultera la « marguerite » identifiée par le personnage enseveli sous des piles de documents.



L'enfant peut rencontrer des difficultés lorsqu'il mesure certaines grandeurs physiques. La « marguerite mètre » l'aide à surmonter ces difficultés.



Si l'élève se pose des questions sur un concept, comme celui de force, ou sur l'identification d'engrenages ou encore de leviers, il consultera la « marguerite » dont le logo central est un enfant perplexe.



Si la maquette présente des faiblesses, l'élève cherchera à les identifier dans la « marguerite » repérée par le très jeune médecin.



Enfin, l'élève qui aurait relevé son défi avant les autres pourra découvrir de nouvelles applications du principe des machines simples dans d'autres outils, classer les leviers, ... grâce à la « marguerite » identifiable par le logo représentant une paire de jumelles.



## 9. Les fiches d'aide

Ces fiches proposent des activités ou réflexions qui permettent à l'élève de remédier à la difficulté rencontrée au moment précis où elle apparaît. De nouveau, comme pour l'emploi de la grille d'autodiagnostic, nous insistons sur l'importance de la nécessité de solliciter régulièrement les élèves à consulter ces fiches. Cette démarche n'est pas naturelle pour les enfants et il est nécessaire de la rappeler constamment.

Il est important aussi de noter qu'aucune fiche ne donne LA solution. A chaque fois que cela est possible, les fiches se font référence et se complètent mutuellement de manière à faire rebondir l'élève de question en question et donc lui permettre ainsi de construire son propre cheminement cognitif.

Chaque fiche comporte deux logos :

- le logo situé en haut à gauche de la fiche fait référence au défi (levier, plan incliné, poulie ou engrenages). Toutes les fiches d'un même défi présentent donc le même logo défi. Avec une petite nuance pour les engrenages : étant donné qu'il y a deux défis engrenages, les fiches d'un des défis (comprendre le principe du système pignon-plateau) auront comme les logos « roue dentée » et « vélo » et les fiches de l'autre défi (faire tourner la cabane au gré des saisons) auront comme les logos « roue dentée » et « cabane ».
- le logo situé en haut à droite de la fiche fait référence à la difficulté. Ainsi les fiches repérées par « les outils » donnent des conseils pragmatiques comme par exemple « Comment attacher une poulie ? », « Comment emboîter les roues dentées ? » ... Les fiches, dont le logo est le « personnage débordé », proposent des exemples d'engrenages, de leviers, ... Les fiches « mètre » aideront l'enfant à mesurer convenablement les bras de levier, à déterminer des masses et, si l'enseignant le souhaite, à mesurer des forces avec un dynamomètre, ou encore à présenter les résultats sous la forme d'un tableau. Les fiches étiquetées par « l'enfant perplexe » permettent à l'élève d'appréhender une notion comme celle de force, ou d'objet en équilibre... Les fiches qui proposent des pistes concrètes pour remédier à une faiblesse de l'une ou l'autre maquette sont repérées par « le docteur ». Enfin les fiches présentant le logo « paire de jumelles » permettent, aux élèves qui ont fini la construction de leur maquette avant les autres groupes, d'extrapoler de nouvelles connaissances dans des cas différents : soulever un éléphant avec une souris, comprendre le fonctionnement d'un nouvel outil, réfléchir à une situation nouvelle...

Donc par exemple : la fiche qui présente les logos « roue dentée et vélo » et « mètre »,



Fiche n°2 : Comment mesurer la vitesse à laquelle tournent les roues dentées ?



correspondra à une fiche d'aide du défi engrenage – comprendre le système pignon-plateau du vélo - et répondra à une difficulté que rencontre l'élève pour mesurer une grandeur (ici en l'occurrence : la vitesse de rotation d'une roue dentée).

## 10. Le matériel

Pour relever chacun des cinq défis, les élèves disposent d'une part du matériel se trouvant dans la valise pédagogique mais aussi d'outils ou ustensiles provenant de la vie courante.

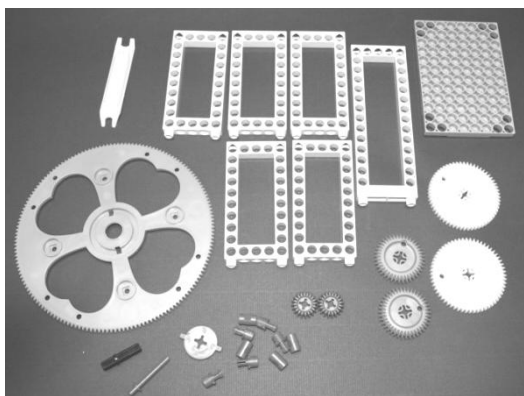
### 10.1. Le défi « monter les sacs de provisions dans la cabane »



Comme annoncé dans le paragraphe 3, les élèves trouvent dans la valise : une corde, deux poulies simples et deux poulies doubles, un système de suspension, deux seaux, 2 kg de gravier, un gobelet (qui leur servira de verre mesureur), 2 pinces à linge et un mètre ruban.

L'enseignant peut demander aux élèves d'apporter de chez eux : une balance de cuisine, et différentes cordes.

### 10.2. Le défi « faire tourner la cabane »

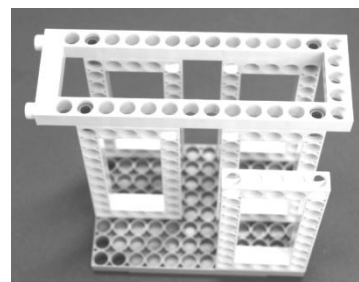


Tout le matériel se trouve dans la valise : une grande roue pour poser la « cabane », différentes roues dentées, cadres de fixation, support, attaches pour roues, jonctions pour assembler les cadres, un petit pied-de-biche,...

Il est très important d'insister sur l'utilisation de ce pied-de-biche pour enlever les fixations. A aucun moment, les élèves ne doivent pas enlever les

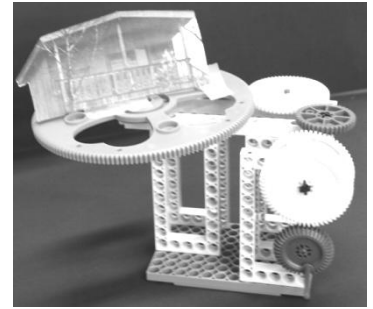
jonctions avec les dents ! Il faut bien avouer que c'est très tentant mais cela abîme les pièces de manière irréversible !

Afin que les élèves ne perdent pas trop de temps dans la construction de la structure générale, il peut être intéressant d'en construire un exemplaire possible avant l'atelier et de le leur proposer :

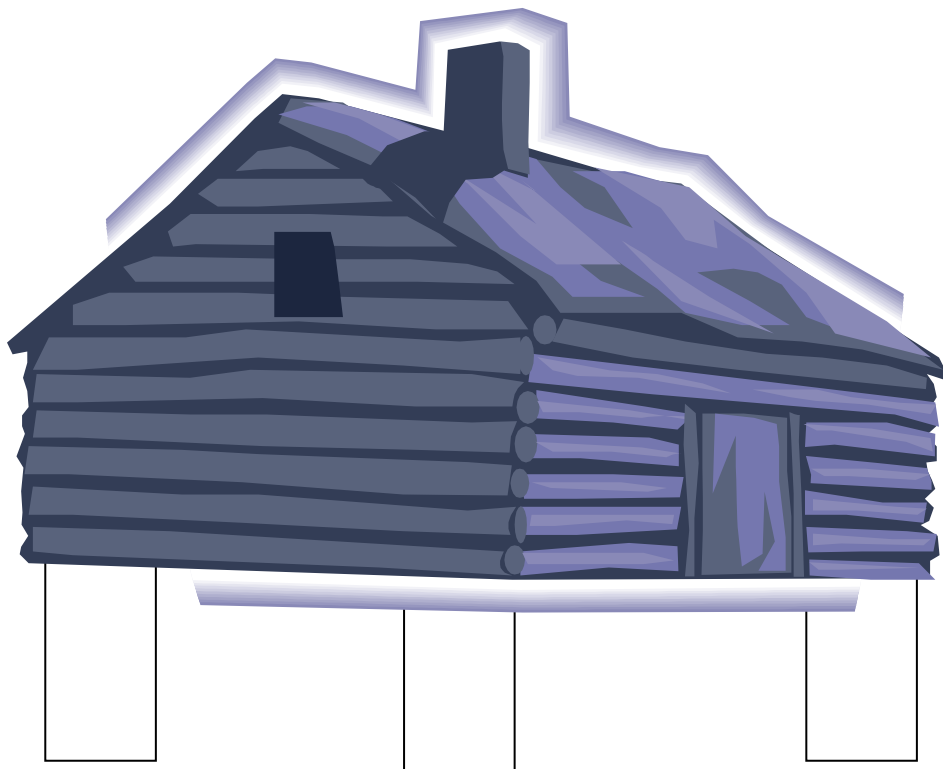


## Les machines simples - Introduction

Il peut-être judicieux aussi de demander aux élèves d'apporter soit une photographie, soit une petite maquette en carton d'une cabane, cela permettra de visualiser la « vraie cabane » et aidera à la compréhension du dispositif. Il faut toujours avoir en tête que les élèves ont une imagination assez fertile et qu'ils proposeront certainement d'autres possibilités.



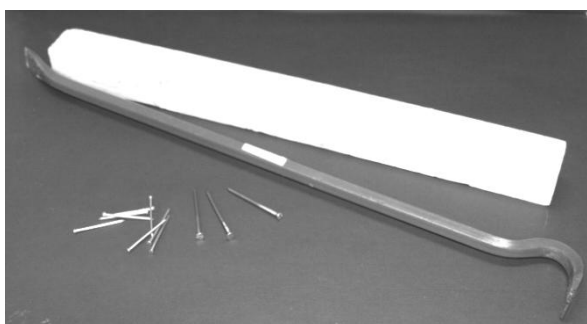
Voici, par exemple, deux cabanes à découper et à coller sur le support :







### 10.3. Le défi « enlever, le plus facilement possible, de gros clous profondément enfoncés dans une planche »

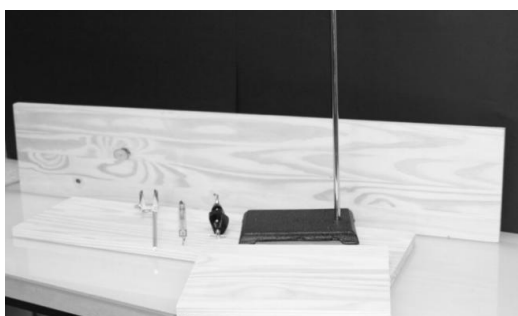


Un petit pied-de-biche, des clous et une grosse traverse se trouvent dans le matériel disponible dans la valise.

**Les élèves apporteront** des clous, un mètre ruban de couturière, et différents marteaux, tournevis et pinces... **Il est important** de demander aux élèves d'apporter ce matériel supplémentaire, car aussi non, ils n'ont pas

l'occasion de prendre conscience de l'importance de la longueur du manche et le défi est plus court que les autres défis.

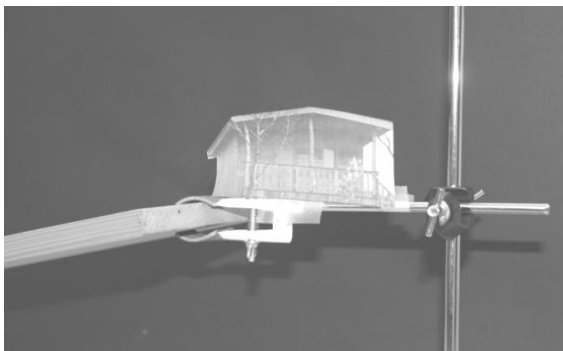
### 10.4. Le défi « amener sur la terrasse de la cabane, uniquement avec une planche et le plus facilement possible un chariot lourdement chargé »



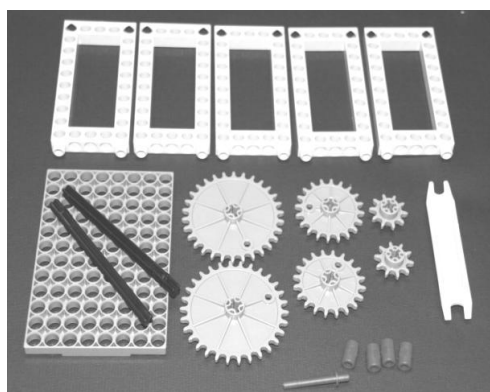
Les élèves trouvent dans la valise : 3 planches de longueurs différentes, un système de fixation (statif, noix et pince) et un dynamomètre

Les élèves peuvent apporter un rapporteur, un mètre ruban de couturière, un objet sur roulettes (une petite voiture, un petit chariot – de quelques centaines de grammes, entre 500 g et 1 kg – il ne faut pas que l'objet soit trop léger) et aussi une représentation de la cabane (photo, maquette – légère).

Tout comme pour le défi précédent, la matérialisation de la cabane peut rendre la réflexion plus concrète pour les élèves qui auraient du mal à imaginer le système.

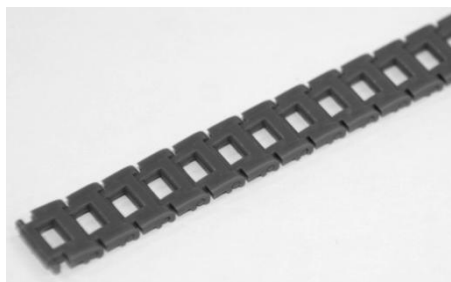


La « cabane » sera placée, à une certaine hauteur, en haut du plan incliné, grâce au système de statif.



### 10.5. Le défi « comprendre le principe du système plateau-pignon de la bicyclette »

Tout le matériel nécessaire est disponible dans la valise : une plaque, différents cadres, des roues dentées de tailles différentes, des pièces de jonctions pour les cadres et des axes pour les roues, une manivelle et petit pied-de-biche en plastique pour enlever les jonctions,



Il est nécessaire d'attirer l'attention des élèves sur la fragilité des jonctions (il est interdit, même cela est très tentant, de les détacher avec les dents ! cela les abîmera, le pied-de biche est prévu à cet effet) mais aussi sur celle de construire la chaîne avec précaution, les maillons sont très fragiles !

Si un élève de la classe vient à l'école à bicyclette, comparer son changement de vitesse à la maquette peut être très intéressant.

## Chapitre 2 Un peu de physique

### Introduction

Les paragraphes deux, trois et quatre reprennent quelques notions de base, comme la notion de force, la différence entre masse et poids et la notion d'équilibre, qu'il est important de maîtriser avant d'entamer ces ateliers. Le dernier paragraphe, introduit la notion de travail en physique ainsi qu'une petite mise au point quant au vocabulaire utilisé lorsque l'on aborde en classe cette notion. Certaines nuances pourront sembler un peu ardues pour des personnes peu initiées à cette notion de travail et ne sont en aucun cas destinées aux élèves. Cette mise au point est présentée ici uniquement dans un souci de proposer un document qui soit le plus rigoureux et le plus complet possible, son éventuelle exploitation en classe est bien évidemment laissée à l'appréciation des enseignants.

### 1. Qu'est ce qu'une force ?

Il est important tout d'abord de remarquer que l'on ne voit pas une force. Une force est invisible, on ne peut que constater ses effets.

#### 1.1. Quelques exemples

Exemple 1 : Le pied du footballeur va taper sur le ballon : ce pied va **exercer** une force sur le ballon. Sous le choc, le ballon se met à rouler : le ballon **est soumis**<sup>3</sup> à une force. Dans ce cas, la force permet de modifier le mouvement du ballon.



Si aucun autre footballeur ne tape ensuite sur le ballon, celui-ci finira par s'arrêter à cause des frottements avec le sol et l'air.

Exemple 2 : Les mains qui pétrissent la pâte à pain, ou la gymnaste qui tend l'élastique **exercent** une force sur ces derniers. La pâte à pain et l'élastique **sont soumis**<sup>4</sup> à ces forces.



Dans les deux cas, ces forces ont comme conséquence de déformer l'objet.

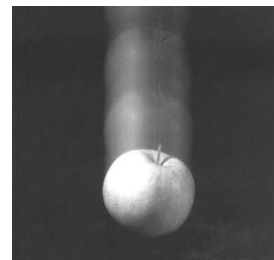
---

<sup>3</sup> Le ballon exerce aussi une force sur le pied du footballeur, mais celui-ci, étant plus lourd et plus solide, ne va ni se mettre en mouvement ni se déformer. Une force n'apparaît jamais seule, l'action (le pied qui tape sur le ballon) et la réaction (ballon qui pousse sur le pied) apparaissent en même temps.

<sup>4</sup> Comme dans le cas précédent, la pâte (ou l'élastique) exerce aussi une force sur la main mais celle-ci ne se déforme pas pour des raisons de résistance interne (la main est moins malléable que la pâte et moins élastique que le tendeur .... Heureusement !).

Dans les trois exemples précédents les forces mises en jeu sont des forces de contact (il y a contact entre le pied et le ballon, entre la main et la pâte, ...).

Exemple 3 : Il existe aussi des forces qui s'exercent à distance (sans contact). C'est le cas de la force de pesanteur. La Terre attire<sup>5</sup> (**exerce une force** d'attraction) tous les corps qui l'entourent. Ainsi, si nous lâchons une pomme, celle-ci tombe : la pomme **est soumise**<sup>6</sup> à une force.



## 1.2. Définition

Une force :

- est exercée **par** un corps (ex : le pied) **sur** un autre corps (ex : le ballon) ;
- permet de **modifier le mouvement** d'un objet (le mettre en mouvement, l'accélérer, le ralentir ou le dévier) ;
- permet de **déformer l'objet** (l'aplatir, l'étirer ...) ;
- n'apparaît **jamais seule**, mais toujours en même temps qu'une deuxième force qui elle, est exercée « dans le sens inverse ».

Une force est caractérisée de manière complète<sup>7</sup> par :

- une **direction**
- un **sens**
- une **intensité**
- un **point d'application**

## 1.3. Exemple

Toutes ces caractéristiques sont représentées par un vecteur que l'on dessine par une flèche (voir photo ci-dessous), et que l'on note  $\vec{F}$ .

---

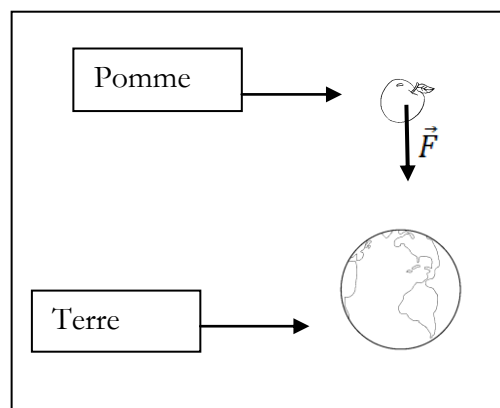
<sup>5</sup> Cette force d'attraction diminue très vite quand la distance (notée  $x$ ) augmente :  $F$  est proportionnelle à  $\frac{1}{x^2}$

<sup>6</sup> La Terre est attirée exactement de la même manière par la pomme mais qu'elle ne bougera pas, elle ne montera pas vers la pomme, parce que sa masse est énorme par rapport à celle de la pomme !

<sup>7</sup> Une force est représentée par un vecteur.

Ainsi, dans l'exemple de pomme qui tombe, la force qui fait tomber la pomme a les caractéristiques suivantes :

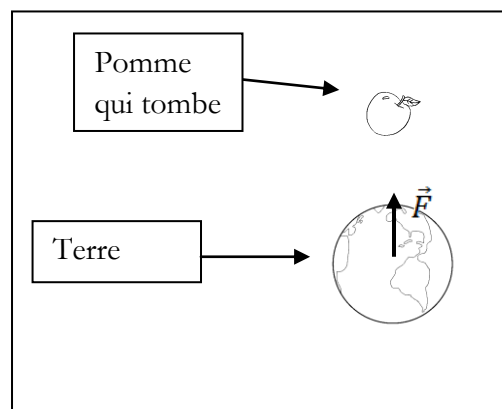
- la direction : la verticale
- le sens : du haut vers le bas
- l'intensité est exprimée en Newton<sup>8</sup> (N) ; par exemple 1 N
- le point d'application : le centre de gravité de la pomme.



Dans ce même exemple il existe, en même temps, une force qui a les caractéristiques suivantes :

- la direction : la verticale
- le sens : bas vers le haut
- l'intensité est exprimée en Newton (N) ; par exemple 1 N
- le point d'application : le centre de gravité de la Terre.

Cette force tire la Terre vers le haut, mais en raison de masses mises en jeu extrêmement différentes (celles de la Terre et celle de la pomme) il est bien évident que la Terre ne se mettra pas à monter vers la pomme mais que seule la pomme bougera.



#### 1.4. L'unité de force

Tout comme les distances se mesurent en mètre(s), les masses en kilogramme(s),... les forces se mesurent grâce à une unité spécifique : le Newton (que l'on note N). Cette unité a été choisie en hommage au physicien (bien connu) qui a élaboré le concept de force : Isaac Newton.

Par exemple une personne qui a une masse corporelle de 60 kg est attirée par la Terre, avec une force de 600 N environ (en réalité :  $60 \times 9,81 = 588,6$  N, mais souvent on arrondit 9,81 à 10). Sur la Lune cette valeur est environ 6 fois plus petite et sur le Soleil elle est environ 27 fois plus grande.

#### 1.5. Principe de l'action et la réaction

Comme nous l'avons dit à plusieurs reprises dans les exemples cités plus haut, les forces apparaissent toujours par paires : ce principe s'appelle le principe de *l'action et de la réaction*. Ainsi si

---

<sup>8</sup> Voir paragraphe suivant.

la main appuie sur la pâte, la pâte appuie avec une force de même intensité mais de sens opposé sur la main. Mais seule la pâte se déforme car sa matière le permet, ce qui n'est pas le cas de la main ! Les deux forces sont égales en grandeur, mais pas par leurs effets qui dépendent de ce sur quoi elles s'appuient.

La Terre attire la pomme vers elle, et la pomme attire aussi la Terre vers elle de la même façon mais bien entendu, pour des raisons de masses tout à fait différentes, seule la pomme se déplacera.

## 2. Masse ou poids ?

Suivant qu'ils sont utilisés dans notre langage courant ou dans le contexte d'un cours de sciences, certains mots de notre vocabulaire ont des sens différents.

Il arrive que, dans le vocabulaire que nous employons dans la vie courante nous confondions deux notions qui sont distinctes lorsqu'elles sont étudiées dans le cadre du cours de sciences : il s'agit des notions de masse et de poids. D'où provient cette confusion ?

La masse est liée à la quantité de matière d'un objet, elle ne change pas que nous soyons sur Terre ou sur la Lune, elle s'exprime en kilogramme(s).

Le poids d'un objet, quant à lui, est une force due à l'interaction entre le corps lui-même et la planète qui l'attire, l'intensité de cette interaction dépend aussi de la masse de cette planète. Le poids varie donc suivant l'endroit où on le mesure et s'exprime, comme une force, en Newton. Cependant, quand on nous demande quel est notre poids, nous répondons d'instinct, par exemple 60 kilos<sup>9</sup>, ce qui correspond en réalité à notre masse et non à notre poids. Pour être correct, nous devrions exprimer notre poids en Newton et dire « mon poids est de 600 N ». La confusion provient du fait que lorsque nous voulons nous peser nous utilisons un pèse-personne, ce qui est correct ! Le pèse-personne est un instrument construit sur le principe du dynamomètre (un ressort s'écrase lorsqu'il est soumis à une force) et devrait donc être gradué en Newton, ce qui n'est pas le cas : notre personne se pesant sur la Terre et sur la Lune verrait son poids passer de « 60 kg » à « 10 kg ». Ce qui n'est pas correct puisque la masse<sup>10</sup>, elle, est constante ; cette personne devrait donc posséder une masse de 60 kg qu'elle se trouve sur la Terre, la Lune ou même Mars ! Tout redeviendrait correct si le pèse-personne fournissait des valeurs exprimées en Newton : la personne pèserait environ 600 N sur Terre et 100 N sur la Lune.

---

<sup>9</sup> Remarquons que le préfixe « kilo » voulant dire mille ne devrait pas être employé seul. Il faudrait dire, dans ce cas précis, « kilogramme » ...

<sup>10</sup> Notez que la seule balance qui mesure des masses est la balance à plateaux, car celle-ci compare deux masses entre elles : celle que l'on souhaite mesurer et une masse étalon.

### 3. Corps en équilibre

#### 3.1. Exemples de corps en équilibre

Dans la plupart des cas, introduire la notion d'équilibre est facile et correspond à un *a priori* correct. Ainsi certains exemples sont évidents : la pomme posée sur la table, la personne debout sur ses deux pieds, sont des exemples de corps qui sont en équilibre, ces cas correspondent au quotidien de chacun.



La voiture qui roule de manière régulière (sans accélérer, sans freiner et sans tourner) sur l'autoroute est aussi en équilibre.



Ce mobile suspendu au plafond est en équilibre tant que ce qui pourrait le faire basculer d'un côté (le poids d'un des avions) est contrebalancé par ce qui pourrait le faire basculer du côté opposé (le poids de l'avion opposé).



Ce clown est en équilibre sur le ballon tant qu'il parvient, en bougeant certaines parties de son corps, à s'opposer à l'influence des forces qui pourraient le faire tomber (le poids des autres parties de son corps).

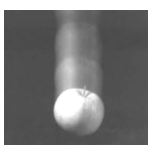


Ces cyclistes restent en équilibre si le tronc est attaché de manière à ce que la tendance à le faire tomber vers la droite (le poids de la partie droite) est contrebalancée par la tendance à le faire tomber vers la gauche (le poids de la partie gauche) et si les cyclistes roulent à une vitesse suffisante.



#### 3.2. Exemples de corps qui ne sont pas en équilibre

Par contre, tous les objets qui tombent, qui freinent, accélèrent ou tournent, ne sont pas des corps en équilibre au sens de la physique.



### 3.3. Définition de corps en équilibre

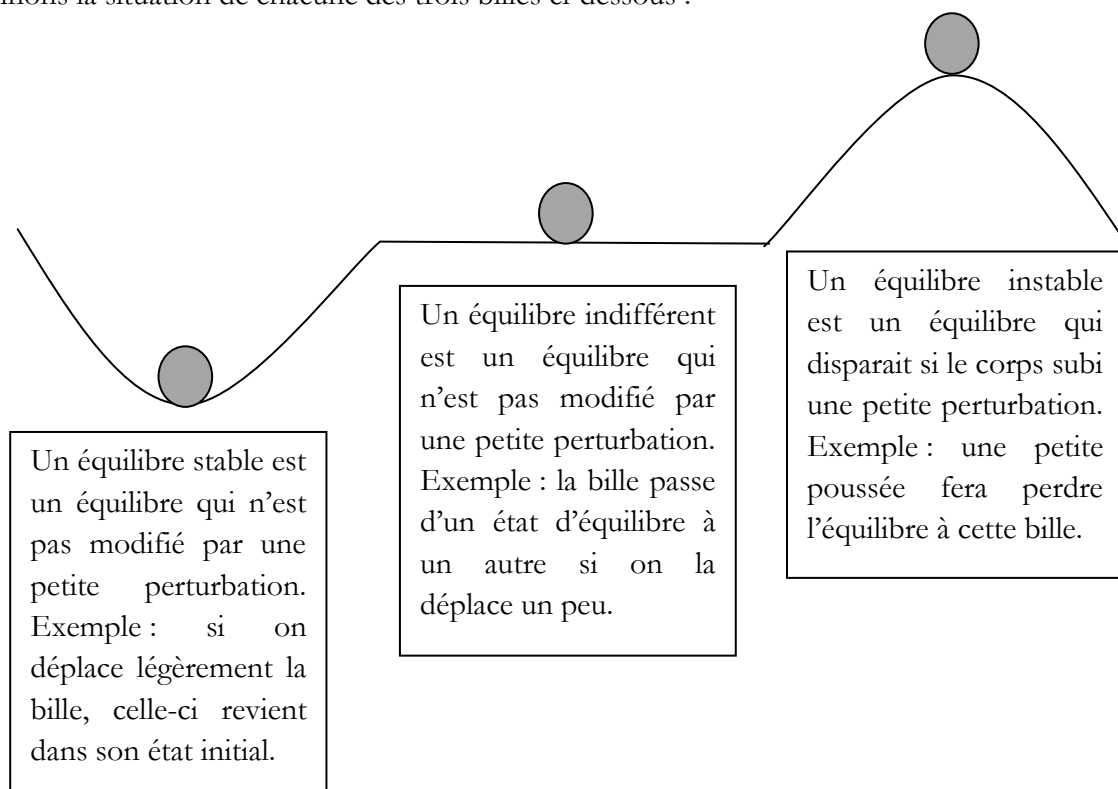
On peut donc dire qu'un corps est en équilibre si sa vitesse ne change pas (il ne ralentit pas, il n'accélère pas, il peut avancer mais toujours à la même vitesse) et si il ne tourne pas. Ou, autrement dit : si les forces qui agissent sur lui ne le font ni accélérer (aller plus vite ou moins vite), ni tourner.

### 3.4. Centre de gravité et base de sustentation<sup>11</sup>

Dire, qu'un corps soumis à son poids et à la réaction du sol, est en équilibre si la verticale qui passe par son centre de gravité traverse sa base de sustentation, est une conséquence de ce qui vient d'être dit dans les paragraphes précédents.

### 3.5. Les différents types d'équilibre

Il existe trois types d'équilibre : l'équilibre stable, l'équilibre indifférent ou l'équilibre instable. Examinons la situation de chacune des trois billes ci-dessous :



## 4. Le travail

Ce paragraphe permet de mettre en évidence une nuance ne fait en aucun cas partie des notions accessibles aux élèves de fin d'école primaire. Il est cependant important que l'enseignant l'ait à

---

<sup>11</sup> La base de sustentation est le polygone obtenu en joignant les divers points par lesquels un corps repose sur un plan.



l'esprit le plus souvent possible de manière à ne pas induire, ou renforcer, involontairement une confusion que tout un chacun commet et qu'il sera ensuite difficile de corriger dans le secondaire.

#### **4.1. Travail ou travaille ?**

Dans notre vie quotidienne, nous associons les termes « effort », « fatigue physique », « fatigue musculaire » à celui de « travail » (ou perte d'énergie). Après un déménagement, nous disons : je suis fatigué, j'ai beaucoup travaillé !

Pour le physicien, la notion de travail est différente : « fournir un effort physique » n'est pas toujours synonyme de « réaliser un travail mécanique ». Pour pouvoir assimiler ces deux approches, il faut que certaines conditions soient réunies.

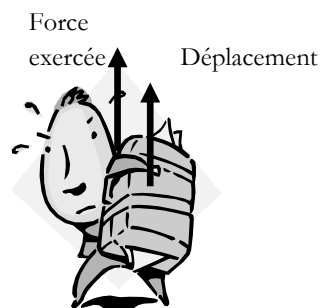
Illustrons cette nuance par les quatre situations différentes : dans ces situations, les personnes se fatiguent, ont mal aux muscles mais **seules les deux premières fournissent un travail mécanique (au sens du cours de physique).**

Cet homme soulève une caisse :



Cet homme se fatigue (en soulevant son paquet) et fournit un travail mécanique.

La force exercée pour soulever la caisse et le déplacement de celle-ci sont parallèles.

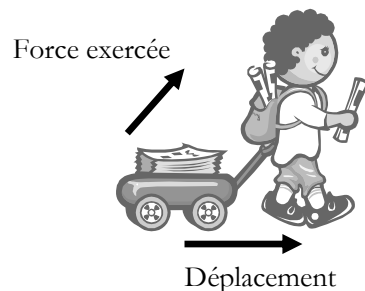


Cet enfant tire un chariot :



Cet enfant se fatigue (aura mal au bras) et travaille pour le physicien.

La force exercée pour tirer le chariot et le déplacement de celui-ci ne sont ni parallèles ni perpendiculaires.

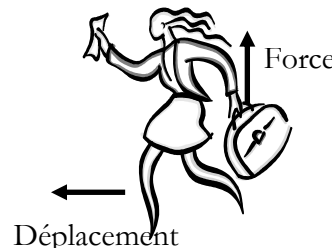


Cette dame marche en portant une valise :



Cette dame se fatigue physiquement (elle a mal au bras en portant sa valise) mais ne travaille pas pour le physicien !

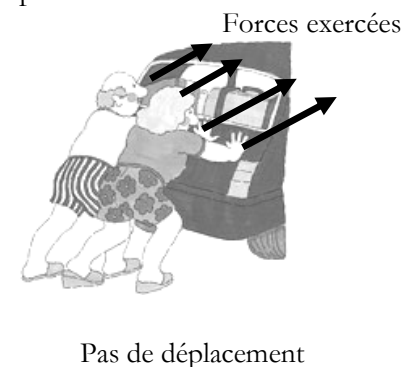
La force exercée pour soulever la valise et le déplacement de celle-ci sont perpendiculaires) !



Ces personnes qui ne parviennent pas à déplacer leur voiture :



Ce couple se fatigue physiquement (aura mal au dos, aux jambes, aux bras) mais ne travaille pas<sup>12</sup> pour le physicien tant que la voiture ne bouge pas !



<sup>12</sup> Cela n'est plus vrai si on s'intéresse à ce qui se passe à l'intérieur des muscles où on peut montrer qu'un travail est bien dépensé même si la voiture ne se déplace pas.

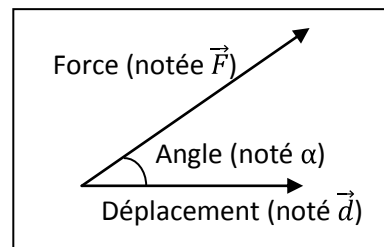
## 4.2. Définition de travail (cette définition ne sera étudiée que dans le secondaire )

Pour le physicien il y a travail mécanique à chaque fois que le point d'application de force se déplace et que ce déplacement et la force exercée ne sont pas perpendiculaires l'un par rapport à l'autre.

Ces conditions s'expriment par la relation  $W = F \times d \times \cos \alpha$

Dans laquelle :

- $W$  est l'initiale du mot Work (qui veut dire « travail » en anglais)
- $F$  est la force appliquée
- $d$  est la distance parcourue par le point d'application de la force
- $\alpha$  est l'angle qui se trouve entre le vecteur force et le vecteur déplacement
  - quand  $\alpha = 0^\circ$  alors  $\cos \alpha = 1$ , cela correspond à un travail maximal (ex : soulever une caisse) ;
  - quand  $\alpha = 90^\circ$  alors  $\cos \alpha = 0$ , cela correspond à un travail nul (ex : porter une valise en marchant) ;
  - quand  $d = 0$ , le travail est nul (ex : pousser sur un objet sans parvenir à le déplacer) ;
  - quand  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$  alors  $1 > \cos \alpha > 0$ , cela correspond à tous les cas intermédiaires (ex : enfant qui tire le chariot).



## 4.3. Que faire dans le cours d'éveil scientifique ?

Pour éviter toute mauvaise habitude ou confusion dans l'esprit des élèves, il est préférable autant que possible, dans un premier temps, de renoncer volontairement au terme « travail » ou d'« énergie » mais d'employer plutôt les termes « fatigue », « effort », « effort musculaire », « tâche à accomplir » qui, eux, sont valables dans tous les cas et correspondent bien au ressenti de l'enfant.

N cette nuance ne fait en aucun cas partie des notions accessibles aux élèves de fin d'école primaire. Cependant il est important que l'enseignant l'ait à l'esprit de manière à ne pas induire, ou renforcer, involontairement une confusion qu'il sera ensuite difficile de corriger.

## 4.4. Unité de travail

De nouveau, tout comme les distances se mesurent en mètre(s), les masses en kilogramme(s), les forces en newton, le travail s'exprime grâce à une unité spécifique : le Joule (que l'on note J).

Dans la vie quotidienne, un Joule correspond par exemple approximativement :

- à l'énergie nécessaire pour élever d'un mètre une pomme de 100 grammes sur la Terre ;
- à l'énergie produite sous forme de chaleur en un centième de seconde par une personne au repos ;
- à l'énergie nécessaire pour augmenter de un degré Celsius la température d'un gramme d'air sec ;
- au travail effectué par le cœur au cours de chaque battement.

## Chapitre 3 Bibliographie

### Livres :

- Calmettes B., Canal J.-L., Coqblin M.-J., Lamarque J., Margotin – Passat M., Pierrard M.-A., Tavernier R. - *Sciences expérimentales et Technologie* – CM1 CM2 Cycle 3 – Collection Tavernier - ??? – 2009
- Calmettes B., Canal J.-L., Margotin – Passat M., Pierrard M.-A., Tavernier R.- *Concours de recrutement de professeurs des écoles – CRPE – Sciences expérimentales et technologie – 2. Physique – Technologie* – Bordas– Lassay-les-Châteaux– 2007
- Calmettes B., Canal J.-L., Margotin– Passat M., Pierrard M.-A., Tavernier R.– *Enseigner les sciences expérimentales à l'école élémentaire – Physique et Technologie* – Bordas - ??? – 2009
- Coquidé M., Fauche A., Garnier C., Giordan A., L'Haridon A., Pellaud F.– *Toutes les Sciences – Cycle 3* – Nathan - ??? – 2008
- Kane J., Sternheim M.– *Physique* – Editions Masson – Paris - 2004
- Mélin S., Gillis P., Tercelin de Joigny X., Dupont P.– *Simple, mais si utiles, ces machines* – Collection Recherche en pédagogie – Ministère de la Communauté française – 2006
- Reitz J.-M. , Jaeger A., Les engrenages - Cycle 3 – Collection Duplimat – Groupe Lego Dacta – Edition S.E.D. – 1998
- Reitz J.-M. , Jaeger A., Les leviers - Cycle 3 – Collection Duplimat – Groupe Lego Dacta – Edition S.E.D. – 1998
- Reitz J.-M. , Jaeger A., Les poulies - Cycle 3 – Collection Duplimat – Groupe Lego Dacta – Edition S.E.D. – 1998
- Rolando J.-M., Simonin G., Pommier P., Nomblot J., Laslaz J.-F., Combaluzier S.– *Sciences 64 enquêtes pour comprendre le monde* – Cycle 3 – Collection Magnard – Paris 2003
- Siemoëns Th. – *Objets et réalisation technologiques* – Cycle 3 – Edit SED – 1997 – [www.cogetefi.com](http://www.cogetefi.com)

### Revue :

- Artiscopes - n° 19. *L'outil fait la force* - 1987
- Le Vif Extra n° 3 *L'invention des pyramides* – septembre 2009

### Sites Internet :

- <http://www.tryengineering.org/> - Les machines simples - Développé par l'IEEE dans le cadre de TryEngineering
- [http://www.ac-grenoble.fr/savoie/Disciplines/Sciences/Esp\\_ress/Fiches/Plans-i.htm](http://www.ac-grenoble.fr/savoie/Disciplines/Sciences/Esp_ress/Fiches/Plans-i.htm)
- <http://www2.fsg.ulaval.ca/opus/physique534/resumes/35a.shtml>
- [http://www.atout-pigeon.com/Colombophile-Bouillante,-l-aile-du-pigeon!\\_a643.html](http://www.atout-pigeon.com/Colombophile-Bouillante,-l-aile-du-pigeon!_a643.html)
- <http://stsp.creteil.iufm.fr/article89.html>

- [http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/technologie/d/quest-ce-que-la-geodesie\\_644/c3/221/p4/](http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/technologie/d/quest-ce-que-la-geodesie_644/c3/221/p4/)
- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9ories\\_sur\\_la\\_m%C3%A9thode\\_de\\_construction\\_des\\_pyramides\\_%C3%A9gyptiennes](http://fr.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9ories_sur_la_m%C3%A9thode_de_construction_des_pyramides_%C3%A9gyptiennes)
- <http://stsp.creteil.iufm.fr/article89.html>
- [http://www.framemuseums.org/jsp/fiche\\_musee.jsp?STNAV=&RUBNAV=&CODE=M114311147790634&LANGUE=0&RH=Galleries](http://www.framemuseums.org/jsp/fiche_musee.jsp?STNAV=&RUBNAV=&CODE=M114311147790634&LANGUE=0&RH=Galleries)
- <http://www.e-paleoscope.org/liens/image/puits/outils.jpg>

# LES LEVIERS

UMONS  
Université de Mons

Carré des Sciences  
Institut d'Administration Scolaire



## Table des matières

<b>CHAPITRE 1 - LES LEVIERS .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Dans notre quotidien.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Qu'est-ce qu'un levier ?.....</b>	<b>2</b>
2.1. Premier type de leviers (leviers inter-appui) : le point d'appui est situé entre les deux forces (motrice et résistante) .....	3
2.2. Deuxième type de leviers simples (leviers inter-résistant) : la force résistante est située entre la force motrice et le point d'appui.....	4
2.3. Troisième type de leviers simples (leviers inter-moteur) : la force motrice est située entre la force résistante et le point d'appui .....	5
2.4. Equilibre des leviers.....	6
2.5. Comment utiliser correctement un levier ? Peut-on utiliser un levier n'importe comment ? Dans quels cas est-il vraiment efficace ? .....	7
2.6. Le compromis .....	8
2.7. Quand l'inconvénient devient un avantage .....	8
2.8. Les ailes d'oiseaux (levier inter-appui) .....	9

## Chapitre 1 - Les leviers

### 1. Dans notre quotidien

Les leviers sont partout dans notre environnement mais ils ne sont pas forcément identifiés en tant que tels.

Le pied-de-biche et le cric sont bien évidemment des leviers mais le frein de la bicyclette en est un également :

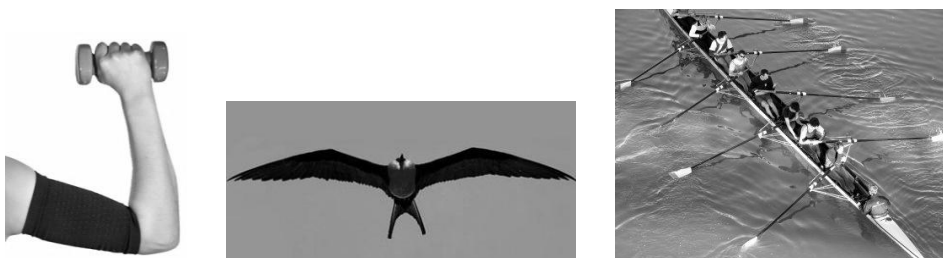


Nous utilisons aussi très souvent le principe du levier dans la cuisine : le décapsuleur et beaucoup d'ustensiles en cuisine (le tire-bouchon, la pince à barbecue, à pâtes, à sucre, ...) sont basés sur ce principe.



Le but de la plupart des leviers (tous les outils ou ustensiles) est, comme celui de toutes les machines simples, de faciliter une tâche trop difficile à réaliser mains nues. Nous étudierons ces leviers en détails.

Cependant il existe aussi d'autres leviers comme ceux dont Dame Nature nous a dotés : le bras, le pied, ... Et des leviers particuliers dont l'objectif est de permettre d'atteindre des vitesses rapides : les ailes des oiseaux, les avirons, rames, ...

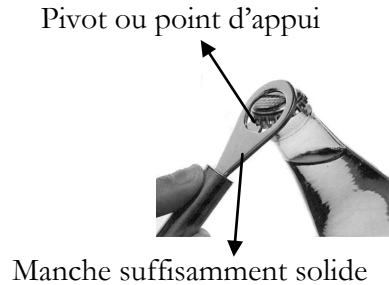


Vous trouverez leur étude dans le § *Pour en savoir plus* car nous considérons qu'ils s'écartent un peu de l'objectif de ce dossier.



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

Pour construire un levier il est nécessaire de disposer d'une tige rigide (ou de deux tiges rigides s'il est double comme le casse-noix) et d'un pivot. La (les) tige(s) rigide(s) doit(vent) pouvoir pivoter autour du pivot, que l'on appelle aussi *point d'appui*.



Prenons l'exemple ci-dessous<sup>13</sup> : à une extrémité du levier se trouve la charge à soulever (le caillou), à l'autre l'extrémité des hommes qui veulent le faire basculer et entre les deux se situe le point d'appui (pivot). Les hommes exercent une force que l'on appelle **force motrice** (c'est elle qui va déplacer le caillou). Le caillou exerce sur le levier une force qui s'oppose, qui résiste au déplacement, on l'appelle la **force résistante**.



Les hommes exercent une force (motrice) sur le levier.

Le caillou exerce une force (résistante) sur le levier.

Expérimentalement, nous savons qu'en utilisant correctement le levier, il suffira, pour les ouvriers, de fournir une force relativement petite pour obtenir une force importante sur le caillou.

Il est possible de classer les leviers, en trois groupes, suivant les positions relatives du point d'appui, de la force motrice et de la force résistante :

---

<sup>13</sup> Extrait de la Bande Dessinée Lucky Luke – Tome 9, page 31 – Des rails sur la prairie – R.Goscinny et Morris– Dupuis –1957

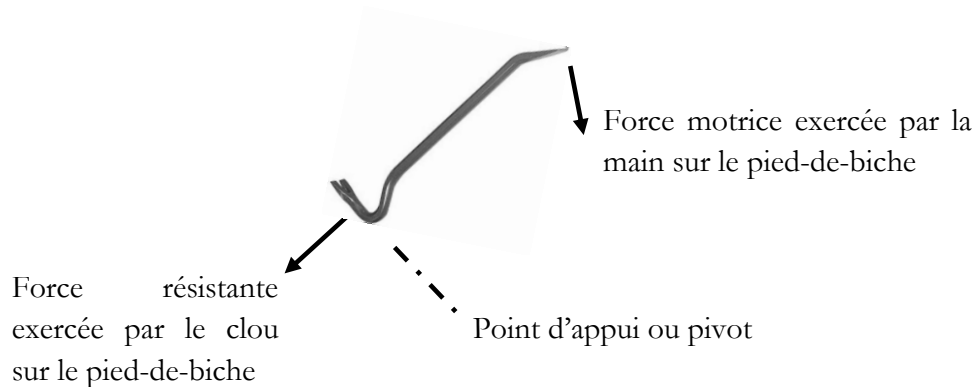
Les leviers inter-appui : le point d'appui est situé entre les deux forces (motrice et résistante).

Les leviers inter-moteur : la force motrice est située entre la force résistante et le point d'appui.

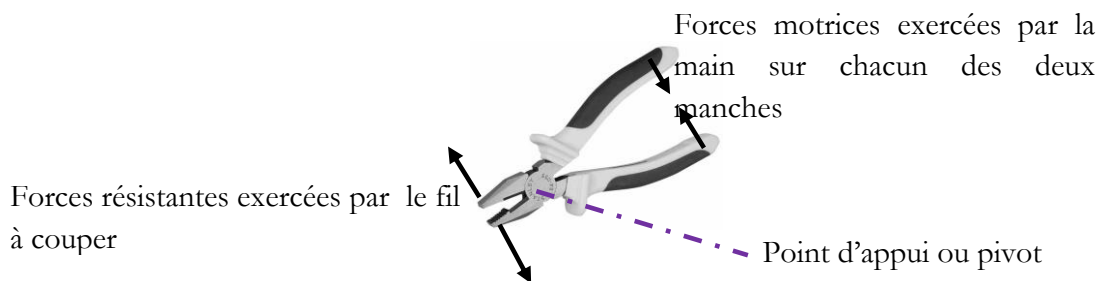
Les leviers inter-résistant : la force motrice est située entre la force résistante et le point d'appui.

## 2.1. Premier type de leviers (leviers inter-appui) : le point d'appui est situé entre les deux forces (motrice et résistante)

**Simple** (le dispositif exerce son action en un seul point, ou une surface, de l'objet sur lequel il agit)



**Double** (le dispositif exerce son action en deux points, ou deux surfaces, de l'objet sur lequel il agit).



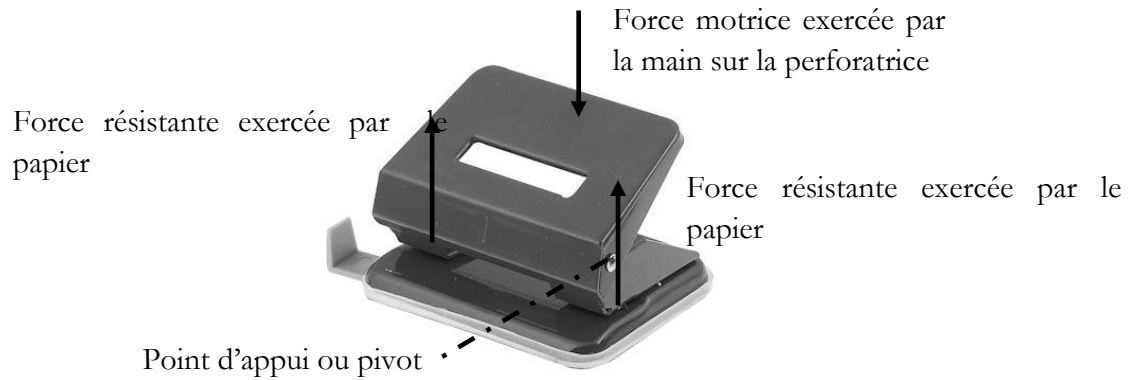
Mais aussi : la bêche, la balance à plateaux, l'interrupteur, ...

La fonction des leviers inter-appui est de minimiser l'effort à fournir pour exercer la tâche : le levier « multiplie » la force.

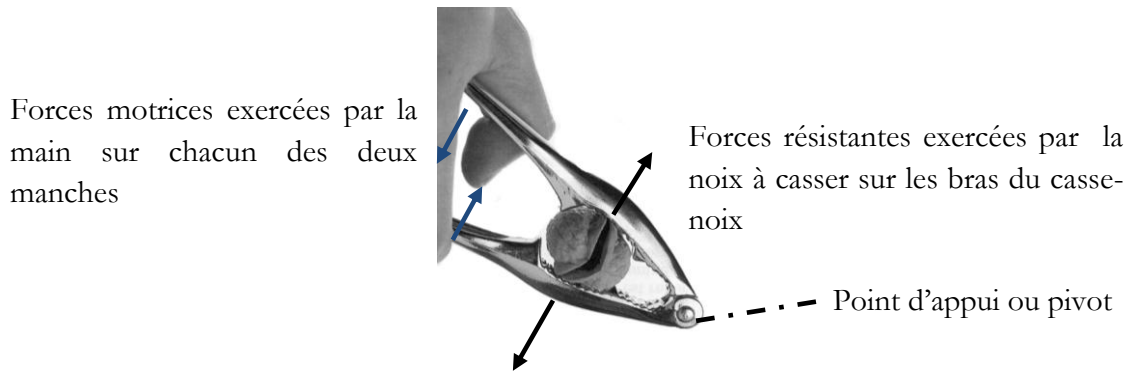
Remarque : Vous pouvez faire prendre conscience aux élèves de l'importance de la longueur de bras résistant. Il suffit par exemple de leur demander de couper une allumette (ou un cure-dents) avec des ciseaux, en positionnant le cure-dent près de la pointe des ciseaux, au milieu des lames et finalement près du pivot, et cela sans bouger la position de la main, afin de ne modifier que le paramètre bras résistant.

## 2.2. Deuxième type de leviers simples (leviers inter-résistant) : la force résistante est située entre la force motrice et le point d'appui

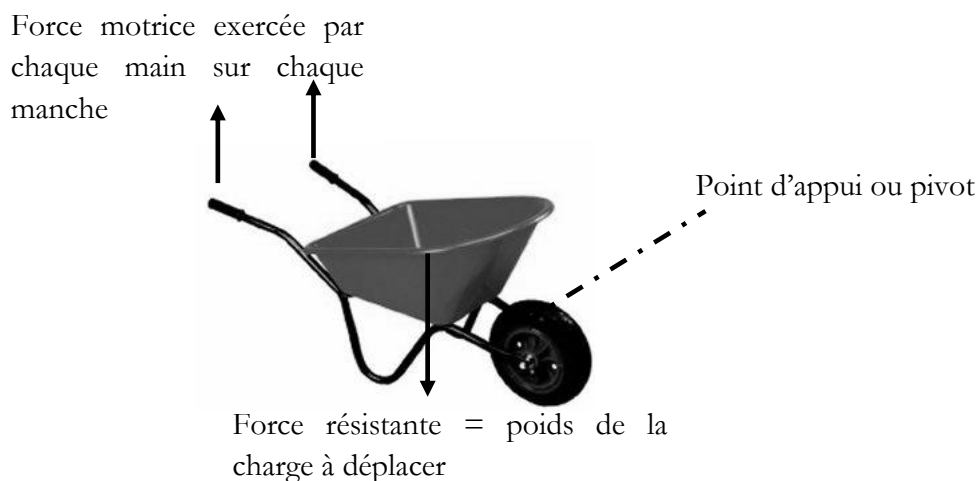
### Exemple 1



### Exemple 2



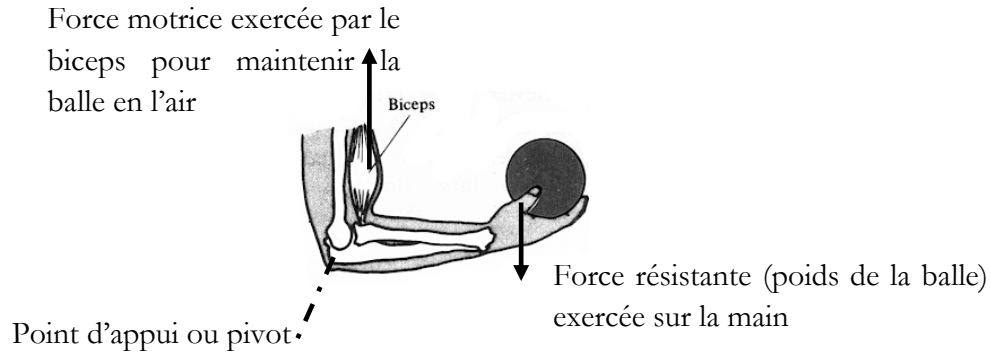
### Exemple 3



La fonction des leviers inter-résistants est aussi de minimiser l'effort à fournir pour exercer la tâche.

### 2.3. Troisième type de leviers simples (leviers inter-moteur) : la force motrice est située entre la force résistante et le point d'appui

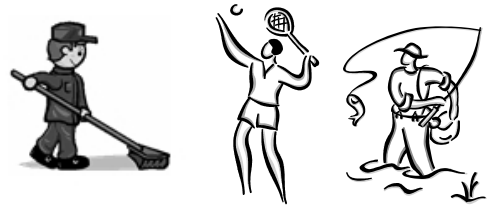
**Simples** Dans l'articulation du coude, le bras de levier est constitué par l'os ; le pivot par l'articulation elle-même ; et la force motrice est fournie par le muscle fléchisseur.



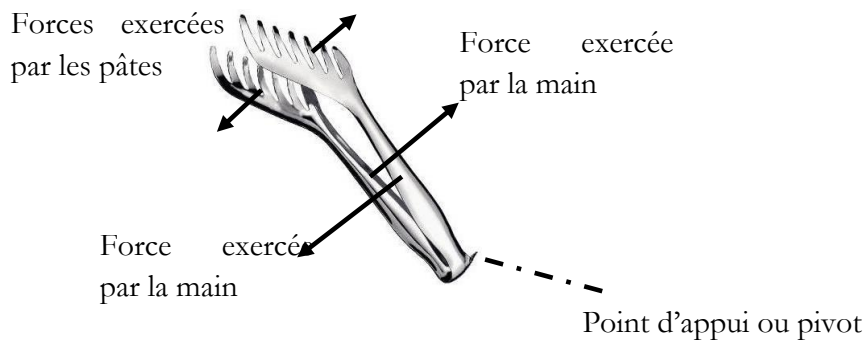
Le biceps<sup>14</sup> doit exercer une force plus grande que le poids de l'objet à maintenir en l'air, mais la nature est ainsi faite !

Même si dans ce cas la nature ne semble pas être en notre faveur, cette configuration permet des mouvements qui seraient tout simplement impossibles en l'absence de levier.

L'utilisation de raquettes, balai, canne à pêche, est basée sur ce principe.



#### **Doubles**



Ces pinces, comme la pince à sucre ou la pince à épiler, sont utilisées lorsque l'on souhaite effectuer un travail de précision.

---

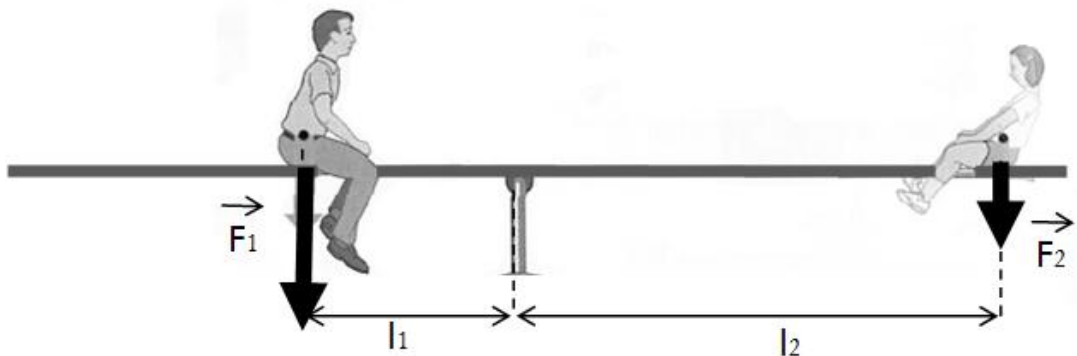
<sup>14</sup> Ceci n'est valable que lors de la flexion (le muscle qui travaille est le biceps). Lors de l'extension, le levier est inter-appui (le muscle qui travaille est le triceps)

## 2.4. Equilibre des leviers

Nous connaissons tous la balançoire à bascule qui amuse tant les enfants sur les plaines de jeux. Les enfants qui s’y installent ont rarement le même poids. Le plus lourd fait descendre la bascule de son côté alors que le plus léger se retrouve en hauteur. Pour faire descendre son copain plus léger, l’enfant plus lourd doit prendre une battue au sol.



Pour que la bascule soit horizontale et en équilibre dans l’exemple ci-dessous, il faut que chaque personne, ayant son propre poids, soit assise au bon endroit.



L’adulte, dont le poids est  $\vec{F}_1$  se trouve à une distance  $l_1$  (bras de levier 1) du point d’appui.

L’enfant, dont le poids est  $\vec{F}_2$ , se trouve à une distance  $l_2$  (bras de levier 2) du point d’appui.


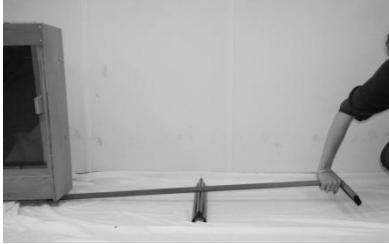

La balançoire est en équilibre si  $F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$ . La force  $F_1$  étant grande et la force  $F_2$  étant petite, il faut que le bras de levier  $l_1$  soit petit et le bras de levier  $l_2$  soit grand.

La condition d’équilibre des leviers est :  $F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$ .

Cette relation montre qu’il existe un lien entre les longueurs des bras de levier et les forces en jeu. En physique, la grandeur qui correspond à  $F \times l$  s’appelle le moment de la force. Il est possible de dire que le moment de la force correspond à « ce qui a tendance à faire tourner l’objet ». On comprend bien que l’équilibre est atteint si ce qui a tendance à faire tourner la balançoire vers la gauche ( $F_1 \times l_1$ ) est égal à ce qui a tendance à faire tourner la balançoire vers la droite ( $F_2 \times l_2$ ).


Cette relation montre aussi pourquoi lorsque l’on veut se faciliter la vie, donc exercer une force pas trop petite, il faut s’arranger pour avoir un grand bras de levier. Voyons cela dans chacun des trois cas suivants (la charge est la même, la barre servant de levier est la même) :

**2.5. Comment utiliser correctement un levier ? Peut-on utiliser un levier n'importe comment ? Dans quels cas est-il vraiment efficace ?**

Levier inter-appui :		
		
Le bras résistant est plus grand que le bras moteur. Pour que la relation d'équilibre ( $F_r \times l_r = F_m \times l_m$ ) soit vérifiée, il faut que la force motrice soit beaucoup plus grande que la force résistante.	Les bras de leviers sont égaux. Pour que la relation d'équilibre ( $F_r \times l_r = F_m \times l_m$ ) soit vérifiée, il faut que la force motrice soit égale à la force résistante.	Le bras moteur est plus grand que le bras résistant. Pour que la relation d'équilibre ( $F_r \times l_r = F_m \times l_m$ ) soit vérifiée, il suffit que la force motrice soit plus petite que la force résistante.
Utiliser ce levier de cette manière est loin d'être avantageux !!!	Utiliser ce levier dans ces conditions n'est pas non plus avantageux...	Il s'agit là de l'utilisation correcte du levier.


Levier inter-résistant :

Le bras résistant est imposé par l'appareil, il faut donc augmenter autant que possible le bras moteur (la force motrice sera alors d'autant plus petite).  
Voilà pourquoi, d'instinct, nous tenons l'outil à l'extrémité du manche.



Levier inter-moteur :

Le bras résistant est imposé par la longueur du manche, il faut donc augmenter autant que possible le bras moteur (la force motrice sera alors d'autant plus petite).  
Voilà pourquoi, d'instinct, nous séparons le plus possible les mains pour balayer.

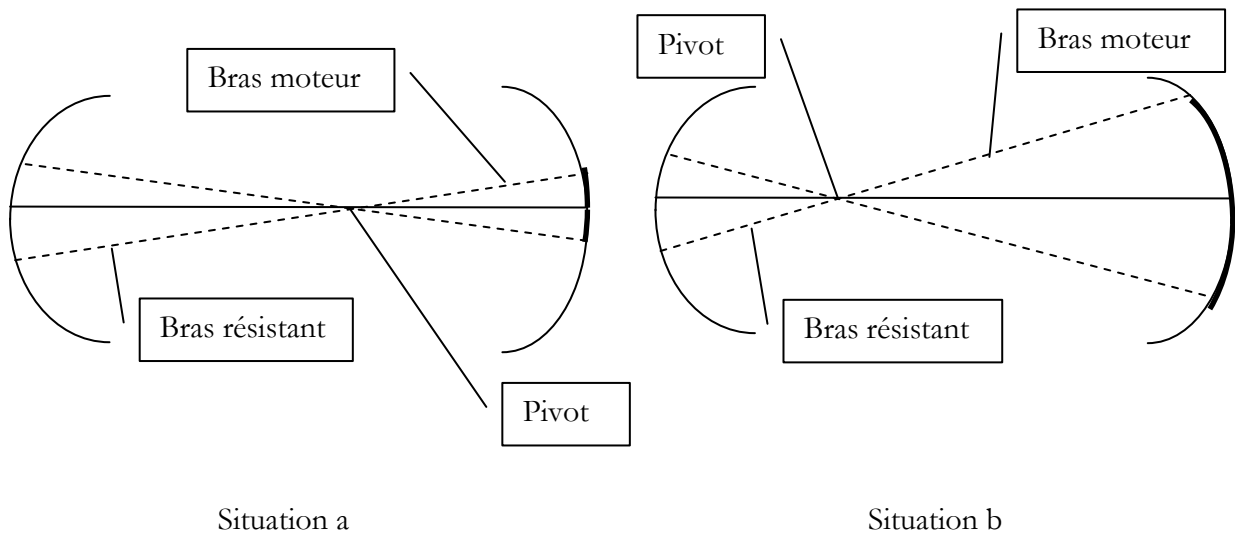


Remarque : Pour être tout à fait rigoureux, nous devons avoir à l'esprit que ces raisonnements ne sont corrects que pour des systèmes en équilibre. Hors équilibre, il faudrait tenir compte d'autres paramètres (déformations, liaisons entre éléments,...) qui compliquent considérablement la situation.

## 2.6. Le compromis

Comme dans le cas des autres machines simples, il faut faire des compromis. Nous ne pouvons obtenir une diminution de la force (la force motrice est plus petite que la force résistante, sauf dans le cas des leviers inter-moteur) qu'au détriment de la distance que doit parcourir la main :

Un petit bras moteur nécessite un petit déplacement (arc de cercle surligné dans la *situation a* ci-dessous) de la main. Un grand bras moteur exige un arc de cercle plus grand (arc de cercle surligné dans la *situation b* ci-dessous). Vous pouvez le montrer concrètement aux élèves sur le tableau : faites pivoter (parallèlement et sur le tableau) une grande latte à partir de différentes positions du pivot, et à l'extrémité de laquelle vous aurez pris la précaution de solidariser une craie (un peu comme un compas). Lorsque vous ferez pivoter le levier, en l'occurrence la latte, le déplacement sera d'autant plus long que le bras moteur sera grand.

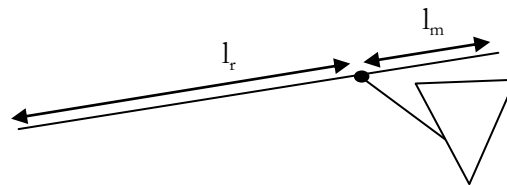


## 2.7. Quand l'inconvénient devient un avantage

Lorsque le bras moteur est plus petit que le bras résistant, le levier est intéressant pour fournir de grands déplacements. C'est le cas de l'aviron ou du kayak.



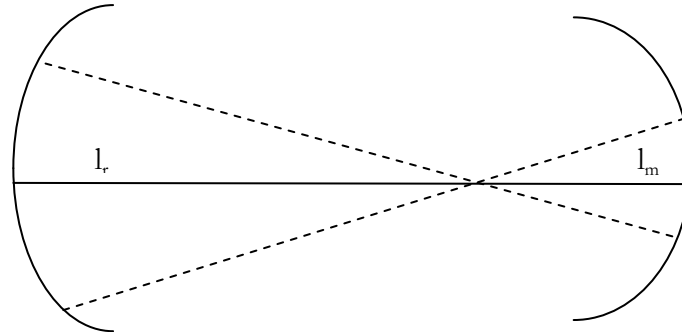
La rame de gauche vue de l'arrière :



Le point d'appui se trouve légèrement décalé par rapport à la coque (au dessus de l'eau, à gauche pour l'aviron de gauche), le bras moteur est petit, le bras résistant est plus grand.

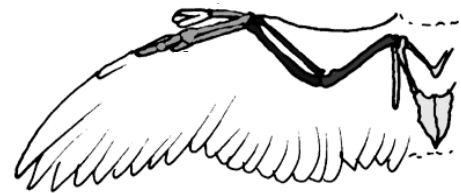
Le but est bien évidemment de faire avancer le bateau le plus rapidement possible. Le rameur exerce une force sur la rame, l'extrémité de la rame exerce une force sur l'eau, l'eau réagit en poussant sur le bateau qui avance rapidement car le bras de levier situé dans l'eau est grand.

La rame de gauche vue du haut parcourt une grande distance dans l'eau :



## 2.8. Les ailes d'oiseaux (levier inter-appui)

Un pigeon, par exemple, avance en battant des ailes. Le mouvement de ces ailes est particulièrement efficace car le squelette de l'aile (qui s'appuie sur la ceinture scapulaire liée au corps) est une succession de trois bras de leviers de dimensions différentes et progressives. Le bras (qui est près du corps de l'oiseau) est le plus petit des trois leviers ; l'avant-bras, lui, est légèrement plus long et la main, prolongée par les rémiges, est encore plus longue. Cette augmentation des longueurs de bras de leviers du squelette de l'aile est importante : elle permet une amplification progressive du mouvement du bras et ensuite de celui de l'extrémité de l'aile (et donc de sa vitesse).




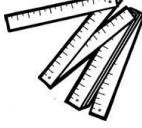





*ATELIER : LEVIERS*

*CHOISIR L'OUTIL QUI PERMETTRA D'ENLEVER LES CLOUS LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE.*

GRILLE DE DIAGNOSTIC POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER

## ***L'outil qui permet d'enlever le plus facilement possible les clous***

<p>Tu ne sais pas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>comment</u> organiser ton travail</li> <li>- <u>comment</u> choisir dans le matériel</li> <li>- <u>comment</u> présenter tes mesures</li> <li>- ...</li> </ul>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je m'organise	<p><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 1 et 3</b></p>
<p>Tu ne sais pas faire les <u>mesures</u> ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je mesure	<p><b>Nous attirons ton attention sur la fiche n° 1</b></p>
<p>Tu <u>ne sais pas ce qu'est</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un levier,</li> <li>- une force,</li> <li>- ...</li> </ul>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Qu'est ce que ... ?	<p><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 2 et 3</b></p>
<p>Ta <u>maquette présente des faiblesses</u>, tu veux vérifier que tu l'as construite convenablement ....</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 J'améliore ma maquette	
<p>Tu as fini ta construction et <u>tu veux en savoir plus</u> ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 J'explore d'autres notions	

# Je me pose des questions sur l'outil qui permet d'enlever les clous



## *ATELIER : LEVIERS*

*CHOISIR L'OUTIL QUI PERMETTRA D'ENLEVER LES CLOUS LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE.*

*FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER*

## Les familles dans les arbres



Ces familles qui vivent dans les cabanes perchées dans les arbres voudraient trouver le moyen le plus efficace et le simple pour enlever des clous profondément enfoncés dans des planches.

Quel outil doivent-elles utiliser et comment doivent-elles l'utiliser pour enlever le plus facilement possible ces clous ?

Attention, tu dois pouvoir :

- expliquer le **choix** de l'outil ;
- expliquer comment **l'utiliser** le plus efficacement possible ;
- estimer ses **avantages** et ses **inconvénients**.

## Fiche n°1 : Où trouve-t-on des leviers ?

Tous les objets ou outils ci-dessous sont des leviers :



Fiche n°2 : Qu'est-ce qu'un levier ?



Ci-dessous, les ouvriers utilisent un tronc d'arbre pour soulever et faire tomber la grosse pierre :



Ils utilisent le tronc comme **levier** :

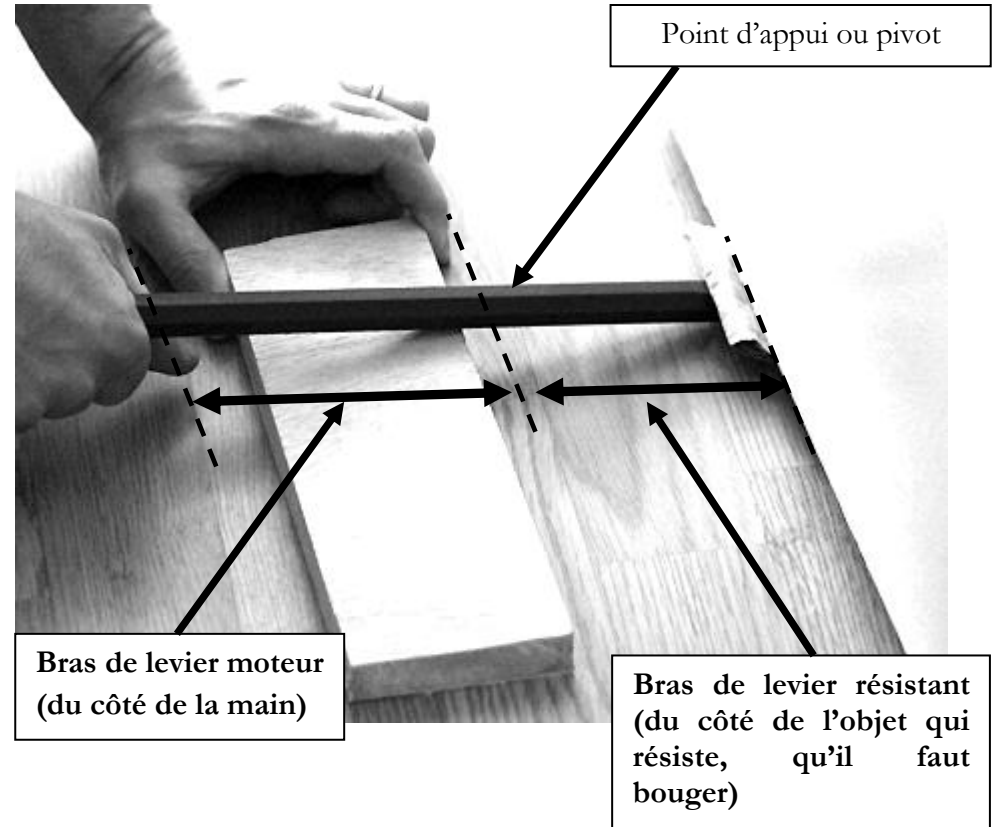
Un **levier** est une tige rigide qui peut pivoter autour d'un point fixe. Nous utilisons les leviers pour rendre plus faciles certaines tâches qui seraient impossibles ou difficiles à mains nues.



Fiche n°3 : Les différentes parties du levier




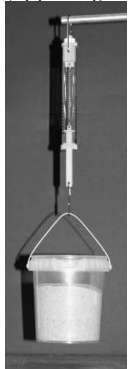
Les deux parties droites (rectilignes) sont appelées les **bras du levier**.  
Le levier tourne autour d'un **point d'appui** ou **pivot**.



## Fiche n°4 : Masse et poids, deux grandeurs différentes !



Ce seau de sable a une **masse** et un **poids**. La masse et le poids sont deux grandeurs\* physiques différentes qui sont définies comme suit :

La masse	Le poids
<i>Est liée à la quantité de matière.</i>	<i>Est la force avec laquelle l'astre attire les objets vers lui. Pour nous cet astre est la Terre.</i>
<i>Ne change pas où que l'on soit.</i>	<i>Dépend de l'astre sur lequel nous nous trouvons. Sur Terre notre poids est plus six fois plus grand que sur la Lune.</i>
<i>Se mesure avec une balance.</i>	<i>Se mesure avec un ressort gradué (appelé dynamomètre*).</i>
	



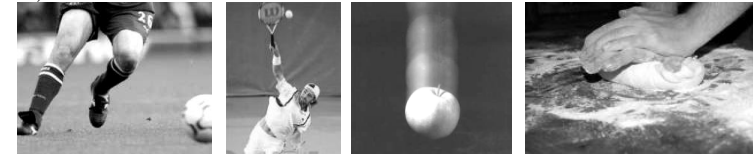
\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire ...

## Fiche n°5 : Qu'est-ce qu'une force ?



### 1. Observe attentivement les situations suivantes :

Dans chacune des trois situations ci-dessous, la personne, ou l'objet exerce une **force** :



### 2. Réponds aux questions suivantes :

- Que va faire le pied du footballeur ? Que va faire la balle après son choc ?
- Que va faire le tennisman ? Que va faire la balle de tennis après son choc ?
- Que fait la main ? Quelle est la conséquence sur la pâte à pain ?
- Que fait la pomme ? Pourquoi ? Qui est à l'origine de ce phénomène ?

3. A partir des réponses à ces questions, construis **une définition générale de ce qu'est, pour toi, une force** et **note-la** dans ton cahier de bord.

4. Compare ta définition à celle qui est donnée dans le lexique.





Fiche n°1 : Comment choisir le levier\* ?



Pour choisir l'outil le mieux approprié, pose-toi quelques questions :

- Dans quel **but** vas-tu utiliser l'outil ?
- Est-ce que la **matière** avec laquelle il est construit a de l'importance ?
- Est-ce que sa **longueur** a de l'importance ?
- Est-ce que son **épaisseur** a de l'importance ?
- Est-ce que sa **forme** a de l'importance ?
- Est-ce que la façon dont tu vas tenir cet outil influence ton choix ?

\*Tu sais pas ce qu'est un levier ? Consulte les fiches 1, 2 et 3



Fiche n°2 : Comment tenir le levier\* ?



Pour tenir convenablement l'outil\*\*, pose-toi quelques questions :

- Dans quel but utilises-tu l'outil ?
- Où mets-tu la main droite ? Où mets-tu la main gauche ?
- Est-ce que tu pousses sur l'outil vers le bas ? Est-ce que tu tires sur l'outil vers le haut, vers la gauche, vers la droite ? Est-ce que tu sers ses manches ?
- Y aurait-il d'autres façons de le tenir, de placer les mains ?

Attention :



! ne blesse pas tes voisins !

! fais des petits gestes !

! ne te retourne pas brusquement avec l'outil en mains !

! préviens tes voisins quand tu utilises l'outil !

\*Tu sais pas ce qu'est un levier ? Consulte les fiches 1, 2 et 3



\*\*Tu sais pas comment choisir ton outil ? Consulte la fiche n°1





Fiche n°3 : Comment présenter les résultats ?



Voici un exemple de tableau que tu peux **noter dans ton cahier de bord et compléter** :

Nom de l'outil :	Longueur* 1 (cm)	Longueur* 2 (cm)	Mouvement** du manche (cm)
Je constate que : .....			
L'avantage de ce système est : .....			
L'inconvénient de ce système est : .....			

Tu peux refaire le même tableau pour des essais avec différents outils et comparer les résultats.

\*Tu ne sais pas comment mesurer cette longueur ? Consulte la fiche 1



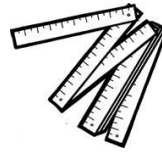
\*\*Tu ne sais pas comment mesurer la longueur de ce mouvement ? Consulte la fiche



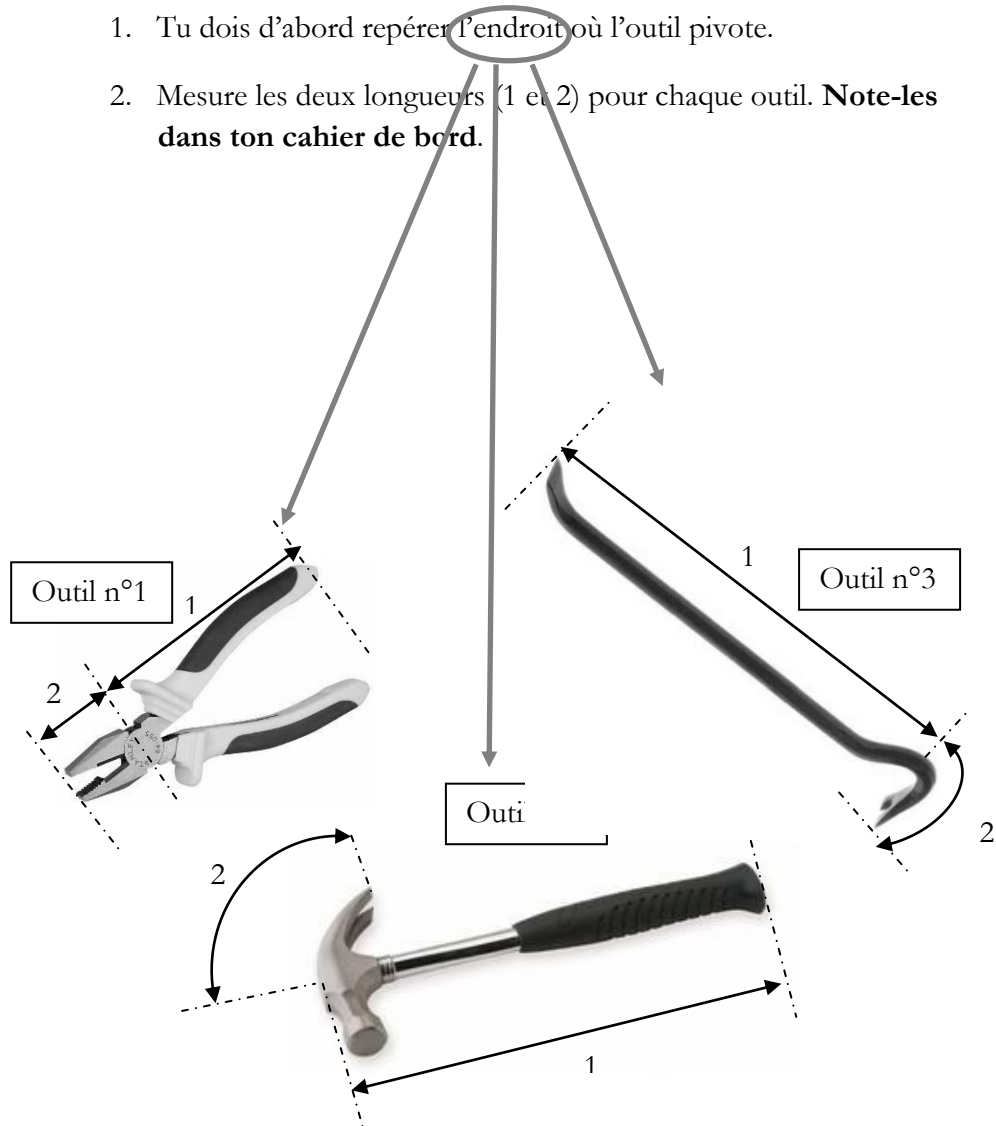
2



Fiche n°1 : Comment mesurer les deux longueurs importantes d'un levier ?



1. Tu dois d'abord repérer l'endroit où l'outil pivote.
2. Mesure les deux longueurs (1 et 2) pour chaque outil. **Note-les dans ton cahier de bord.**



Fiche n°2 : Comment mesurer le mouvement du manche ?



1. **Voici l'exemple de l'agrafeuse** : quand on agrafe plusieurs feuilles, le manche de l'agrafeuse suit un mouvement en arc-de-cercle. Il est possible de mesurer ce déplacement.

Nous l'avons représenté par une double flèche ci-dessous :



2. **Avec les outils que tu as à ta disposition :**

- a. Repère le mouvement de l'extrémité des manches des outils que tu peux utiliser.
- b. Trouve une manière de le mesurer.



Fiche n°1 : Ce n'est pas plus facile avec l'outil choisi ? As-tu fait le bon choix d'outil ?



- La matière (souple ou rigide) qui constitue le levier est-elle appropriée ?
- La largeur et/ou la longueur du levier sont-elles importantes ? Pourquoi ? Peux-tu modifier cette largeur ou cette longueur ?
- As-tu d'autres outils disponibles ? Essaie-les.

*\*Tu sais pas ce qu'est un levier ? Consulte les fiches 1, 2 et 3*

*\*\*Tu sais pas comment choisir ton outil ? Consulte la fiche n°1*



Fiche n°2 : Ce n'est pas plus facile avec l'outil ? Le tiens-tu convenablement ?



Ce n'est pas plus facile d'enlever les clous quand tu utilises l'outil ? Voici quelques suggestions ou questions qui peuvent t'aider à remédier au problème :

- Dans quel but utilises-tu l'outil ?
- Observe-le attentivement, le tiens-tu dans le bon sens ?
- Essaie d'enlever les clous en déplaçant la main droite, la gauche.
- Est-ce que tu pousses vers le bas ? Est-ce que tu tires vers le haut ? vers la gauche, vers la droite ? Fais d'autres essais jusqu'au moment où tu as trouvé la solution la plus facile.

Attention :



! ne blesse pas tes voisins !

! fais des petits gestes !

! ne te retourne pas brusquement avec l'outil en mains !

! préviens tes voisins quand tu utilises l'outil !



Fiche n°1 : Ouvrir facilement un pot de peinture neuf !



Pour ouvrir un pot de peinture, tu as à ta disposition :

- une pièce de monnaie
- un tournevis plat
- un gros pied de biche

Quel outil utiliseras-tu pour ouvrir facilement le pot de peinture ?  
Justifie ton choix !

Fiche n°2 : Plus facile !



Il faudrait, lors d'une fête scolaire, décapsuler une très grande quantité de bouteilles de jus de fruits. Pourrais-tu modifier le décapsuleur ci-dessous pour rendre la tâche plus facile ?



Explique en quoi la modification consisterait et pour quelles raisons tu la ferais ?



Fiche n°3 : La brouette, un levier !



**Dessine** une brouette comme celle qui est reprise ci-dessous **dans ton cahier de bord et repère**

- le bras moteur
- le bras résistant
- le point d'appui ou pivot

Explique l'importance des bras de la brouette.



*ATELIER : LEVIERS*

*CHOISIR L'OUTIL QUI PERMETTRA D'ENLEVER LES CLOUS LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE.*

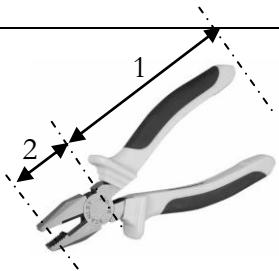
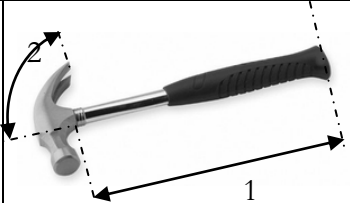
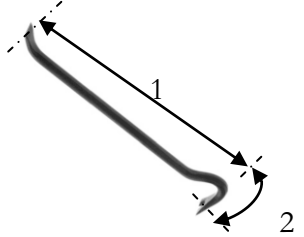
*CORRIGÉ DES FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER*



## Correction de la fiche n°3 : Comment présenter les résultats ?



Voici un **exemple** de tableau :

Nom de l'outil :		Longueur 1 (cm)	Longueur 2 (cm)	Mouvement du manche (cm)
La pince		10 cm	3 cm	Environ 20 cm
Le marteau de charpentier.		30 cm	7 cm	Environ 50 cm
Le pied-de-biche		65 cm	7 cm	Environ 80 cm

Je constate que : **Les outils ont des tailles différentes.**

L'avantage de ce système : **Plus la longueur 2 (bras de levier moteur) est grande plus la tâche (enlever les clous) est facile.**

L'inconvénient de ce système est : **Plus la longueur 2 (bras de levier moteur) est grande plus la longueur sur laquelle il faut déplacer le manche de l'outil est grande.**

Conclusion : **Je dois donc faire des choix !**



Correction de fiche n°1



Ouvrir facilement un pot de peinture neuf !



Pour ouvrir le pot de peinture, je ne prendrai pas la pièce de monnaie car son *bras de levier* est trop petit je ne prendrai pas non plus le pied-de-biche (qui, lui, a un grand bras de levier) car il risque d'être trop épais et de pas entrer dans la jointure entre le pot et le couvercle.

Je prendrai donc le tournevis et je m'en servirai comme d'un levier.





Correction de fiche n°2



Plus facile !



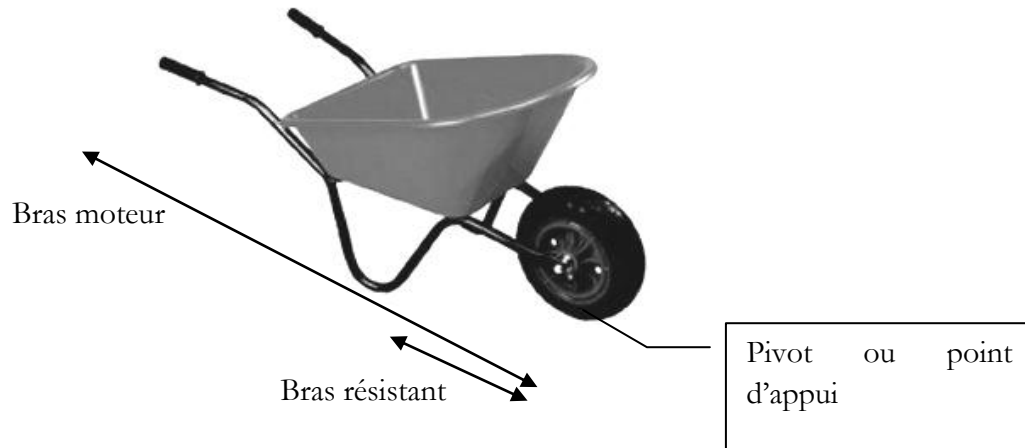
Pour ouvrir les bouteilles plus facilement encore il suffit d'allonger le manche de l'ustensile. Il faut cependant faire attention à ce que la tâche ne soit pas trop facile car alors on risque de casser les bouteilles. Il faut donc trouver la bonne longueur. C'est pour cette raison que l'on tient instinctivement le manche par son extrémité.



Correction de fiche n°3



La brouette, un levier !



Le bras moteur est bien plus long que le bras résistant ce qui rend la tâche plus facile.

*ATELIER : LEVIERS*

*CHOISIR L'OUTIL QUI PERMETTRA D'ENLEVER LES CLOUS LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE.*

*LEXIQUE À PHOTOCOPIER EN PLUSIEURS EXEMPLAIRES ET À METTRE À DISPOSITION DES  
ÉLÈVES AU CENTRE DE LA CLASSE.*

## **Lexique correspondant au défi**

### **Comment choisir le meilleur outil pour enlever des clous enfoncés dans une planche**

#### **Appui** (nom masculin)

Tout ce qui sert à maintenir quelque chose ou quelqu'un, à en assurer la solidité ou la stabilité. Exemple : Avoir besoin d'un appui pour marcher.

#### **Basculer** (verbe intransitif)

Faire le mouvement de bascule par suite d'un déséquilibre, tomber en perdant l'équilibre, culbuter.

Exemple : La voiture bascula dans le ravin.

#### **Bras de levier** (nom masculin)

Partie allongée qui permet soit de manier le levier (bras de levier moteur) soit de soulever ou détacher l'objet (bras de levier résistant). Un levier à deux bras de levier.



#### **Effort** (nom masculin)

Mobilisation volontaire de forces physiques, pour résister ou pour vaincre une résistance.

Exemple : Faire des efforts pour soulever un fardeau.

#### **Énergie** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Ce qui permet à quelqu'un d'agir et de réagir.

Exemple : Cette personne est pleine d'énergie.

En physique : L'énergie caractérise un système physique.

Exemple : l'énergie contenue dans un élastique tendu.

#### **Force** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Vigueur physique.

Exemple : Elle n'a pas la force de déplacer l'armoire.

En physique : La force permet d'expliquer ...

- comment les objets interagissent,
- quelles sont leurs déformations (il s'allonge, ...)
- quelles sont les modifications de leurs mouvements (il s'arrête, accélère,....).

**Inconvénient** (nom masculin)

Aspect négatif de quelque chose. Exemple : L'inconvénient d'un métier.

**Levier** (nom masculin)

Barre rigide que l'on bascule autour d'un point d'appui pour soulever des fardeaux. Tige de commande d'un mécanisme.



Exemples : Le manche du presse-fruits est un levier.

**Mesure** (nom féminin)

Évaluation d'une grandeur ou d'une quantité, par comparaison avec une autre de même espèce et prise comme référence.

Exemple : cette latte mesure 32 centimètres.

**Pivot** (nom masculin)

Pièce qui constitue le support de l'axe autour duquel tourne un corps.



Exemple : La clé USB tourne autour de son pivot.

# LES PLANS INCLINÉS

UMONS  
Université de Mons

Carré des Sciences  
Institut d'Administration Scolaire



## Table des matières

<b>CHAPITRE 6 - LE PLAN INCLINE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Dans notre environnement .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Quelques notions théoriques .....</b>	<b>1</b>
2.1. Qu'est-ce qu'un plan incliné ? .....	1
2.2. Que se passe-t-il le long d'un plan incliné ? .....	1
2.3. Le compromis .....	3
2.4. Attention .....	3
<b>3. La maquette réalisée par les élèves .....</b>	<b>4</b>
3.1. Pourquoi cette maquette est-elle importante pour les élèves ? .....	4
3.2. Attention .....	4
3.3. Un exemple de maquette .....	5
3.4. Des mesures .....	6

## Chapitre 2 - Le plan incliné

### 1. Dans notre environnement

Une route en pente ou certains systèmes qui permettent de monter les bateaux le long des canaux sont des plans inclinés.



Cette rampe d'accès pour personnes à mobilité réduite est aussi un exemple de plan incliné. Bien entendu son rôle premier est de permettre à ces personnes d'être autonomes. Au delà de ce rôle primordial, le plan incliné rend la montée plus aisée : il est plus difficile de soulever, de hisser, la chaise roulante que de la pousser sur le plan incliné.

### 2. Quelques notions théoriques

Quel est l'intérêt du plan incliné ? Comme toutes les machines que nous étudions ici : son rôle est de nous faciliter une tâche trop difficile physiquement. Par exemple, amener un objet lourd à une certaine hauteur au-dessus du sol.

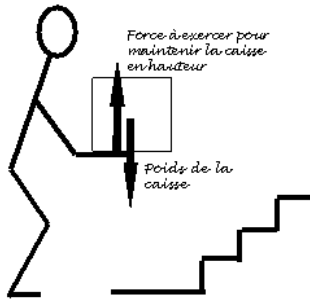
#### 2.1. Qu'est-ce qu'un plan incliné ?

Un plan incliné est une surface plane qui forme un angle par rapport au sol horizontal.

#### 2.2. Que se passe-t-il le long d'un plan incliné ?

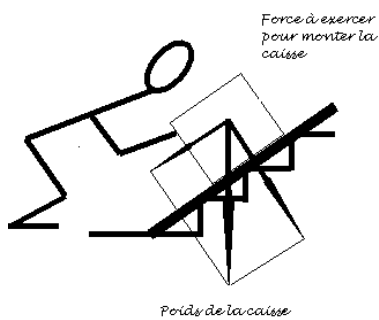
Imaginez-vous, seul(e), et devant monter, de quelques marches, une caisse assez lourde.





Si la caisse a un poids de, par exemple,  $100 \text{ N}^{15}$ , il faudra exercer une force qui s'oppose à ce poids pour soulever la caisse. Il faudra donc exercer une force de  $100 \text{ N}$ .

Imaginez maintenant que vous vous serviez d'une planche suffisamment solide et lisse, que vous y posiez la caisse et vous que vous la poussiez jusqu'au niveau supérieur.



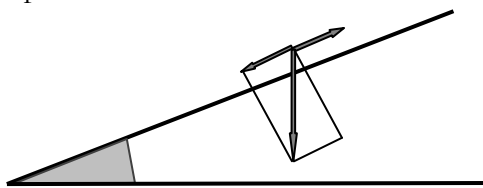
Le poids de la caisse posée sur le plan incliné peut se décomposer<sup>16</sup> en deux forces<sup>17</sup> : une force perpendiculaire au plan incliné (qui « écrase » le plan incliné) et une force qui est parallèle au plan incliné (qui tend à faire glisser l'objet vers le bas de la pente si nous la lâchons).

La force perpendiculaire est équilibrée par la réaction du plan incliné (c'est grâce à cette réaction que l'objet ne s'enfonce pas).

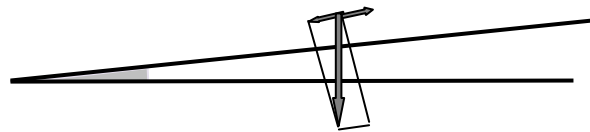
Il suffit donc à s'opposer à la force qui tend à faire glisser la caisse vers le bas de la pente. Cette force est plus petite que le poids. Il est donc plus facile de pousser la caisse sur le plan incliné que de la monter mains nues.

La force à exercer dépend donc de l'angle que forme ce plan avec l'horizontale :

- plus la pente est raide (*situation a* ci-dessous), plus la force à fournir est grande ;
- plus l'angle est petit (*situation b* ci-dessous), plus la force avec laquelle nous poussons est petite.



Situation a



Situation b

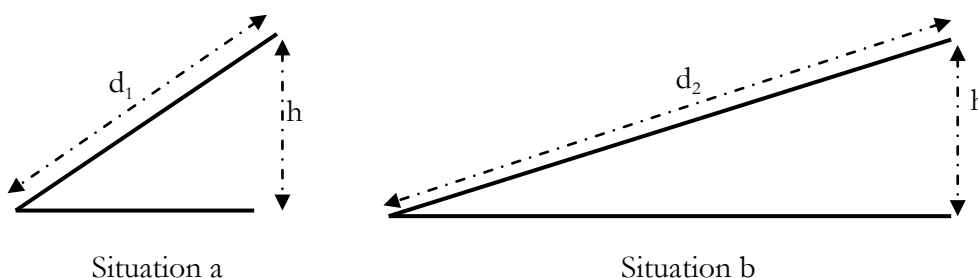
<sup>15</sup> Les forces se mesurent en Newton (symbole N)- voir annexe

<sup>16</sup> Il s'agit de la règle du « parallélogramme » : toute force peut se décomposer en deux autres forces qui produisent le même effet que la force d'origine.

<sup>17</sup> Nous représentons une force par une flèche – voir le § **Pour aller plus loin** dans cette partie du guide

### 2.3. Le compromis

Malheureusement, nous le constatons dans l'utilisation de chaque machine simple, rien n'est gratuit, il y a toujours un prix à payer ! Ici, en l'occurrence, pour diminuer la force à exercer il faut déplacer l'objet sur une plus grande distance. Ainsi, pour amener l'objet dans les deux situations ci-dessous à la même hauteur ( $h$ ), il faut pousser ce dernier sur une plus grande distance ( $d_2$ ) dans le cas de la *situation b* que dans le cas de la *situation a* dans laquelle il suffisait de le pousser sur une distance ( $d_1$ ). Il s'agit de la contrepartie « à payer » pour pouvoir exercer une force plus petite !



L'utilisation du plan incliné diminue la grandeur de la force à fournir pour soulever un objet lourd mais augmente la distance à parcourir pour atteindre la même hauteur au-dessus du sol. Ce que l'on gagne d'un côté (force), on le perd d'un autre côté (distance).

### 2.4. Attention

Il est bien évident que les élèves s'arrêtent là dans la compréhension de la situation. Pour nous enseignants, il est intéressant d'apporter une précision : le raisonnement que nous venons de faire correspond à un système en équilibre. Cet équilibre est atteint lorsque l'on pousse sur la caisse avec une force suffisante pour la maintenir (elle ne glisse pas vers le bas de la pente) mais pas trop grande non plus (elle ne monte pas vers le haut), dans ce cas il n'y a donc pas de frottements.

Si nous voulons être tout à fait rigoureux, nous devons tenir compte des forces de frottements.

En effet, à l'instant où nous mettons l'objet en mouvement, nous devons exercer une force plus grande (que la force parallèle au plan incliné) car nous devons nous opposer aux forces de frottements qui apparaissent entre le sol et l'objet qui bouge (on parle de coefficient de *frottements*<sup>18</sup> *statiques* - repos).

Par contre, et paradoxalement, une fois l'objet en mouvement, il faudra exercer une force légèrement plus petite que celle exercée pour le démarrage car le coefficient de *frottements cinétiques* (mouvement) est plus petit. Nous constatons cela dans la vie courante : mettre un objet en mouvement, une armoire par exemple, nécessite une force plus importante au démarrage que celle qui est nécessaire pour entretenir le mouvement.

---

<sup>18</sup> Vous trouverez un tableau reprenant quelques coefficients de frottements (statiques et dynamiques) dans les annexes

### 3. La maquette réalisée par les élèves

#### 3.1. Pourquoi cette maquette est-elle importante pour les élèves ?

L'étude du plan incliné est intéressante pour plusieurs raisons :

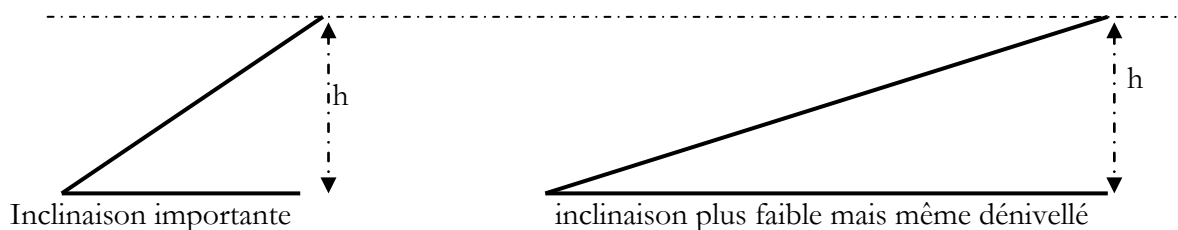
- l'élève prend conscience des avantages et inconvénients du plan incliné;
- il peut se familiariser, dans un cas concret, à l'utilisation du rapporteur pour mesurer les différentes inclinaisons;
- en expliquant à l'élève rapidement le principe de fonctionnement du dynamomètre (allongement du ressort qui augmente quand la force augmente), celui-ci peut mesurer des forces comme un vrai scientifique ;
- enfin l'élève peut présenter ses résultats sous la forme d'un tableau.

Il est important que les élèves prennent conscience du fait que la force à exercer pour maintenir l'objet sur le plan incliné varie avec l'inclinaison du plan.

#### 3.2. Attention

Nous attirons votre attention sur trois points importants :

- Dans la réalité, sur le terrain, les élèves pousseraient le chariot sur le plan incliné et il s'agirait pour eux de mesurer la valeur de cette force de poussée, ce qui n'est pas facile. En imaginant et testant leur maquette, les élèves auront probablement plutôt tendance à tirer le chariot et cela tombe bien car mesurer une force de traction est plus facile : il suffit d'utiliser un ressort qui s'allonge (différemment en fonction de la force de traction à laquelle il est soumis). L'appareil de mesure qui est basé sur ce principe est très simple et s'appelle un dynamomètre. Il faut s'assurer que les élèves aient bien compris cette étape intermédiaire dans le raisonnement.
- Il est très important que les élèves comprennent aussi que, dans tous les montages envisagés, le dénivelé doit être le même : ce dénivelé est la hauteur à laquelle se trouve la cabane dans leur défi, et noté  $h$  dans les deux dessins ci-dessous :



Les élèves qui, pendant une même expérience, modifient cette hauteur, compareront des grandeurs qui ne peuvent l'être. Il est donc important de fixer la valeur de l'hauteur à monter et de construire ensuite différentes pentes.

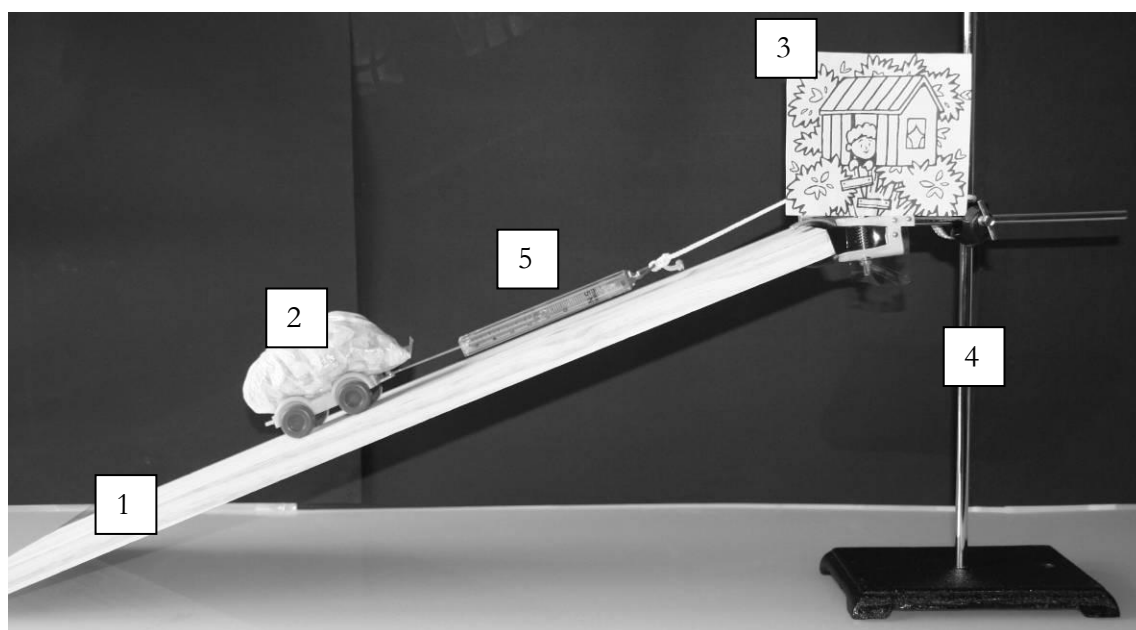
- Comme nous l'avons déjà signalé à plusieurs reprises, la force à exercer pour mettre l'objet en mouvement est légèrement plus importante que celle nécessaire pour maintenir ce mouvement. Suivant que l'on tire sur l'objet pour le faire démarrer ou qu'on le fasse

avancer, le ressort du dynamomètre va donc osciller. Dans un premier temps, les élèves peuvent « jouer » avec ce phénomène afin de trouver dans quelle fourchette de valeurs se situe la force à mesurer. Ensuite, en procédant doucement le ressort se stabilise et il est possible de repérer la valeur affichée.

### 3.3. Un exemple de maquette

La maquette peut être imaginée de la sorte :

- l'objet à monter : voiture jouet, petit chariot, ... (auquel il sera possible de fixer le crochet du dynamomètre) ;
- le plan incliné : planche en bois, stratifié, aggloméré, ... (mais il est préférable d'éviter toutes les rugosités, elles perturberont les mesures) ;
- la dénivellation : choisie grâce à un système de fixation de la planche, par exemple le statif (tige métallique fixée sur un support lourd, à laquelle on peut ajouter une noix – qui permet de croiser les directions verticale et horizontale, et une pince qui tiendra la planche) présent dans le matériel ou poser la planche sur des livres, ... (éviter de la tenir en main, elle bougera inévitablement ce qui ajoutera un paramètre incontrôlable) ;
- plusieurs planches de longueurs différentes.
- voici un exemple de montage possible (les élèves en trouveront certainement d'autres, plus compliqués ou plus simples, leur imagination déborde d'idées, nous le savons tous) :



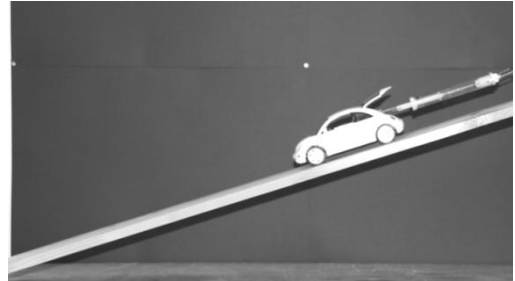
1. Planche (qui représente le plan incliné)
2. Chariot alourdi avec des graviers (au moins 500g, qui représente l'objet lourd à monter)
3. Image de la cabane perchée dans l'arbre
4. Statif qui permet d'élever la cabane et de fixer la hauteur une fois pour toutes ;
5. Dynamomètre qui permet, si l'enseignant le souhaite, de mesurer la force à exercer pour monter le chariot.

### 3.4. Des mesures

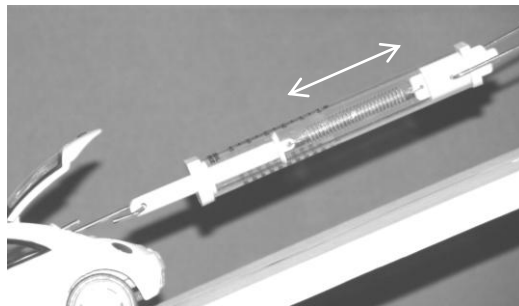
Vous trouverez ci-dessous deux tableaux reprenant des conditions d'essais légèrement différentes (voir les différents paramètres : nature des planches, longueurs de celles-ci).

Première situation :

- l'objet : une petite voiture de 580 g (soit de 5,8 N) avec des pneus en caoutchouc,
- la dénivellation : 0,40 m,
- le plan incliné : en bois (sapin poncé et verni),
- trois planches de 1 m, 1,30 m et 2 m.



Le ressort du dynamomètre s'allonge (double flèche blanche sur la photo) suivant l'intensité de la force exercée. La valeur de la force se lit directement sur le dynamomètre.



Il est bien évident que les résultats obtenus par vos élèves seront différents : les inclinaisons, la matière qui constitue le plan incliné ou les roues du véhicule seront très certainement différentes. Dans tous ces cas, les forces de frottements qui apparaissent entre le plan incliné et le jouet modifieront le mouvement de ce dernier (voir annexe sur les forces de frottements). Cependant il est important que les élèves constatent que plus l'inclinaison est faible, plus la force à exercer est faible aussi mais plus la distance sur laquelle il faut exercer cette force est grande.

Inclinaison (mesurée avec un rapporteur)	Longueurs des planches	La force notée F (mesurée avec le dynamomètre)
23°	1 m	2,50 N
17°	1,5 m	1,75 N
11°	2 m	1,50 N

Conclusion : en comparant les résultats ci-dessus, on constate que plus l'inclinaison est faible, plus la force à exercer est faible, plus c'est facile, aussi mais plus la distance sur laquelle il faut exercer cette force est grande, plus c'est long de monter le chariot.

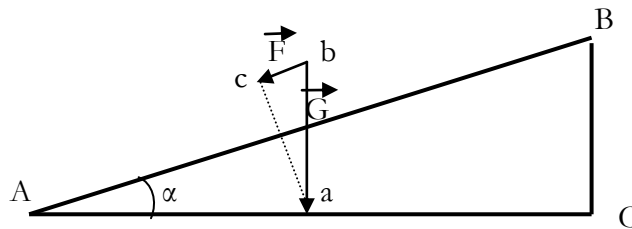
Deuxième situation (les trois planches sont de longueurs différentes de celles de la première situation) :

- l'objet : une petite voiture de 580 g (soit de 5,8 N) avec des pneus en caoutchouc,
- la dénivellation : 0,27 m,
- le plan incliné : en bois (non poncé et non verni),
- trois planches de 0,30 m, 0,70 m et 1,00 m :

Inclinaison (mesurée avec un rapporteur)	Longueurs des planches	La force notée F (mesurée avec le dynamomètre)
68°	0,30 m	5,10 N
25°	0,70 m	2,10 N
15°	1,00 m	1,30 N

Conclusion : de nouveau, en comparant les résultats ci-dessus, on constate que plus l'inclinaison est faible, plus la force à exercer est faible, plus c'est facile, aussi mais plus la distance sur laquelle il faut exercer cette force est grande, plus c'est long de monter le chariot.

Pour nous enseignants, il est possible, si nous le souhaitons, d'aller plus loin. En nous souvenant des notions de trigonométrie vues en secondaire, il est possible d'étudier le système plus en détails.



Examinons les deux triangles ABC et abc. Le triangle ABC est formé par le plan incliné (AB), la verticale (BC) et l'horizontale (CA). Le triangle abc est formé par la perpendiculaire au plan (en pointillé, ca), la force verticale (notée  $\vec{G}$ , qui est le poids de l'objet), et la force qui entraîne l'objet vers le bas le long du plan (notée  $\vec{F}$ , c'est cette force qu'il faut contrebalancer en poussant sur l'objet pour le maintenir en équilibre). Ces deux triangles sont dits « semblables » et sont liés par la relation  $\sin \alpha = F/G$ . Nous pouvons voir si cela se vérifie avec les mesures obtenues précédemment. Il est possible de compléter le premier tableau (page précédente) :

Inclinaison (mesurée avec un	La valeur de	La force notée F (mesurée avec le	Le poids de l'objet noté G	

## Les machines simples – Le plan incliné

rporteur)	$\sin \alpha$ (obtenue avec la calculatrice)	dynamomètre)	(mesuré avec le dynamomètre)	F/G
23°	0,39	2,50 N	5,80 N	0,43
17°	0,30	1,75 N	5,80 N	0,30
11°	0,20	1,50 N	5,80 N	0,26

Le deuxième tableau (page précédente) devient :

Inclinaison (mesurée avec un rapporteur)	La valeur de $\sin \alpha$ (obtenue avec la calculatrice)	La force notée F (mesurée avec le dynamomètre)	Le poids de l'objet noté G (mesuré avec le dynamomètre)	F/G (calculé)
68°	0,93	5,10 N	5,80 N	0,87
25°	0,42	2,10 N	5,80 N	0,36
15°	0,26	1,30 N	5,80 N	0,22

En comparant la deuxième et la cinquième colonnes de chaque tableau, nous remarquons en tenant compte de la précision relative de nos mesures, une certaine concordance entre la valeur du  $\sin \alpha$  et celle du rapport  $F/G$ , ce que nous attendions théoriquement. Il est bien évident, nous le rappelons, que cette étude plus approfondie ne peut en aucun cas intéresser les élèves. Elle est reprise ici pour compléter le dossier de l'enseignant.



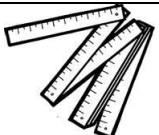



*ATELIER : PLAN INCLINÉ*

*COMMENT FAIRE MONTER LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE UN OBJET TRÈS LOURD AVEC UNE  
PLANCHE ?*

*GRILLE DE DIAGNOSTIC POUR LES ÉLÈVES - À PHOTOCOPIER*

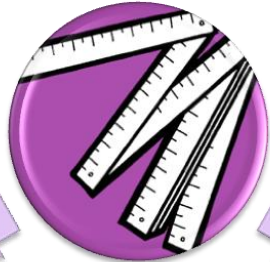


**Construction de la maquette du dispositif qui permet de faire monter les objets très lourds jusqu'à la cabane (avec une planche)**

<p>Tu as des difficultés pour <u>construire</u> la maquette, pour <u>attacher la planche</u>, ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 <p align="center">Je construis</p>	
<p>Tu ne sais pas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>comment</u> organiser ton travail</li> <li>- <u>comment</u> choisir dans le matériel</li> <li>- <u>comment</u> présenter tes mesures</li> <li>- ...</li> </ul>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 <p align="center">Je m'organise</p>	<p><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 1, 3 et 3</b></p>
<p>Tu ne sais pas faire les <u>mesures</u> ....</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 <p align="center">Je mesure</p>	
<p>Tu <u>ne sais pas ce qu'est</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un plan incliné,</li> <li>- une force,</li> <li>- ...</li> </ul>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 <p align="center">Qu'est ce que ... ?</p>	<p><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 1, 2 et 3</b></p>
<p>Ta <u>maquette présente des faiblesses</u>, tu veux vérifier que tu l'as construite convenablement ....</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 <p align="center">J'améliore ma maquette</p>	
<p>Tu as fini ta construction et <u>tu veux en savoir plus</u> ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 <p align="center">J'explore d'autres notions</p>	

Je me pose des questions sur  
la maquette qui permet  
de monter les objets très lourds  
au niveau de la cabane

Comment mesurer la longueur et la hauteur du plan incliné ?  
Fiche n° 1



Comment organiser le montage de ta maquette ?  
Fiche n° 1



Comment mesurer une force ?  
Fiche n°3

Comment mesurer des angles ?  
Fiche n°2

Comment comparer les résultats ? (2)  
Fiche n°3

Comment présenter les résultats ? (1)  
Fiche n°2

Qu'est ce qu'un plan incliné ?  
Fiche n° 1

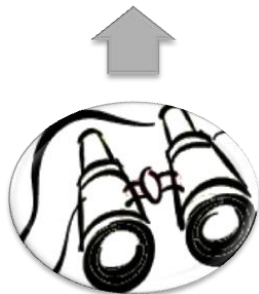
Comment doit être la planche ?  
Fiche n° 1

Plan incliné ?  
Fiche n° 1

Les mesures de ton groupe ne permettent pas de tirer de conclusions ?  
Fiche n° 1

Objets qui ne sont pas en équilibre ?  
Fiche n° 4 B

Qu'est ce qu'une force ?  
Fiche n°2



Quand un objet est-il en équilibre ?  
Fiche n°4 A

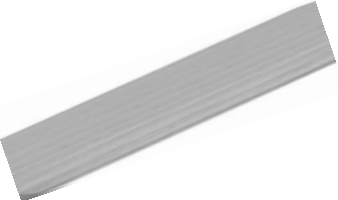
Masse et poids, deux grandeurs différentes !  
Fiche n°3

Comment incliner la planche ?  
Fiche n°2

*ATELIER : PLAN INCLINÉ*

*COMMENT FAIRE MONTER LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE UN OBJET TRÈS LOURD AVEC UNE  
PLANCHE ?*

*FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER*



## Cabanes dans les arbres



Les familles, qui vivent dans ces superbes cabanes n'ont pas d'électricité. Elles voudraient construire un système qui leur permettrait d'amener, **le plus facilement possible**, un chariot (sur roulettes et rempli d'objets très lourds) dans la cabane. Elles peuvent utiliser uniquement une planche. Imagine et construis **une maquette** de ce système.

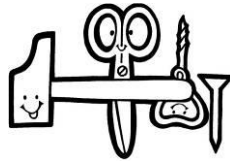
Construis ta maquette avec le matériel mis à ta disposition.

**Ta maquette** doit permettre de :

- d'expliquer le **principe** de l'objet technique,
- d'estimer ses **avantages** et ses **inconvénients**.



## Fiche n°1 : Comment doit-être la planche ?



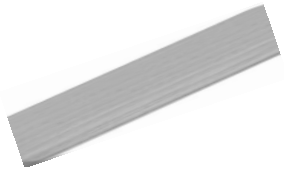
Voici quelques questions qui peuvent t'aider à choisir le matériel. **Note tes réponses** dans ton cahier de bord.

1. Que veut dire «le plus facilement possible»? Cette condition est primordiale\*, quand tu as construit une maquette, comment pourrais-tu la vérifier ?
2. A ton avis, en quelle matière devrait être la planche ? Pourquoi ?
3. A ton avis, quelle devrait être la position de la planche ? Pourquoi ?

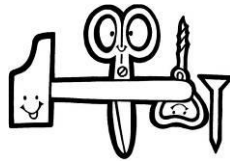


\* Tu ne connais pas la signification de ce mot ? Consulte le lexique ou le dictionnaire ...





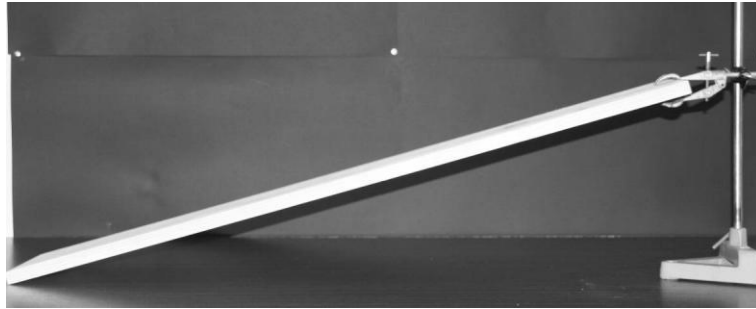
## Fiche n°2 : Comment incliner la planche ?



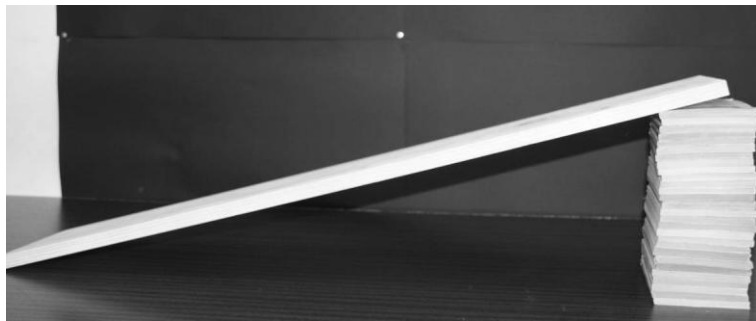
Il y a deux façons d'incliner

la planche :

en utilisant le statif\* :



- en posant une extrémité sur les livres et en calant, si c'est nécessaire, l'autre extrémité avec un objet lourd :



Choisis ta construction en fonction du matériel que tu as à ta disposition.



*\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire ...*

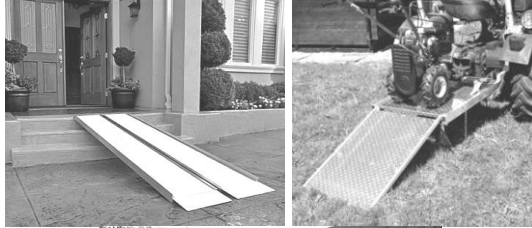




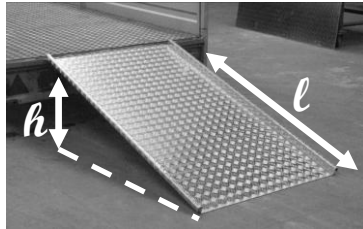
## Fiche n°1 : Qu'est-ce qu'un plan incliné ?



Voici quelques exemples de plans inclinés\* :




*On utilise un plan incliné quand on veut amener, à une certaine hauteur, un objet très lourd et muni de roues.*



*Un plan incliné est défini par :*

- sa longueur (notée  $l$  sur l'exemple ci-dessous)
- la hauteur (notée  $h$  sur l'exemple ci-dessous) à laquelle il amène l'objet.

*\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire ...*

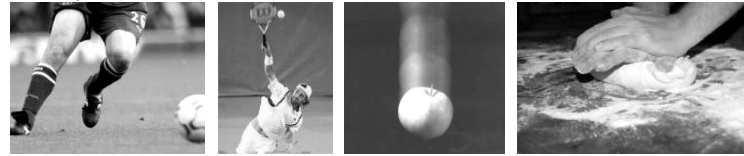


## Fiche n°2 : Qu'est-ce qu'une force ?



### 5. Observe attentivement les situations suivantes :

Dans chacune des trois situations ci-dessous, la personne, ou l'objet exerce une **force** :



### 6. Réponds aux questions suivantes :


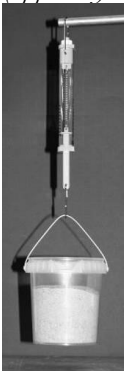
- Que va faire le pied du footballeur ? Que va faire la balle après son choc ?
  - Que va faire le tennisman ? Que va faire la balle de tennis après son choc ?
  - Que fait la main ? Quelle est la conséquence sur la pâte à pain ?
  - Que fait la pomme ? Pourquoi ? Qui est à l'origine de ce phénomène ?
7. A partir des réponses à ces questions, construis **une définition générale de ce qu'est, pour toi, une force** et **note-la** dans ton cahier de bord.
8. Compare ta définition à celle qui est donnée dans le lexique.



Fiche n°3 : Masse et poids, deux grandeurs différentes !



Ce seau de sable a une **masse** et un **poids**. La masse et le poids sont deux grandeurs\* physiques différentes qui sont définies comme suit :

La masse	Le poids
<i>Est liée à la quantité de matière.</i>	<i>Est la force avec laquelle l'astre attire les objets vers lui. Pour nous cet astre est la Terre.</i>
<i>Ne change pas où que l'on soit.</i>	<i>Dépend de l'astre sur lequel nous nous trouvons. Sur Terre notre poids est plus six fois plus grand que sur la Lune.</i>
<i>Se mesure avec une balance.</i>	<i>Se mesure avec un ressort gradué (appelé dynamomètre*).</i>
	



\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire ...

Fiche n°4 -A : Quand un objet est-il en équilibre ?



Corps équilibre :



La pomme est posée, elle ne bouge pas, elle est en équilibre.



La personne ne bouge pas, elle est en équilibre.



Cette voiture qui roule de manière très régulière (toujours à la même vitesse) et toujours en ligne droite est en équilibre\*.

Compare avec des objets qui ne sont pas en équilibre : fiche n° 4 – B



*Définition : Un objet est en équilibre lorsque sa vitesse ne change pas (il ne ralentit pas, il n'accélère pas, il peut avancer mais toujours à la même vitesse) et lorsqu'il ne tourne pas.*

*Donc, un corps est en équilibre si :*

- *si les forces qui agissent sur lui ne le font pas accélérer (aller plus vite ou moins vite) et*
- *si les forces qui agissent sur lui ne le font pas tourner.*

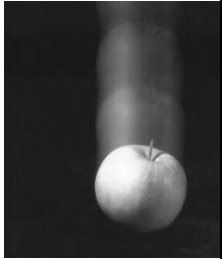
\* Cet exemple est plus difficile à comprendre, il est donné pour que la fiche soit complète.



Fiche n°4 - B : Objets qui ne sont pas en équilibre !



Objets qui ne sont pas en équilibre :



La pomme tombe, elle accélère, elle n'est pas en équilibre.



La personne descend et tourne, elle accélère, elle n'est pas en équilibre.



Ces voitures freinent pour s'arrêter au feu rouge. Leur vitesse diminue. Elles ne sont pas en équilibre pour le physicien.\*

Compare avec des objets qui sont en équilibre : fiche n° 4 – A

*Dans les trois exemples ci-dessus, la vitesse change (la pomme tombe et donc accélère, le skieur tourne, les voitures ralentissent). Ces objets, ou personnes ne sont pas en équilibre.*



\* Cet exemple est plus difficile à comprendre, il est donné pour que la fiche soit complète.







**Fiche n°1 :  
Comment organiser  
le montage de ta  
maquette ?**



Voici quelques questions qui peuvent t'aider à organiser ton travail :  
A quoi doit servir cette maquette ?

- De quel **matériel** ai-je besoin ? (que vais-je choisir pour représenter le chariot ? la cabane ?).



Je n'oublie pas que je peux utiliser uniquement une planche (et un objet sur roulettes pour représenter le chariot) .

- Où dois-je amener le chariot ? Comment fixer **la hauteur** de la cabane ?



Cette hauteur une fois fixée, ne changera plus.

- Comment déterminer la maquette qui fera monter le chariot **le plus facilement possible** ? Que veut dire « le plus facilement



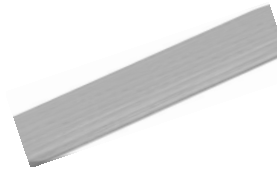
possible ? Si tu parles de « force », consulte la fiche N°2



Que faut-il que je mesure ?



\* Tu ne sais pas ce qu'est un plan incliné ? Consulte la fiche 1



**Fiche n°2 : Comment présenter les  
résultats ? (1)**



Quand tu as choisi une planche, et réalisé des mesures, tu peux présenter tes résultats dans un tableau comme celui ci-dessous (**note soigneusement tes résultats** dans ton cahier de bord) :

EXEMPLE n°1	
Dessin :	J'utilise une planche qui a ..... cm de longueur*.
	Je choisis d'amener l'objet à une hauteur ** de ... cm.
	Je mesure un angle*** de ... °.
	Je mesure une force**** de ... N.

\* Tu ne sais pas comment mesurer la longueur du plan incliné ?



Consulte la fiche N°1

\*\* Tu ne sais pas comment mesurer la hauteur du plan incliné ?



Consulte la fiche N°1

\*\*\* Tu ne sais pas comment mesurer l'inclinaison du plan incliné ?



Consulte la fiche N°2



\*\*\*\* Tu ne sais pas ce qu'est une force ? Consulte la fiche N°1

\*\*\*\*\* Tu ne sais pas comment mesurer une force ? Consulte la



fiche N°3

Tu peux refaire le même tableau pour les différents montages et comparer les résultats (l'idéal est que tu aies trois tableaux différents).





### Fiche n°3 : Comment comparer les résultats ? (2)



Quand tu as changé plusieurs fois les planches dans ta maquette et réalisé des mesures, tu peux présenter tes résultats dans un tableau comme celui ci-dessous (**note soigneusement tes résultats** dans ton cahier de bord) :

	Longueur* du plan incliné** (m)	Angle*** du plan incliné (°)	Force**** mesurée (N)
EXEMPLE n°1			
EXEMPLE n°2			
EXEMPLE n°3			

#### Tire des conclusions :

Je constate que :

moins le plan est incliné, plus la force que je dois exercer est ....., donc plus j'ai ....., mais plus sa longueur est .....

Le compromis : ce que je gagne d'un côté (en force), je le perds en distance (longueur de plan incliné).

\* Tu ne sais pas comment mesurer la longueur du plan incliné ?

Consulte la fiche N°1



\*\* Tu ne sais pas ce qu'est un plan incliné ? Consulte la fiche N°1



\*\*\* Tu ne sais pas comment mesurer l'inclinaison du plan incliné ?

Consulte la fiche N°2



\*\*\*\* Tu ne sais pas ce qu'est une force ? Consulte la fiche N°2

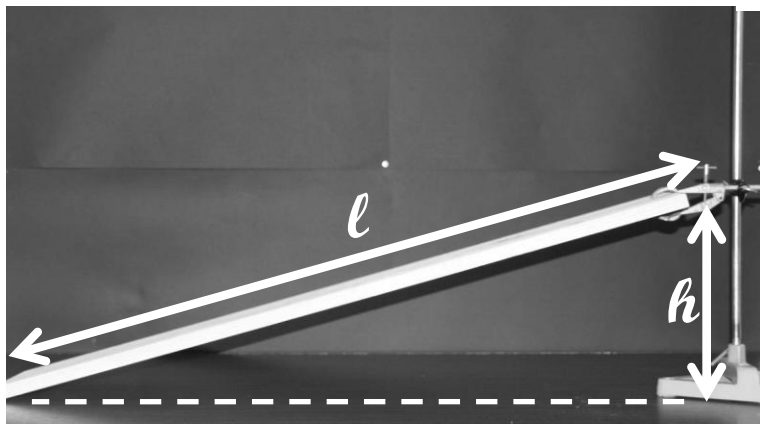
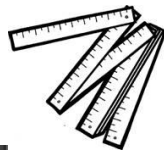


\*\*\*\* Tu ne sais pas comment mesurer une force ? Consulte la

fiche N°3

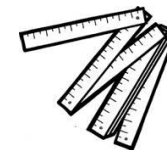


## Fiche n°1 : Comment mesurer la longueur et la hauteur du plan incliné ?

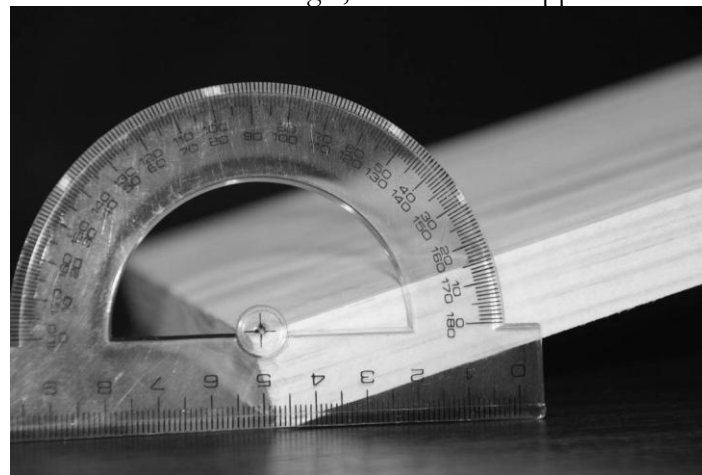


- Il faut mesurer la planche d'un bout à l'autre, sur toute sa longueur ( $l$ )
- Il faut aussi mesurer la hauteur complète ( $h$ )
- Enfin il faut préciser avec quelle unité tu as effectué les mesures (exemple : en mètres, en centimètres, en millimètres ...).

## Fiche n°2 : Comment mesurer les angles ?



Pour mesurer un angle, on utilise un rapporteur :

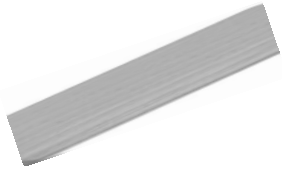


Attention : place correctement le rapporteur au pied du plan incliné. Ci-dessus, le rapporteur est bien placé car il mesure exactement l'inclinaison de la surface supérieure de la planche (un rapporteur qui n'aurait pas la partie rectangulaire de base mesurerait l'inclinaison de la surface inférieure de la planche - qui est la même que celle de la face supérieure).

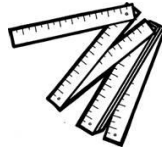


Les photos te donnent un exemple, il se peut que ton matériel soit un peu différent.





### Fiche n°3 : Comment mesurer une force \*?



Il est difficile d'estimer la grandeur la force\* fournie par nos muscles. Nous utilisons donc un petit appareil qui permet de les mesurer : un petit ressort (que l'on appelle un dynamomètre). Plus on tire fort dessus, plus le ressort s'allonge.

Le ressort s'allonge devant des graduations, le repère indique la valeur de la force fournie.



Lorsque l'on arrête de tirer sur le ressort celui-ci revient à sa position de départ.

Il suffit de lire la valeur inscrite devant le repère mobile. Elle s'exprime en Newton\*.

Attention : il faut manipuler le ressort avec précaution, il est fragile et pourrait se déformer définitivement si on tire trop fort.




\* Tu ne sais pas ce qu'est une force ? Consulte la fiche N°2



Les photos te donnent un exemple, ton matériel est peut-être peu différent.





**Fiche n°1 : Les mesures que ton groupe a obtenues ne permettent pas de tirer de conclusions ?**



Tu ne trouves pas de logique dans les mesures obtenues par votre groupe ? Tu ne sais pas en tirer de conclusion ?

- As-tu bien construit le plan incliné ? Consulte la fiche N°1



- Vérifie que tu as mesuré correctement la longueur et la hauteur

du plan incliné ! Consulte la fiche N°1



- Vérifie que tu as mesuré correctement l'inclinaison du plan

incliné ? Consulte la fiche N°2



- Vérifie que tu as mesuré correctement la force à exercer ?

Consulte la fiche N°3



Fiche n°1 : Plans inclinés ?



Combien y a-t-il de plan(s) incliné(s) parmi les photos ci-dessous ?



Escalier



Vis



Plan incliné de Ronquières



Rampe d'accès pour quai



*ATELIER : PLAN INCLINÉ*

*COMMENT FAIRE MONTER LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE UN OBJET TRÈS LOURD AVEC UNE  
PLANCHE ?*

*CORRIGÉ DES FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER*

## Correction de la fiche n°2 :

### Comment présenter les résultats ? (1)

#### Exemples de tableaux:

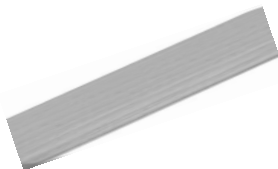
EXEMPLE n°1
J'utilise une planche qui a <b><u>100 cm</u></b> de longueur.
Je choisis d'amener l'objet à une hauteur de <b><u>27 cm</u></b> .
Je mesure un angle de <b><u>15 °</u></b> .
Je mesure une force de <b><u>1,30 N</u></b> .

EXEMPLE n°2
J'utilise une planche qui a <b><u>70 cm</u></b> de longueur.
Je choisis d'amener l'objet à une hauteur de <b><u>27 cm</u></b> .
Je mesure un angle de <b><u>25 °</u></b> .
Je mesure une force de <b><u>2,10 N</u></b> .

EXEMPLE n°3
J'utilise une planche qui a <b><u>30 cm</u></b> de longueur.
Je choisis d'amener l'objet à une hauteur de <b><u>27 cm</u></b> .
Je mesure un angle de <b><u>68 °</u></b> .
Je mesure une force de <b><u>5,10 N</u></b> .

**En comparant les résultats ci-dessus, on constate que plus l'inclinaison est faible, plus la force à exercer est faible, plus c'est facile aussi, mais plus la distance sur laquelle il faut exercer cette force est grande, plus c'est long de monter le chariot**





# Correction de la fiche n°3 : Comment comparer les résultats ? (2)



Exemple de tableau comparatif :

	Longueur du plan incliné(m)	Angle du plan incliné (°)	Force mesurée (N)
EXEMPLE n°1	100 cm	15°	1,30 N
EXEMPLE n°2	70 cm	25°	2,10 N
EXEMPLE n°3	30 cm	68°	5,10 N

**Je tire des conclusions :**

Je constate que :

Moins le plan est incliné, plus la force que je dois exercer est **petite**, donc plus j'ai **facile**, mais plus sa longueur est **grande**.

Conclusion : **Je dois choisir !**

Le compromis : **Ce que je gagne d'un côté (en force), je le perds en distance (longueur de plan incliné).**



Correction de la fiche n°1

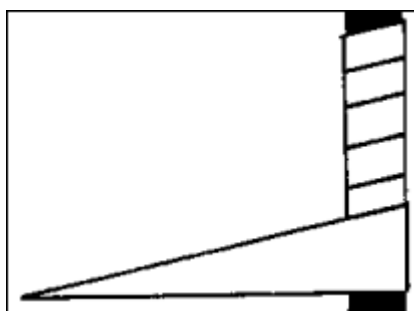
## Plans inclinés ?



Les quatre photographies correspondent toutes à des plans inclinés.

Il est évident que la rampe, le plan incliné de Ronquières sont des plans inclinés. L'escalier est lui aussi un plan incliné, si on imagine une grande planche dessus, cela devient évident.

La vis fait aussi partie des plans inclinés : il s'agit d'un plan incliné enroulé sur lui-même. Pour t'en convaincre tu peux enrouler une feuille que tu as coupée en forme de triangle sur elle-même :



Tu retrouves ainsi la forme du pas de vis.

*ATELIER : PLAN INCLINÉ*

*COMMENT FAIRE MONTER LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE UN OBJET TRÈS LOURD AVEC UNE  
PLANCHE ?*

*LEXIQUE À PHOTOCOPIER EN PLUSIEURS EXEMPLAIRES ET À METTRE À DISPOSITION DES  
ÉLÈVES AU CENTRE DE LA CLASSE*

## Lexique correspondant au défi

### Comment monter un meuble très lourd au niveau de la cabane (avec une planche)

**Angle** (nom masculin)

Figure formée par deux demi-droites. Exemple :

L'immeuble se trouve à l'angle des deux rues.

**Dynamomètre** (nom masculin)

Appareil qui mesure les forces.



**Effort** (nom masculin)

Mobilisation volontaire de forces physiques, pour résister ou pour vaincre une résistance.

Exemple : Faire des efforts pour soulever un fardeau.

**Énergie** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Ce qui permet à quelqu'un d'agir et de réagir.

Exemple : Cette personne est pleine d'énergie.

En physique : L'énergie caractérise un système physique.

Exemple : l'énergie contenue dans un élastique tendu.

**Force** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Vigueur physique.

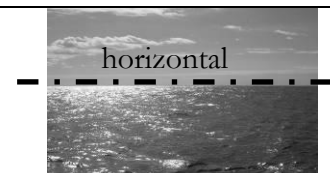
Exemple : Elle n'a pas la force de déplacer l'armoire.

En physique : La force permet d'expliquer ...

- comment les objets interagissent,
- quelles sont leurs déformations (il s'allonge, ...)
- quelles sont les modifications de leurs mouvements (il s'arrête, accélère, ...).

**Horizontal, horizontale, horizontaux** adjectif (de horizon) Qui est perpendiculaire à une ligne, à une direction, à un axe qui représente conventionnellement la verticale.

Exemple : La surface de l'eau est horizontale.



**Inclinaison** (nom féminin)

Position inclinée du corps, d'une partie du corps par rapport à la verticale.

Exemple : Inclinaison de la tête.



**Incliner** (verbe transitif)

Mettre quelque chose dans une position qui forme un angle avec celle qu'il occupait, lui faire prendre une direction oblique par rapport à l'horizontale ou à la verticale.

Exemple : Le vent incline les hautes herbes.

**Inconvénient** (nom masculin)

Aspect négatif de quelque chose. Exemple : inconvénient d'un métier.

**Masse** (nom féminin)

La masse est liée à la quantité de matière d'un objet. Grandeur physique qui se mesure en kilogramme. La masse d'un objet reste inchangée quel que soit l'endroit où se trouve cet objet. La masse d'un objet se mesure avec une balance (ici balance de cuisine).



**Mesure** (nom féminin)

Évaluation d'une grandeur ou d'une quantité, par comparaison avec une autre de même espèce et prise comme référence.

Exemple : cette latte mesure 32 centimètres.

**Newton**

(nom propre) Isaac Newton. Savant anglais 1642-1727 qui a étudié la lumière et le mouvement des objets.



Unité de force : 1 Newton correspond au poids d'une masse de 100 g.

**Plan** (nom masculin)

Surface plane, qui est sans courbure.



**Poids** (nom masculin)

Force avec laquelle un astre (pour nous la Terre) attire vers lui les objets qui l'entourent. Le poids d'un objet varie en fonction de l'astre qui attire l'objet (sur la Lune, notre poids est 6 fois

plus petit que sur Terre alors que sur le Soleil il serait 70 fois plus grand que sur Terre). Le poids se mesure avec un ressort qui se déforme lorsque l'objet y est suspendu.



**Statif** (nom masculin)

Partie d'un instrument qui sert de support à différents appareils.



**Support** (nom masculin)

Objet sur lequel repose un autre objet. Le support peut aussi servir de point d'appui ou de soutien.

**Vertical, verticale, verticaux** (adjectif)

Qui suit la direction du fil à plomb, de la pesanteur.

Exemple : Le mur n'est pas très vertical ici.



# LES POULIES

UMONS  
Université de Mons

Carré des Sciences  
Institut d'Administration Scolaire



## Table des matières

<b>CHAPITRE 4 - LES POULIES.....</b>	<b>26</b>
<b>1. Dans notre quotidien .....</b>	<b>26</b>
<b>2. Un peu de théorie .....</b>	<b>26</b>
2.1. Qu'est ce qu'une poulie ?.....	26
2.2. Pourquoi utiliser une poulie fixe ?.....	27
2.3. Pourquoi choisir une poulie mobile ?.....	27
2.4. Pourquoi associer des poulies (palans) ? .....	28
2.5. Le palan à trois poulies.....	29
<b>3. Avantages et inconvénients des palans .....</b>	<b>29</b>
3.1. Poulie simple .....	29
3.2. Poulie double.....	32
3.3. Palan à trois poulies .....	33
3.4. Synthèse .....	34
<b>4. Le matériel utilisé – Les paramètres .....</b>	<b>36</b>
4.1. Le paramètre <i>poulie</i> .....	36
4.2. Le paramètre <i>corde</i> .....	36
4.3. Le paramètre <i>masse à attacher</i> .....	36
4.4. Le paramètre <i>fixation – suspension</i> .....	36
<b>5. Montage possible.....</b>	<b>37</b>



## Chapitre 3 - Les poulies

### 1. Dans notre quotidien

Les poulies sont utiles essentiellement dans les travaux de manutention :



Mais aussi :

pour tracter une voiture



dans certains sports, comme la voile



ou encore pour la décoration !



### 2. Un peu de théorie

#### 2.1. Qu'est ce qu'une poulie ?

Une poulie est un disque libre de tourner autour d'un axe passant par son centre et supporté par une monture appelée la *chape*. Sur la tranche de la jante de la poulie se trouve une rainure appelée *gorge* qui permet de guider la corde.



Les poulies peuvent être fixes (elles ne bougent pas par rapport au point d'attache) ou mobiles (elles peuvent monter et descendre par rapport à ce point d'attache, elles sont alors attachées à la charge à soulever).

## 2.2. Pourquoi utiliser une poulie fixe ?

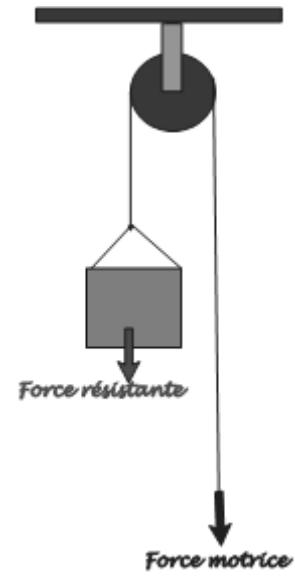
Une poulie fixe, employée seule, ne modifie en aucun cas la force à exercer pour soulever une charge. Elle change uniquement la direction dans laquelle il faut exercer cette force.



Pour soulever la charge, il faut exercer une force vers le haut, ce qui, physiologiquement n'est pas bon pour le dos. En attachant une poulie fixe, à un plafond par exemple, on peut alors tirer la corde vers le bas ce qui est plus confortable physiologiquement.

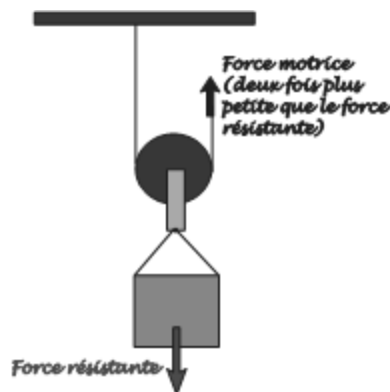
Que peut-on dire de la force à exercer avec une poulie fixe ?

Le poids de la charge à soulever s'exerce de haut en bas et l'on peut appeler « force résistante » (cette force s'oppose, résiste, à l'élévation de la masse). Pour soulever cette masse, il faut donc exercer une force, que nous appelons « force motrice » (cette force met la masse en mouvement). Avec une poulie fixe, la force motrice et la force résistante sont égales.



## 2.3. Pourquoi choisir une poulie mobile ?

La poulie mobile, elle, divise la force motrice (à exercer pour soulever la charge) par un facteur 2. Si la charge est la même que dans le cas précédent, ce système de poulie diminue la force motrice de moitié<sup>19</sup>.



---

<sup>19</sup> Pour des explications complètes, consultez, dans cette partie du guide, le § *Pour aller plus loin*

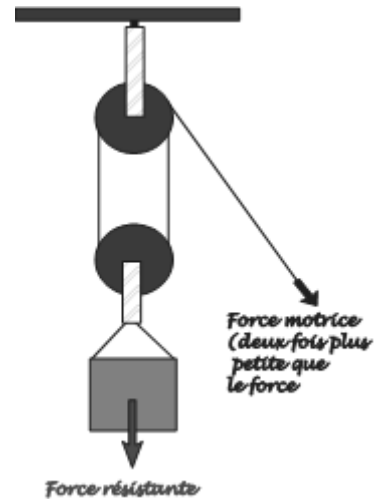
**Le compromis** : Rien n'est gratuit ! L'utilisation d'une telle poulie permet d'exercer une force deux fois plus petite mais oblige la personne, pour soulever la masse d'une même hauteur que dans le cas du montage à une poulie fixe, à tirer deux fois plus de corde<sup>20</sup>.

#### 2.4. Pourquoi associer des poulies (palans<sup>21</sup>) ?

Utiliser une poulie mobile peut apporter certes certains avantages, mais ce n'est pas forcément pratique ! pour améliorer la situation, on peut passer à la poulie double.

**La poulie double** ne change rien à la situation précédente puisque une des poulies est fixée au plafond et ne démultiplie donc pas la force motrice, c'est l'autre poulie (mobile) qui démultiplie la force à exercer<sup>22</sup>.

**Le compromis** est donc le même que dans le cas d'une poulie mobile : la force motrice est deux fois plus petite que la force résistante mais la longueur de corde à tirer est double<sup>23</sup>.



---

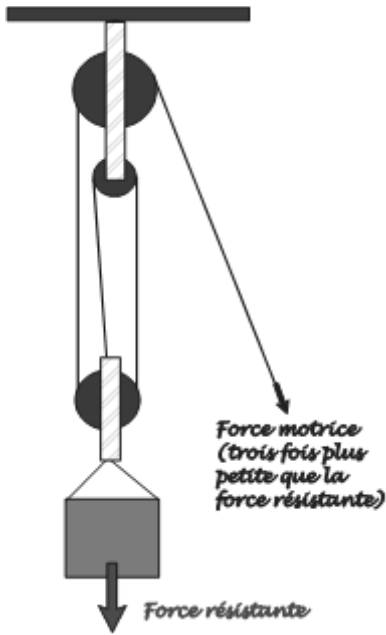
<sup>20</sup> Pour des explications complètes, consultez, dans cette partie du guide, le § **Pour aller plus loin**

<sup>21</sup> Le palan est une association de plusieurs poulies.

<sup>22</sup> Pour des explications complètes, consultez, dans cette partie du guide, le § **Pour aller plus loin**

<sup>23</sup> Pour des explications complètes, consultez, dans cette partie du guide, le § **Pour aller plus loin**

## 2.5. Le palan à trois poulies



L'intérêt du palan est de permettre à son utilisateur de fournir une force plus petite qu'à mains nues. Pour trouver le facteur de démultiplication (trois, ou plus si il y a davantage de poulies) il suffit de compter le nombre de brins de corde attachés à la charge à soulever<sup>24</sup>.

**Le compromis :** Le principe reste le même, la force est démultipliée : il suffit d'exercer cette fois une force motrice trois fois plus petite (que celle exercée dans le cas de la poulie fixe) pour soulever la même masse mais pour soulever cette masse de la même hauteur il faut tirer une longueur de corde trois fois plus grande<sup>25</sup>.

## 3. Avantages et inconvénients des palans

Pourquoi, le nombre de poulies présentes dans le système diminue-t-il la force à exercer et augmente-t-il d'autant la longueur de corde à tirer ?

Revoyons les systèmes les uns après les autres.

### 3.1. Poulie simple

**Une poulie fixe** (poulie qui reste toujours à la même distance de son point d'attache, situé sur le plafond, par exemple)

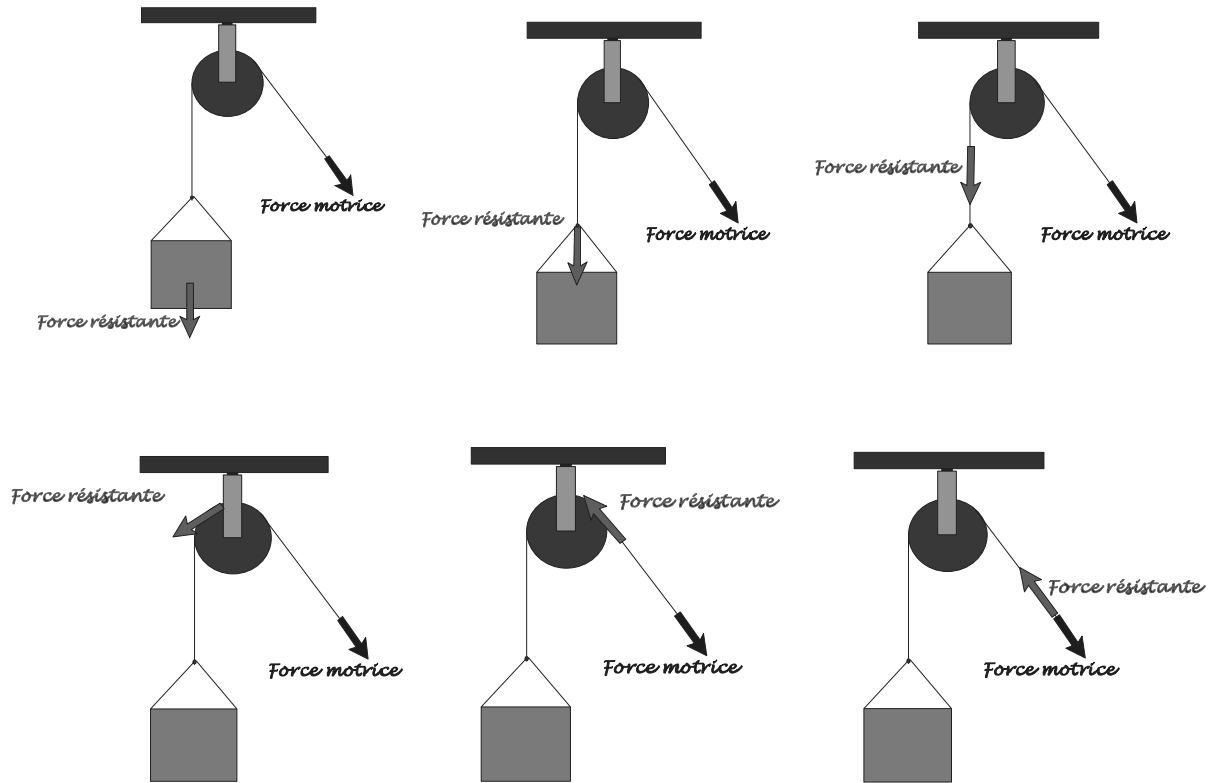
Le principe est de contrebalancer le poids de la charge à soulever (force résistante) par la force motrice. Cette force résistante s'exerce au centre de gravité de la charge, ou ce qui revient au même, au point d'attache de la charge. La corde sert de lien entre la charge et la main, on peut donc considérer que tout se passe comme si la force résistante « se déplace », de point en point, le long de cette corde. C'est ce qui est représenté sur les six dessins ci-dessous :

---

<sup>24</sup> Pour des explications complètes, consultez, dans cette partie du guide, le § **Pour aller plus loin**

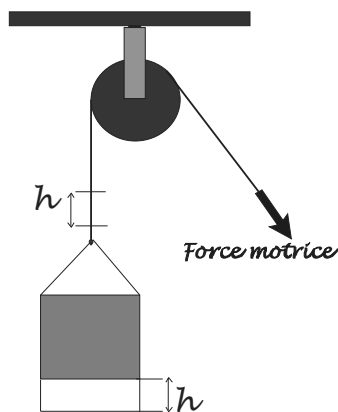
<sup>25</sup> Pour des explications complètes, consultez, dans cette partie du guide, le § **Pour aller plus loin**

## Les machines simples



Attention : Comme pour les autres machines simples tout ce que nous venons de dire est valable à l'équilibre. Par contre au démarrage, à l'instant où l'on décolle la charge du sol et où elle se met en mouvement, il faut exercer une force légèrement supérieure au poids de la charge pour vaincre les forces de frottements statiques et pour mettre le système en mouvement.

Dans le cas de la poulie fixe, la longueur de corde à tirer pour soulever la charge d'une hauteur  $h$ , est la longueur  $h$  aussi. On peut le voir sur le dessin ci-dessous :

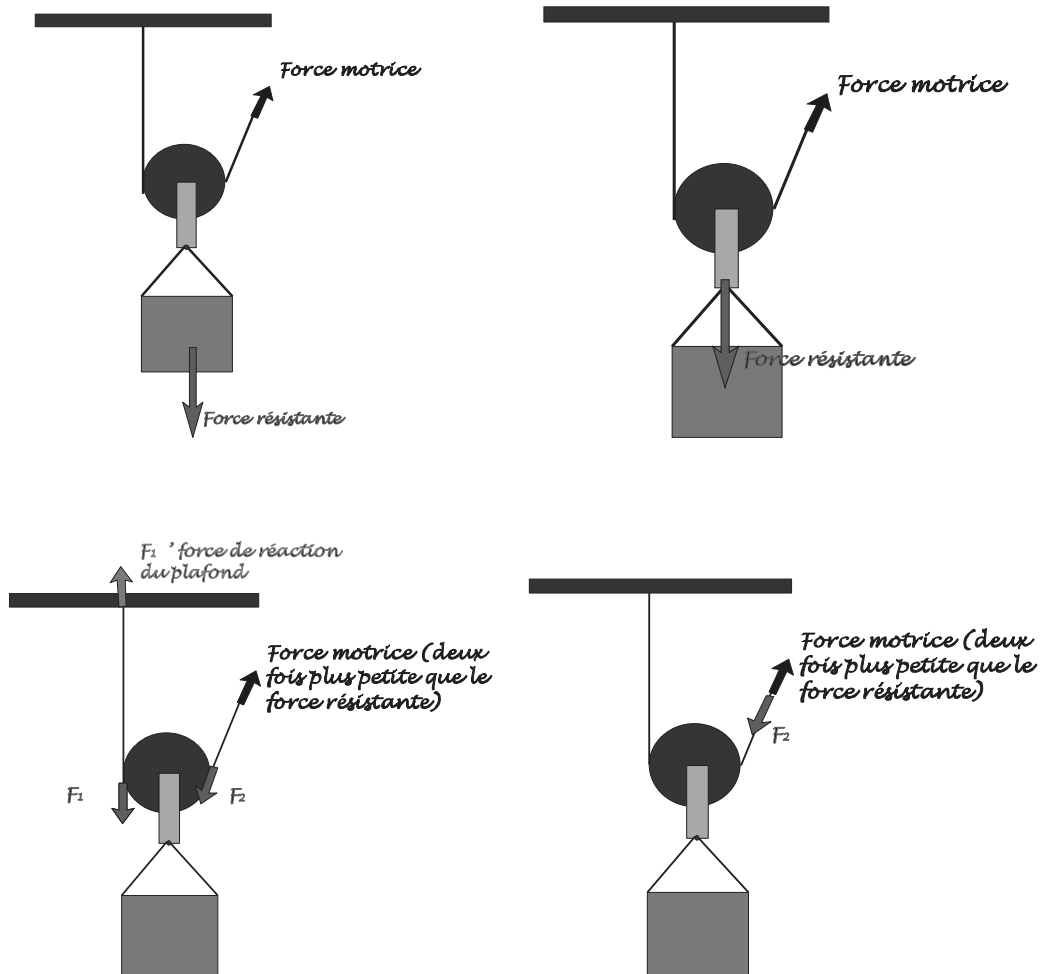


### Une poulie mobile (poulie qui se déplace le long de la corde)

La charge à soulever a toujours le même poids (force résistante), qu'il faut contrebalancer en exerçant une force motrice. Faisons le même raisonnement que dans le cas de la poulie fixe : le

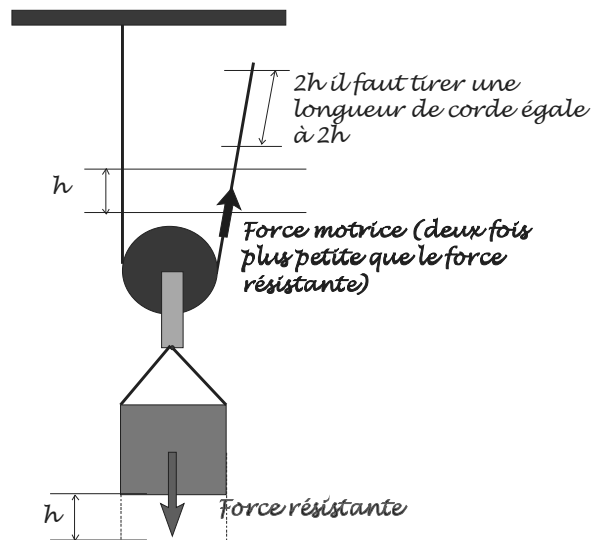
## Les machines simples

Le poids de cette charge s'applique au centre de gravité de la charge, ou ce qui revient au même, au point d'attache sur la chape de la poulie. La différence avec le cas précédent est que, cette fois, la charge, par l'intermédiaire de la poulie mobile, est suspendue à deux brins de corde. Le poids se répartit donc de manière équivalente sur ces deux brins de corde ( $\vec{F}_1$  et  $\vec{F}_2$  et chacune de ces forces étant égale à la moitié du poids de la charge). Comme on peut le voir ci-dessous la force  $\vec{F}_1$  est contrebalancée par la réaction du plafond. Seule la force  $\vec{F}_2$  est à vaincre. La force motrice est donc égale à la moitié du poids de la charge. Les quatre figures ci-dessous montrent ce raisonnement :



Dans le cas de la poulie mobile, la longueur de corde à tirer pour soulever la charge d'une hauteur  $h$  est de valeur  $2h$ . On peut le constater sur le dessin ci-dessous :

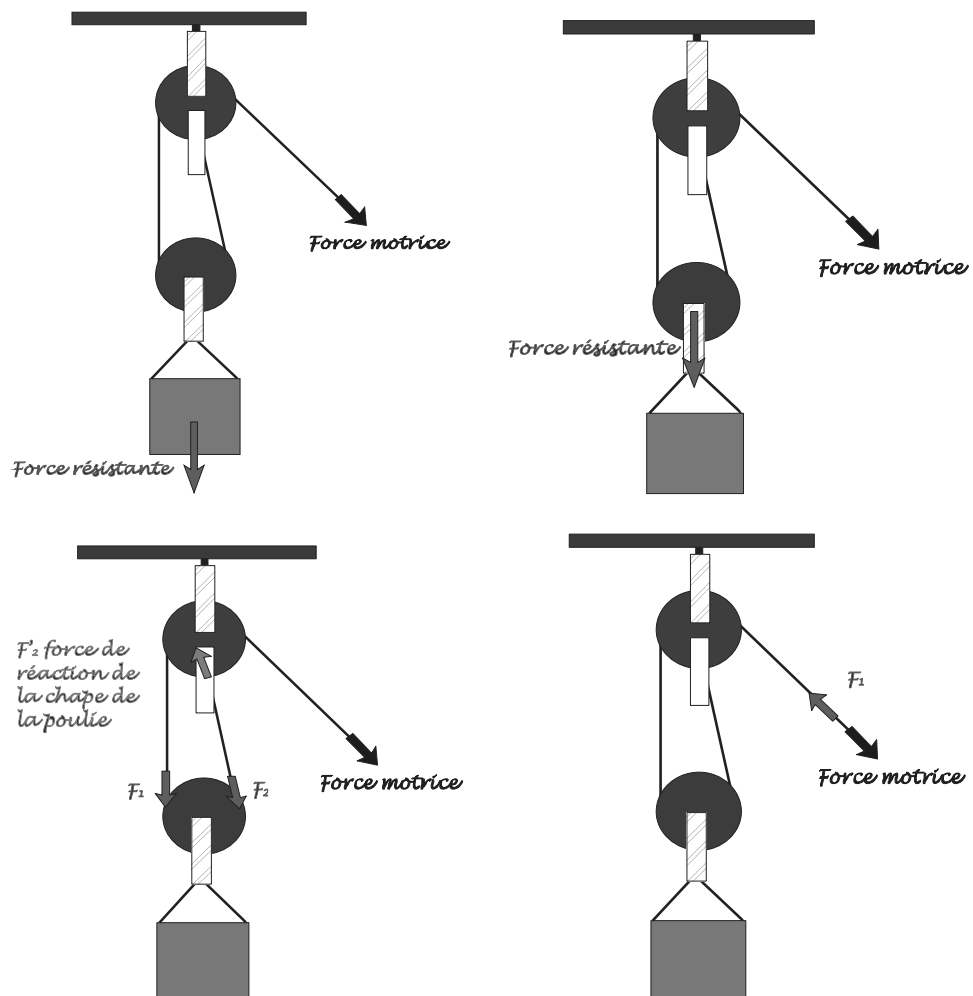
## Les machines simples



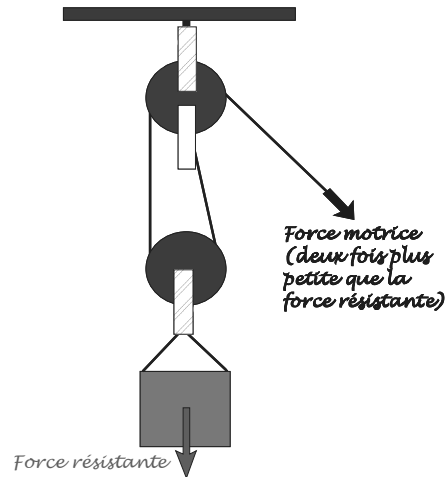
### 3.2. Poulie double

Le palan à deux poulies tel que celui que nous présentons ci-dessous équivaut à une seule poulie mobile (la poulie fixe ne fait que modifier la direction de la force à exercer).

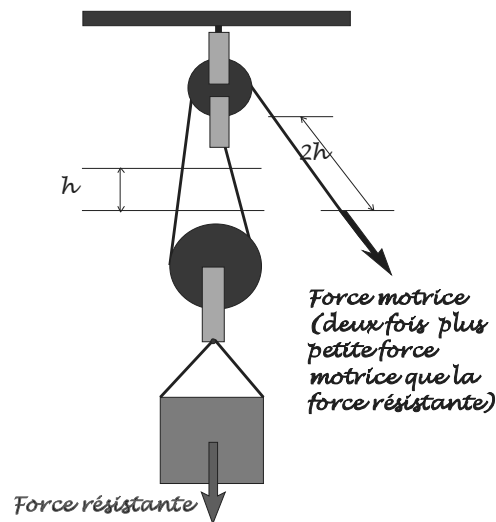
La force motrice est deux fois plus petite que la force résistante :



## Les machines simples



La longueur de corde, quant à elle, est deux fois plus longue que la hauteur sur laquelle on veut soulever la charge :



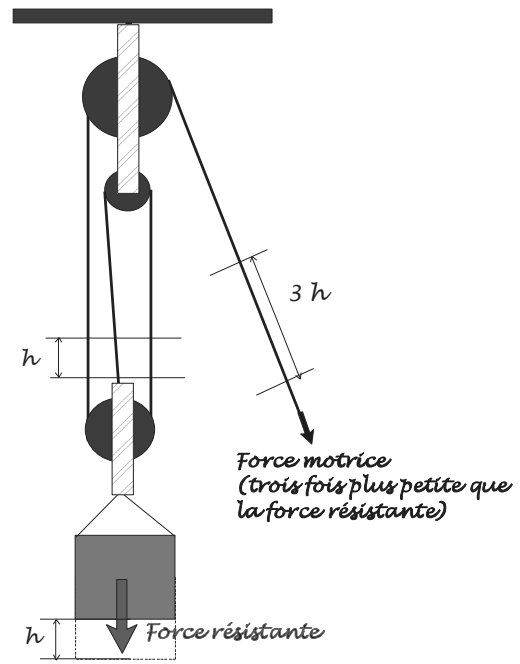
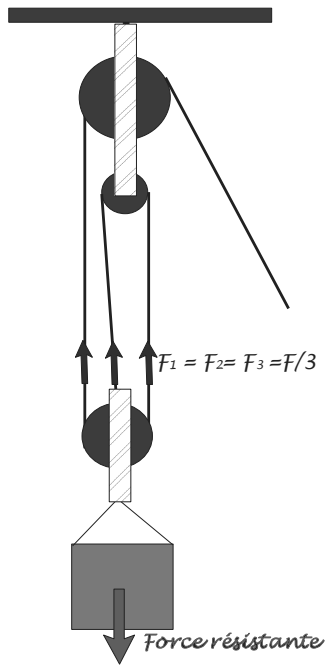
Attention : Toujours pour les mêmes raisons, tout ce que nous venons de dire est valable à l'équilibre et non pas au moment où la charge décolle du sol.

### 3.3. Palan à trois poulies

A l'équilibre, le raisonnement est le même pour le palan à trois poulies que pour celui à deux poulies mais cette fois le rapport entre la force motrice et la force résistante est de  $1/3$  : la force motrice est trois fois plus petite que la force résistante. Par contre la longueur de corde à tirer pour soulever la charge de hauteur  $h$  est égale à trois fois cette hauteur. Ceci est montré sur les deux schémas ci-dessous :



## Les machines simples

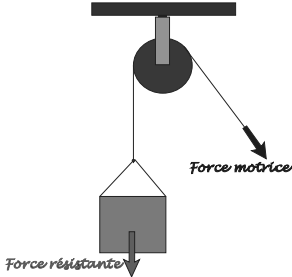
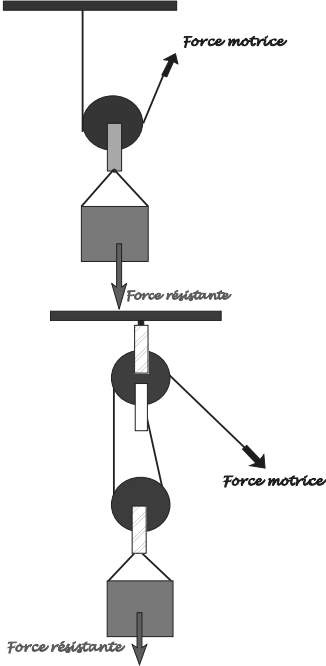
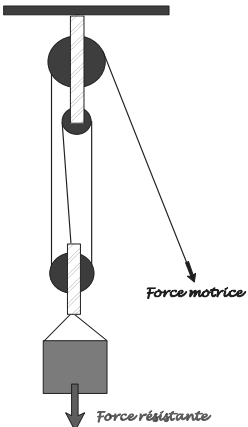


Il est intéressant de regrouper les différents palans dans le tableau ci-dessous. Dans tous les cas,

- la charge à soulever est la même (et donc son poids aussi, appelé force résistante et noté ci-dessous, pour plus de clarté,  $F$ )
- on souhaite soulever la charge à chaque fois d'une hauteur ( $h$ )

### 3.4. Synthèse

## Les machines simples

<p>Un brin de corde attaché à la charge à soulever :</p> 	<p>La force à exercer est égale au poids de l'objet : <math>F</math></p> <p>La longueur de corde à tirer est égale à : <math>h</math></p>	<p>Le produit de la force à exercer par la longueur de corde à tirer est :</p> <p style="text-align: center;"><math>F \times h</math></p>
<p>Deux brins de corde attachés à la charge à soulever :</p> 	<p>La force à exercer est égale à la moitié du poids de l'objet : <math>F/2</math></p> <p>La longueur de corde à tirer est égale à : <math>2 \times h</math></p>	<p>Le produit de la force à exercer par la longueur de corde à tirer est :</p> <p style="text-align: center;"><math>F/2 \times 2 \times h = F \times h</math></p>
<p>Trois brins de corde attachés à la charge à soulever :</p> 	<p>La force à exercer est égale au tiers du poids de l'objet : <math>F/3</math></p> <p>La longueur de corde à tirer est égale à : <math>3 \times h</math></p>	<p>Le produit de la force à exercer par la longueur de corde à tirer est :</p> <p style="text-align: center;"><math>F/3 \times 3 \times h = F \times h</math></p>

- Cette synthèse rapide montre que, curieusement, le produit de la force motrice par la longueur de corde à tirer est constant quel que soit le système utilisé et vaut  $F \cdot h$  (valeur grisée dans la dernière colonne du tableau de la page précédente). En réalité cette grandeur constante est très connue et importante en physique : il s'agit du travail mécanique.

## **4. Le matériel utilisé – Les paramètres**

### **4.1. Le paramètre *poulie***

Il est bien évident qu'il vaut toujours mieux travailler avec du matériel propre, de bonne qualité et adapté à l'objectif recherché. L'un de ces objectifs est que les élèves prennent non seulement conscience de l'utilité des poulies, mais aussi qu'ils puissent mesurer quantitativement les forces qui entrent en jeu dans les différentes situations. Il faut donc que les poulies tournent sans trop de frottements afin que des mesures précises puissent être réalisées. Bien évidemment, les élèves peuvent faire des essais avec différents montages comme des bobines de fils à coudre, des canettes de fil de machines à coudre ou encore les poulies fournies dans la valise. Ils classeront les différents montages suivant leurs avantages et inconvénients.

### **4.2. Le paramètre *corde***

Le choix des cordes a son importance, le diamètre doit être adapté à la largeur de la gorge de la poulie. En effet trop grosse, la corde frotte dans la gorge, trop fine, elle peut sortir de la gorge et se coincer entre la chape et la roue. Il faut aussi qu'elle ne se détende pas, ne s'effiloche pas et lorsqu'elle passe par plusieurs poulies, ses différents brins ne doivent pas se croiser afin d'éviter les frottements qui perturberaient les mesures. Les élèves pourront aussi faire varier ce paramètre en fonction du matériel dont ils disposent.

### **4.3. Le paramètre *masse à attacher***

Des charges trop lourdes vont casser la corde ; des charges trop légères ne permettront pas aux élèves de prendre conscience de l'utilité des poulies.

La masse suspendue doit être répartie uniformément dans le récipient qui la contient. Si elle glisse d'un côté ou d'un autre, elle fait basculer le récipient qui frotte alors contre la corde.

Le récipient qui contient la masse à suspendre doit être le moins encombrant possible. S'il est trop grand, la corde risque de frotter et donc la mesure d'être faussée.

Si vous souhaitez que les élèves fassent des mesures, nous attirons votre attention sur le fait qu'il est important de tenir compte de la masse de la poulie suspendue. Solidaire de la charge, cette poulie est soulevée aussi par le système. Il faut donc ajouter sa masse à celle de la charge. Ainsi si la masse de la poulie est de 43g, ajoutez ces 43g à la charge suspendue pour déterminer la charge totale soulevée.

Les élèves qui utilisent un dynamomètre pour mesurer les forces, doivent attendre que le ressort n'oscille plus. Si ce dernier n'est pas parfaitement immobile, la fourchette de mesures est trop grande et donc la mesure imprécise.

### **4.4. Le paramètre *fixation – suspension***

Il est possible par exemple, d'attacher les poulies à un manche de brosse. Ce manche de brosse peut être maintenu par deux élèves, sur leurs épaules. Il s'agit de la fixation la moins couteuse

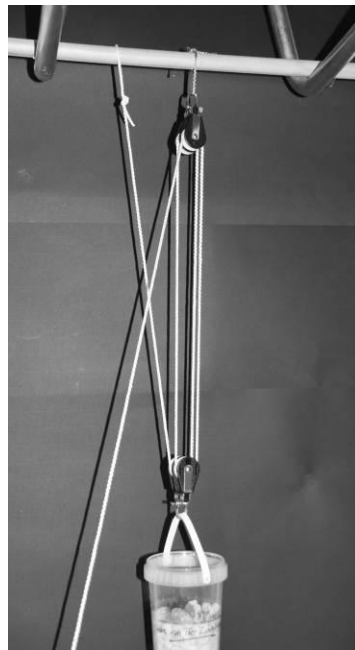
## Les machines simples

que nous ayons trouvée, et qui a aussi le mérite « d'occuper » deux élèves qui, dans un groupe de quatre, pourraient se tourner les pouces ou regarder aux alouettes pendant que leurs condisciples travaillent ! Il est aussi possible d'améliorer le système en enfonçant deux clous dans le manche de brosse de manière de part et d'autre de la poulie de manière à la coincer et éviter ainsi qu'elle ne glisse. Il est possible également de déposer le manche de brosse sur les dossiers de deux chaises qui se tournent le dos mais alors le manche risque de tomber rapidement par terre et les élèves ne pourront monter la charge que sur une hauteur relativement petite. Il est probable que les élèves trouveront bien d'autres systèmes, le seul critère étant avant tout la sécurité.

Les élèves peuvent faire un lien entre le nombre de brins de corde directement attachés à la charge d'une part, et la force à appliquer ou la longueur de corde à tirer d'autre part. Ils peuvent aussi constater que rien n'est gratuit mais qu'il s'agit de faire un choix : ce que l'on gagne d'un côté (en force,) on le perd d'un autre (la longueur de corde à tirer).

### ***5. Montage possible***

Voici un exemple de combinaison possible : une poulie double attachée à un point fixe (ici un manche de brosse mais cela peut-être aussi au serre-joint disponible dans la valise) et une poulie double attachée au seau. Celui-ci est donc suspendu à quatre brins de corde. La force à exercer sera donc quatre fois plus petite (qu'à mains nues) mais la longueur de corde à tirer sera égale à quatre fois la hauteur dont on souhaite soulever le seau.





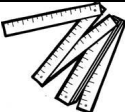



Si vous souhaitez plus de détails (fixation des poulies, du serre-joint, ... ) n'hésitez pas à consulter les fiches d'aide n°1, 2 et 3.

*ATELIER : POULIES*

*COMMENT AMENER LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE DES SACS LOURDS AU NIVEAU DE LA  
CABANE ?*

*GRILLE DE DIAGNOSTIC POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER*

**Construction de la maquette du dispositif qui permet d'amener les sacs de courses au niveau de la cabane**

<p>Tu as des difficultés pour <u>construire</u> la maquette, pour attacher les cordes, le seau, pour combiner les poulies, ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je construis	
<p>Tu ne sais pas :                  - <u>comment</u> organiser ton travail                  - <u>comment</u> choisir dans le matériel                  - <u>comment</u> présenter tes mesures                  - ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je m'organise	<p align="center"><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 1 et 3</b></p>
<p>Tu ne sais pas faire les <u>mesures</u> ....</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je mesure	
<p>Tu <u>ne sais pas ce qu'est</u>                  - une poulie,                  - une force,                  - un corps en équilibre                  - ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Qu'est ce que ... ?	<p align="center"><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 1, 2 et 3</b></p>
<p>Ta <u>maquette présente des faiblesses</u>, tu veux vérifier que tu l'as construite convenablement ....</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 J'améliore ma maquette	
<p>Tu as fini ta construction et <u>tu veux en savoir plus</u> ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 J'explore d'autres notions	

# Je me pose des questions sur la maquette qui permet de monter les sacs de courses

Comment  
mesurer la  
longueur de  
corde à tirer ?  
Fiche n° 1

Comment  
mesurer (ou  
comparer) des  
masses ?  
Fiche n°2



Qu'est ce  
qu'une poulie ?  
Fiche n° 1

Objets qui ne  
sont pas en  
équilibre?  
Fiche n° 4 B

Qu'est ce  
qu'une force ?  
Fiche n°2

Les cordes et  
les charges ne  
doivent pas  
frotter  
Fiche n° 2

La corde ne  
doit pas être  
coincée !  
Fiche n° 1

Range ton vélo  
!  
Fiche n° 1



Une seule ou  
plusieurs  
poulies ?  
Comment les  
associer ?  
Fiche n° 1

Comment  
attacher une  
poulie ?  
Fiche n° 1

Quand un  
objet est-il en  
équilibre ?  
Fiche n°4 A

Masse et  
poids, deux  
grandeurs  
différentes !  
Fiche n°3

Comment  
utiliser plusieurs  
poulies en même  
temps ?  
Fiche n°3



Est-ce possible  
?  
Fiche n° 2

Comment  
présenter les  
résultats ?  
Fiche n°3



Quelle corde  
choisir ?  
Fiche n°2

Comment  
attacher le  
système ?  
Fiche n°2

*ATELIER : POULIES*

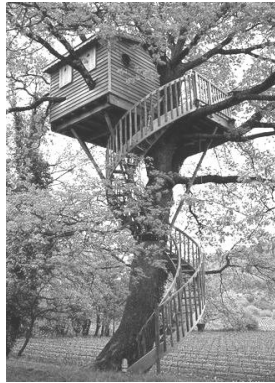
*COMMENT AMENER LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE DES SACS LOURDS AU NIVEAU DE LA  
CABANE ?*

*FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER*





## Cabanes dans les arbres



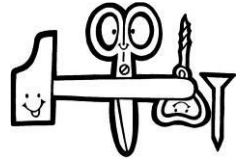
Les familles qui habitent dans ces superbes cabanes n'ont pas d'électricité mais voudraient améliorer leur confort : elles voudraient construire un système qui leur permettrait de monter **le plus facilement possible** les sacs contenant les courses de la semaine jusqu'à la cabane. Pour les aider, imagine et construis **une maquette** d'un système qui pourrait les aider.

Ta maquette doit :

- expliquer le **principe** de l'objet technique,
- estimer ses **avantages** et ses **inconvenients**.
- être construite avec le matériel mis à ta disposition.

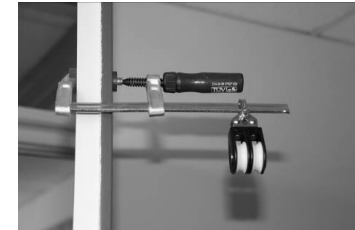


## Fiche n°1 : Comment attacher une poulie ?



Il y a deux façons d'attacher une poulie :

- A un **point fixe** comme le serre-joint\* fixé à la porte. Observe bien la photo ci-dessous, tu comprendras comment visser le serre-joint sur la porte :



- A la charge que l'on veut soulever (ici un seau) :



Il est aussi possible de combiner les deux possibilités.

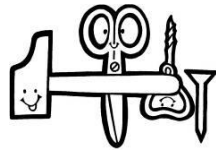
\*Tu ne sais pas comment attacher le serre-joint ? Consulte la fiche

n° 2

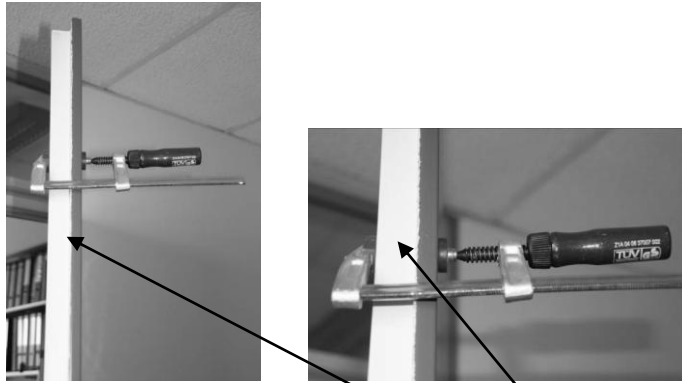




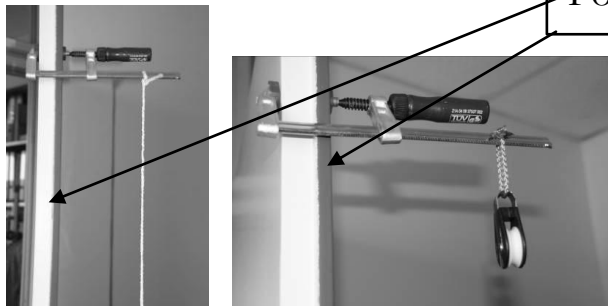
### Fiche n°2 : Comment attacher le système ?



Tu peux te servir d'un serre-joint, celui-ci s'attache, par exemple, à une porte :



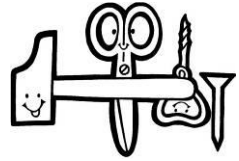
Le serre-joint peut servir de point d'attache pour la corde ou les poulies :



Porte



### Fiche n°3 : Comment utiliser plusieurs poulies en même temps ?

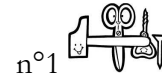


Tu peux associer plusieurs poulies, voici deux exemples :



Imagine et teste différents systèmes et choisis le plus efficace ?

Tu ne sais pas comment attacher les poulies ? Consulte la fiche



Tu ne sais pas comment attacher le serre-joint ? Consulte la fiche





## Fiche n°1 : Qu'est-ce qu'une poulie ?



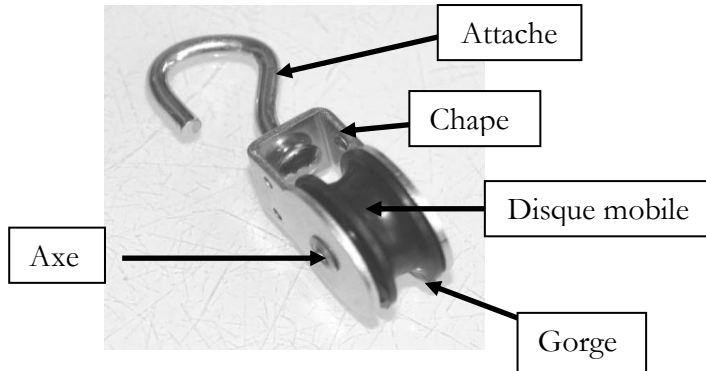
On utilise des poulies quand on veut soulever ou tracter des objets lourds, ou dans certains sports comme la voile, ou encore dans la décoration ...



Une poulie est formée par :



- un disque libre de tourner,
- un axe passant par son centre,
- une monture appelée la chape,
- une rainure appelée gorge qui guide la corde
- un système de fixation (crochet, ...).

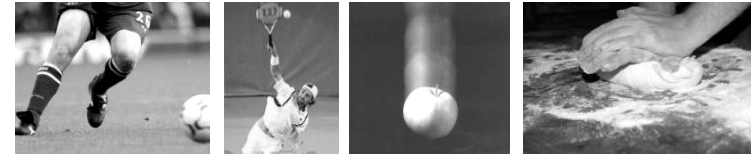


## Fiche n°2 : Qu'est-ce qu'une force ?



### 1. Observe attentivement les situations suivantes :

Dans chacune des trois situations ci-dessous, la personne, ou l'objet exerce une **force** :



### 2. Réponds aux questions suivantes :

- Que va faire le pied du footballeur ? Que va faire la balle après son choc ?
- Que va faire le tennisman ? Que va faire la balle de tennis après son choc ?
- Que fait la main ? Quelle est la conséquence sur la pâte à pain ?
- Que fait la pomme ? Pourquoi ? Qui est à l'origine de ce phénomène ?

3. A partir des réponses à ces questions, construis **une définition générale de ce qu'est, pour toi, une force** et **note-la** dans ton cahier de bord.

4. Compare ta définition à celle qui est donnée dans le lexique de ton enseignant.




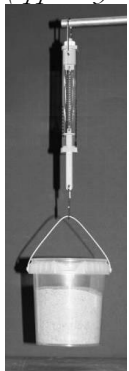


**Fiche n°3 : Masse et poids, deux grandeurs différentes !**



Ce seau de sable a une **masse** et un **poids**. La masse et le poids sont deux grandeurs\* physiques différentes qui sont définies comme suit :



La masse	Le poids
<i>Est liée à la quantité de matière.</i>	<i>Est la force avec laquelle l'astre attire les objets vers lui. Pour nous cet astre est la Terre.</i>
<i>Ne change pas où que l'on soit.</i>	<i>Dépend de l'astre sur lequel nous nous trouvons. Sur Terre notre poids est plus six fois plus grand que sur la Lune.</i>
<i>Se mesure avec une balance.</i> 	<i>Se mesure avec un ressort gradué (appelé dynamomètre*).</i> 



\* Tu ne connais pas la signification de ce mot, consulte le lexique ou le dictionnaire ...



**Fiche n°4 -A : Quand un objet est-il en équilibre ?**



Corps équilibre :

 La pomme est posée, elle ne bouge pas, elle est en équilibre.	 La personne ne bouge pas, elle est en équilibre.	 Cette voiture qui roule de manière très régulière (toujours à la même vitesse) et toujours en ligne droite est en équilibre*.
--	---	--

Compare avec des objets qui ne sont pas en équilibre : fiche n° 4 – B



*Définition : Un objet est en équilibre lorsque sa vitesse ne change pas (il ne ralentit pas, il n'accélère pas, il peut avancer mais toujours à la même vitesse) et lorsqu'il ne tourne pas.*

Donc, un corps est en équilibre si :



- si les forces qui agissent sur lui ne le font pas accélérer (aller plus vite ou moins vite) et
- si les forces qui agissent sur lui ne le font pas tourner.

\* Cet exemple est plus difficile à comprendre, il est donné pour que la fiche soit complète.





**Fiche n°4 - B : Objets qui ne sont pas en équilibre !**



Objets qui ne sont pas en équilibre :		
<p>La pomme tombe, elle accélère, elle n'est pas en équilibre.</p>	<p>La personne descend et tourne, elle accélère, elle n'est pas en équilibre.</p>	<p>Ces voitures freinent pour s'arrêter au feu rouge. Leur vitesse diminue. Elles ne sont pas en équilibre pour le physicien.*</p>

Compare avec des objets qui sont en équilibre : fiche n° 4 – A



*Dans les trois exemples ci-dessus, la vitesse change (la pomme tombe et donc accélère, le skieur tourne, les voitures ralentissent). Ces objets, ou personnes ne sont pas en équilibre.*

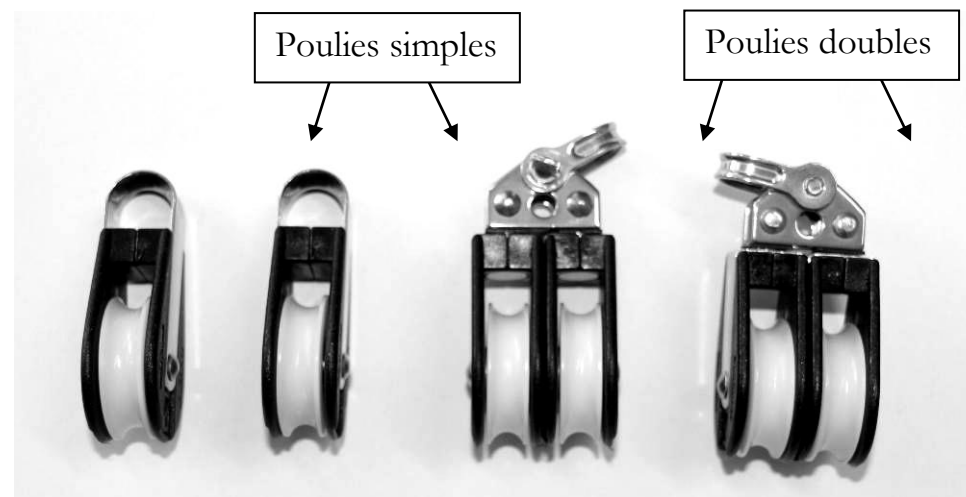
\* Cet exemple est plus difficile à comprendre, il est donné pour que la fiche soit complète.



**Fiche n°1 : Une seule ou plusieurs poulies ? Comment les associer ?**



Tu as à ta disposition quatre poulies :



\* Tu ne sais pas ce qu'est une poulie ? Consulte la fiche 1

Tu ne sais pas comment coupler les poulies ? Consulte la fiche n°3

Tu ne sais pas comment attacher les poulies ? Consulte la fiche n°1

Tu ne sais pas comment attacher le serre-joint ? Consulte la fiche n°2





**Fiche n°2 : Quelle corde choisir ?**



Tu as peut-être plusieurs cordes à disposition. Laquelle chois-tu ?



Pour t'aider à choisir, pose-toi quelques questions :

- Est-ce que la couleur a de l'importance ?
- Est-ce que la longueur a de l'importance ?
- Est-ce que l'épaisseur a de l'importance ?
- Est-ce que la matière a de l'importance ?



**Fiche n°3 : Comment présenter les résultats ?**



Voici un exemple de tableau que tu peux **noter dans ton cahier de bord et compléter** :



EXEMPLE : J'ai attaché ... poulie*(s) au plafond et ... poulie(s) au seau	
Dessin :	Le seau à soulever a une masse* de ... kg (ou de ... gobelets*)
	Je dois mettre une masse de ... kg (ou de ... gobelets) dans l'autre seau pour équilibrer* mon système.
	Il y a 1, 2 ou 4 (entoure) brins* de corde attachés au seau.
	Si je veux soulever le seau de 20 cm, je dois tirer .... cm de corde.
L'avantage* de ce système est : .....	
L'inconvénient* de ce système est : .....	

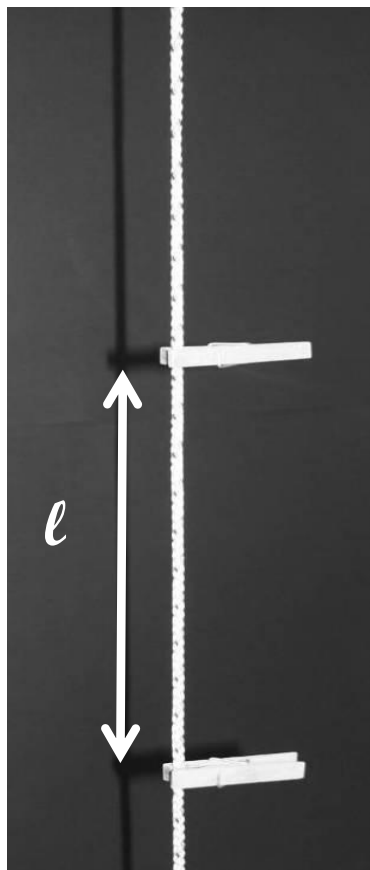
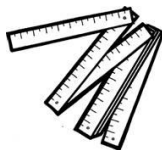
Tu peux refaire le même tableau pour chaque montage et comparer les résultats.

*\*Si la signification de ces mots t'est inconnue cherche dans les fiches correspondantes.*





### Fiche n°1 : Comment mesurer la longueur de corde à tirer ?

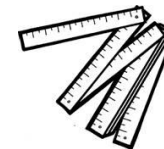


Tu peux, par exemple, :

- fixer une première pince à linge à l'endroit où tu commences à tirer sur la corde pour soulever le seau ;
- fixer une deuxième pince à linge à l'endroit où tu arrêtes de tirer ;
- mesurer la longueur de corde qui se trouve entre les deux pinces à linge ; tu as ainsi une mesure de la longueur ( $l$ ) de corde que tu as tirée.



### Fiche n°2 : Comment mesurer (ou comparer) les masses ?



Si tu as une balance, tu peux mesurer les masses. Dans l'exemple ci-contre, la masse est de 1005 g ou 1,005 kg :



Si tu n'as pas de balance, tu peux comparer les masses en comptant le nombre gobelets. Dans l'exemple ci-dessus, la masse correspond à 2 gobelets tels que celui-là :



*N'oublie pas que tu soulèves aussi les poulies fixées à ton seau. Il faut donc tenir compte de leur masse.*

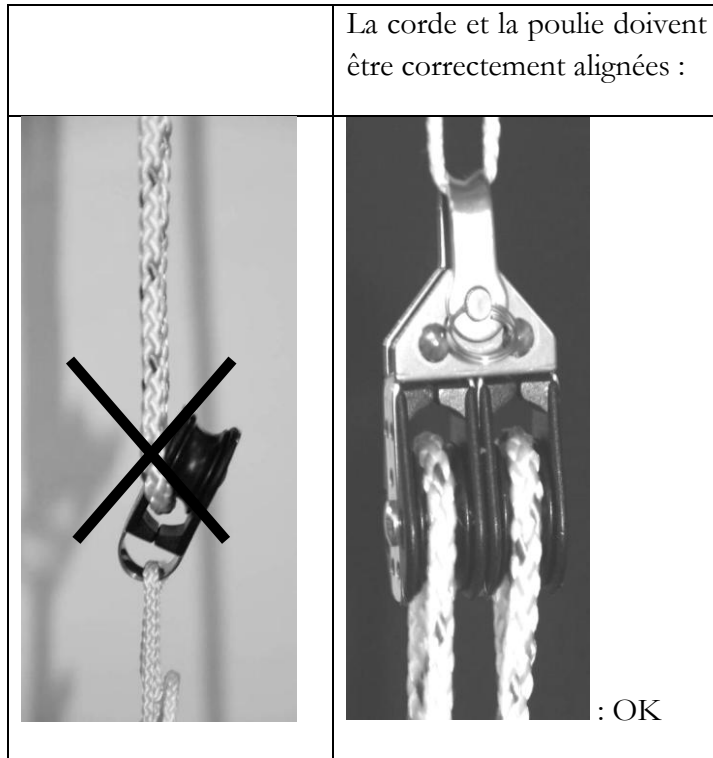


*Les photos te donnent un exemple, il se peut que ton matériel soit un peu différent.*





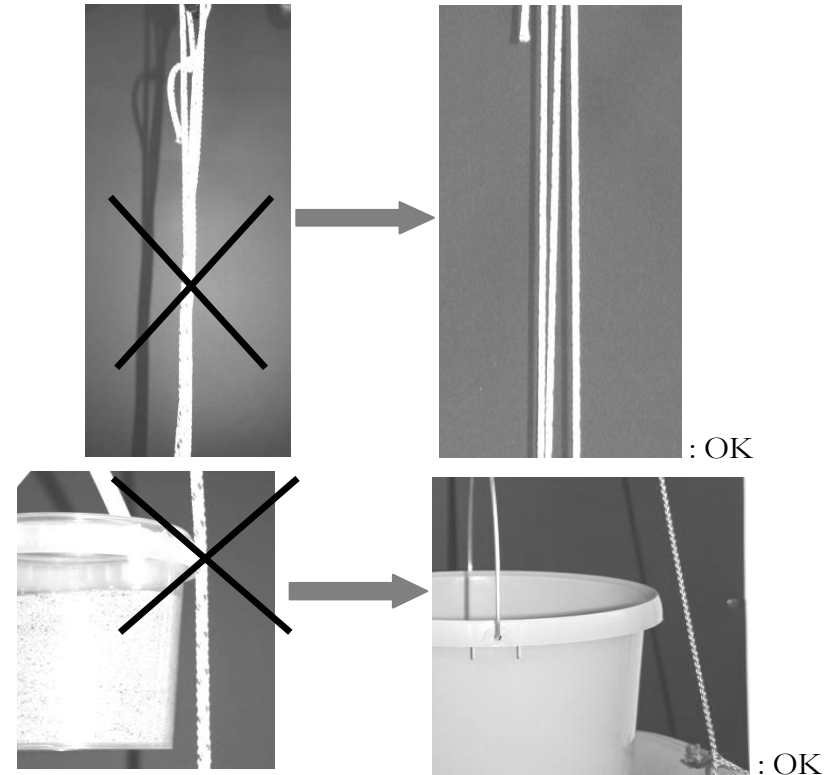
Fiche n°1 : La corde ne doit pas être coincée !



Fiche n°2 : Les cordes et les charges ne doivent pas frotter



Les cordes et les charges doivent être libres :



Les photos te donnent un exemple, ton matériel est peut-être peu différent.







6.

Fiche n°1 : Range ton  
vélo !!



Fiche n°2 : Est-ce possible ?



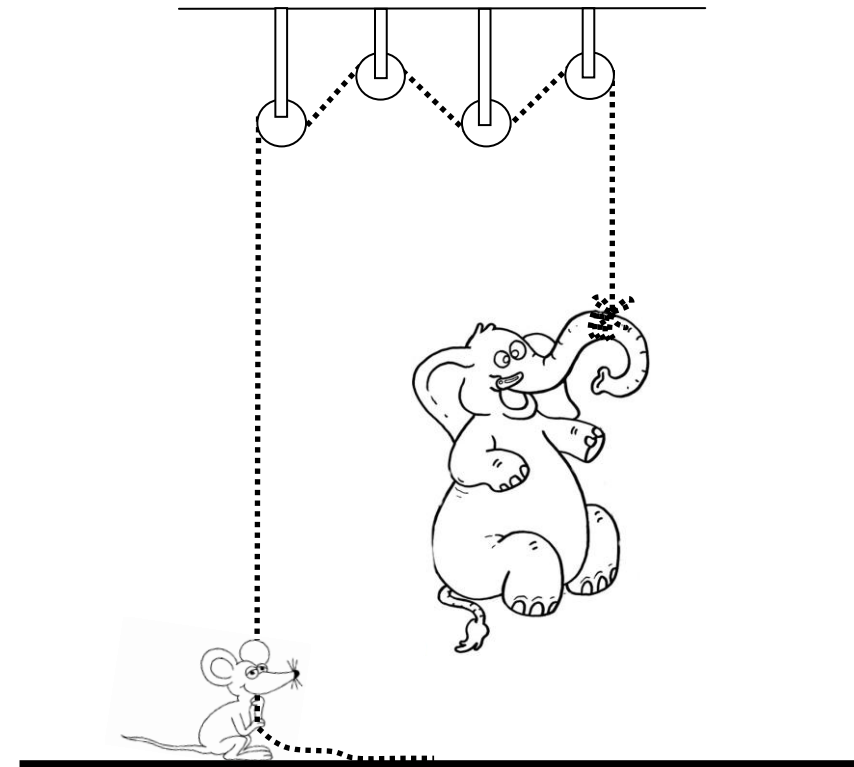
Dans l'exemple ci-dessous tu peux voir un vélo suspendu au plafond :



1. Est-ce que le système est bien conçu ? Pourquoi ?
2. Supposons que ce vélo ait une masse de 16 kg, quelle masse faudrait-il suspendre pour équilibrer le système ?
3. On peut donc dire qu'il sera ..... fois plus facile de soulever le vélo qu'à mains nues.
4. Par contre si on veut soulever le vélo de 2m, quelle sera la longueur de corde à tirer ?
5. Quels sont l'avantage et l'inconvénient d'un tel système ?

Est ce que la situation ci-dessous est possible ?

Explique pourquoi !



*ATELIER : POULIES*

*COMMENT AMENER LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE DES SACS LOURDS AU NIVEAU DE LA  
CABANE ?*

*CORRIGÉS DES FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER*



## Correction de la fiche n°3 : Comment présenter les résultats ?



Voici un exemple de tableau :

EXEMPLE : J'ai attaché <u>2</u> poulies au plafond et <u>2</u> poulies au seau	
Dessin :	Le seau à soulever a une masse de <u>1,2 kg</u> (ou <u>4 gobelets remplis aux 3/4</u> )
	J'ai mis une masse de <u>305 g</u> (ou <u>1 gobelet rempli aux 3/4</u> ) dans l'autre seau pour équilibrer mon système.
	Il y a 1, 2 ou <u>4</u> (entoure) brins de corde attachés au seau.
	Si je veux soulever le seau de 20 cm, je dois tirer <u>80 cm</u> de corde.
L'avantage de ce système est : <u>J'équilibre facilement la charge à monter. Quand j'ai 4 brins de corde attachés au seau (il vaut mieux ne pas compter en poulies car 1 poulie mobile réduit la force à fournir par deux ..., alors que compter en nombre de brins est toujours correct !). La masse à accrocher pour équilibrer la masse à monter est 4 fois plus petite. La force à exercer est aussi 4 fois plus petite que la force qu'il faudrait exercer à mains nues.</u>	
L'inconvénient de ce système est : <u>Je dois tirer plus de longueur de corde. Pour soulever le seau de 20 cm je dois tirer sur 80 cm de corde.</u>	
Conclusion : <u>Ce que je gagne d'un côté, je le perds d'un autre : j'ai plus facile pour soulever (en force) le seau mais c'est plus long (je dois tirer plus de corde).</u>	



## Correction de la fiche n° 1



Range ton vélo !!



**1. Est-ce que le système est bien conçu ? Pourquoi ?**

Oui car le vélo est suspendu à deux poulies **mobiles**.

**2. Supposons que ce vélo ait une masse de 16 kg, quelle masse faudrait-il suspendre pour équilibrer le système ?**

Le vélo est suspendu à 4 brins de corde donc pour avoir équilibre il suffit de suspendre une masse

$$\frac{16 \text{ kg}}{4} = 4 \text{ kg}$$

**3. On peut donc dire qu'il sera quatre fois plus facile de soulever le vélo qu'à mains nues.**

**4. Par contre si on veut soulever le vélo de 1m, quelle sera la longueur de corde à tirer ?**

Il faudra tirer  $1\text{m} \times 4 = 4\text{m}$

**5. Quels sont l'avantage et l'inconvénient d'un tel système ?**

L'avantage est que la force à fournir est 4 fois plus petite qu'à mains nues

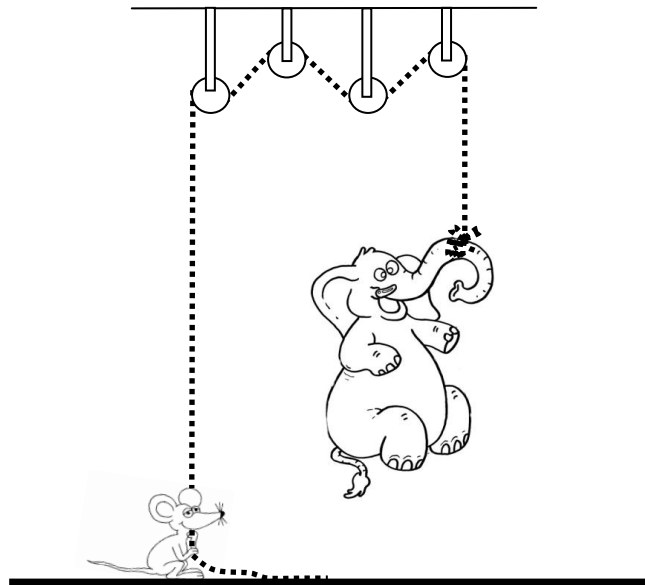
L'inconvénient est que la longueur de corde à tirer est 4 fois plus longue qu'à mains nues



## Correction de la fiche n° 2



Est-ce possible ?



La situation ci-dessus est impossible car l'éléphant est suspendu par des poulies qui sont fixes (attachées au plafond). En effet, les poulies fixes ne divisent pas la force à fournir comme le font les poulies mobiles (attachées à l'objet à soulever). Utiliser une poulie fixe permet de tirer vers le bas au lieu de soulever (vers le haut), ce qui est plus confortable pour le corps, mais la force à fournir reste la même.

*ATELIER : POULIES*

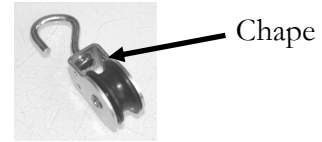
*COMMENT AMENER LE PLUS FACILEMENT POSSIBLE DES SACS LOURDS AU NIVEAU DE LA  
CABANE ?*

*LEXIQUE À PHOTOCOPIER EN PLUSIEURS EXEMPLAIRES ET À METTRE À DISPOSITION DES  
ÉLÈVES AU CENTRE DE LA CLASSE*

**Lexique correspondant au défi**  
***Comment faire monter les sacs de courses le plus facilement possible au niveau de la cabane ?***

**Chape** (nom féminin)

Habillage d'une poulie qui sert de support à son axe, et qui comporte le système de suspension ou de fixation.



**Compenser** (verbe transitif)

Contrebalancer, équilibrer un effet par un autre, neutraliser un inconvénient.

Exemple : L'effet des deux poids accrochés à la poulie se compensent.

**Effort** (nom masculin)

Mobilisation volontaire de forces physiques, pour résister ou pour vaincre une résistance. Exemple : Faire des efforts pour soulever un fardeau.

**Énergie** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Ce qui permet à quelqu'un d'agir et de réagir.

Exemple : Cette personne est pleine d'énergie.

En physique : L'énergie caractérise un système physique.

Exemple : l'énergie contenue dans un élastique tendu.

**Force** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Vigueur physique.

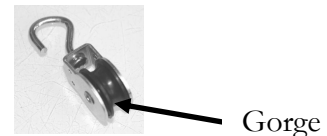
Exemple : Elle n'a pas la force de déplacer l'armoire.

En physique : La force permet d'expliquer ...

- comment les objets interagissent,
- quelles sont leurs déformations (il s'allonge, ...)
- quelles sont les modifications de leurs mouvements (il s'arrête, accélère,....).

**Gorge** (nom féminin)

Creux sur le pourtour d'une poulie destiné à recevoir une corde ou une courroie.



**Gobelet** (nom masculin)

Réceptacle pour boire, généralement sans pieds et sans anse.



**Inconvénient** (nom masculin)

Aspect négatif de quelque chose. Exemple : inconvénient d'un métier.

**Masse** (nom féminin)

La masse est liée à la quantité de matière d'un objet. Grandeur physique qui se mesure en kilogramme. La masse d'un objet reste inchangée quel que soit l'endroit où se trouve cet objet. La masse d'un objet se mesure avec une balance (ici balance de cuisine).



**Mesure** (nom féminin)

Évaluation d'une grandeur ou d'une quantité, par comparaison avec une autre de même espèce et prise comme référence. Exemple : cette latte mesure 32 centimètres.

**Moufle** (nom féminin)

Deux poulies (ou plus) attachées sur la même chape.



**Palan** (nom masculin)

Association de poulies (dont au moins une est fixe et l'autre mobile) et attachées par la même corde. On distingue les palans manuels, électriques, pneumatiques et hydrauliques. Ils peuvent soulever des charges atteignant 60 tonnes.



**Poids** (nom masculin)

Force avec laquelle un astre (pour nous la Terre) attire vers lui les objets qui l'entourent. Le poids d'un objet varie en fonction de l'astre qui attire l'objet (sur la Lune, notre poids est 6 fois plus petit que sur Terre alors que sur le Soleil il serait 70 fois plus grand que sur Terre). Le poids se mesure avec un ressort qui se déforme lorsque l'objet y est suspendu.



**Poulie** (nom féminin)

Roue portée par un axe et dont la jante est aménagée





pour recevoir un lien flexible (câble, cordage, courroie, chaîne, etc.) pour permettre la transmission d'un mouvement.

**Treuil** (nom masculin)

Appareil destiné à tirer ou à lever des charges, par l'intermédiaire d'un cordage, d'un câble ou d'une chaîne qui s'enroule autour d'un cylindre horizontal (appelé « tambour »), actionnés avec ou sans démultiplication par une manivelle ou par un moteur.



# LES ENGRENAGES

UMONS  
Université de Mons

Carré des Sciences  
Institut d'Administration Scolaire



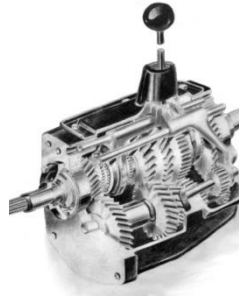
## Table des matières

<b>CHAPITRE 3 - LES ENGRENAGES .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Notre quotidien.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Un peu de théorie .....</b>	<b>1</b>
2.1. Qu'est-ce qu'un engrenage ? .....	1
2.2. L'essoreuse à salade .....	1
2.3. Le plateau et le pignon de la bicyclette.....	2
2.4. Les sens de rotation .....	3
2.5. La vitesse de rotation .....	3
2.6. Plans de rotation perpendiculaires .....	3
<b>3. Montages possibles que peuvent construire les élèves .....</b>	<b>4</b>
3.1. Maquette du système qui fait tourner la cabane.....	4
3.2. Maquette du changement de vitesses de la bicyclette .....	5

## Chapitre 4 - Les engrenages

### 1. Notre quotidien

Les engrenages sont présents dans bon nombre d'objets techniques qui font partie de notre quotidien :



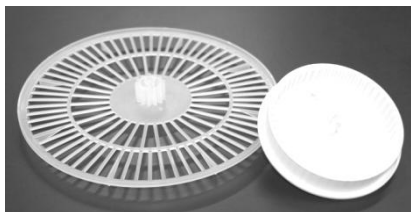
### 2. Un peu de théorie

#### 2.1. Qu'est-ce qu'un engrenage ?

Un engrenage est un assemblage mécanique de plusieurs roues dentées qui sont en relation (soit en contact, soit reliées par une courroie) les unes avec les autres. Les dents doivent être de même taille et même forme ; la distance entre les axes de rotation doit être aussi bien ajustée. Chaque dent d'une des roues entraîne une autre dent d'une autre roue, évitant ainsi tout glissement. La taille de ces roues et donc leurs nombres de dents ainsi que leurs orientations peuvent être différentes. Les engrenages servent à transmettre des mouvements, à modifier la vitesse (la surmultiplier, l'augmenter – ou la démultiplier, la réduire) ou le plan de rotation de ces mouvements. Toutes ces modifications servent à faciliter la tâche à effectuer.



#### 2.2. L'essoreuse à salade



L'exemple classique d'engrenages est celui de l'essoreuse à salade. Les élèves, qui connaissent bien cet ustensile de cuisine, ne se sont pas, ou très rarement, penchés sur son principe de fonctionnement. Il est possible de passer un bon moment à le découvrir. Dans le couvercle de l'essoreuse, se trouvent deux roues dentées, une grande et une petite, mises en contact l'une avec l'autre. Par l'intermédiaire de la manivelle, nous faisons tourner la grande roue. Cette roue tourne lentement et nous sentons une certaine difficulté à la faire tourner. Dans son mouvement, la grande roue entraîne une plus petite roue (dans le même sens car la plus petite roue se trouve à l'intérieur de la grande). Cette petite roue, qui tourne rapidement, entraîne

avec elle le panier dans lequel est déposée la salade humide. En tournant, les gouttes d'eau, par « effet centrifuge », sont évacuées vers l'extérieur du panier et recueillies dans le bol. Plus le panier tourne vite, plus l'eau est éjectée hors de ce dernier. L'essoreuse à salade est un multiplicateur de vitesse (petite vitesse en début de chaîne - la main -, vitesse plus importante en fin de chaîne le panier tourne vite).

Les élèves pourront compter le nombre de tours que fait la petite roue pendant un tour complet de la grande roue et découvrir qu'il existe une relation entre le rapport des nombres de dents des deux roues et le rapport de nombre de tours effectués par ces deux roues (voir partie « *Pour en savoir plus* »). Il faut remarquer que des modèles différents ont des caractéristiques différentes.

**La notion de compromis** : Rien n'est gratuit ! Nous payons cet essorage efficace (la rotation rapide du panier) au prix d'une certaine difficulté à faire tourner la manivelle.

### 2.3. Le plateau et le pignon de la bicyclette



Ces engrenages sont mis en relation par l'intermédiaire d'une chaîne. Le pédalier fait tourner une roue dentée, cette roue entraîne la chaîne qui entraîne à son tour la roue dentée du pignon qui fait tourner la roue arrière, appelée roue motrice (alors que la roue avant est la roue directrice).

Suivant la taille de leurs diamètres, ces roues tournent plus ou moins vite.

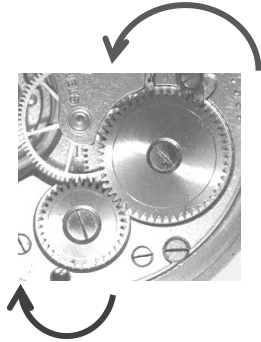
Nous savons tous que lorsque nous sommes en bas d'une côte, nous avons le réflexe d'utiliser le dérailleur pour modifier la combinaison plateau-pignon et ainsi changer de vitesse de rotation du pédalier. Nous choisissons alors de pédaler plus vite, mais d'avancer moins vite. Nous fournissons une force moins importante mais pendant un temps plus long, rien n'est parfait !

Par contre sur terrain plat, nous choisissons l'option « grand plateau ». Nous pédalons moins vite, mais nous avançons plus vite. Nous fournissons une force plus importante mais pendant un temps moins long !

**La notion de compromis** est donc présente. Il faut choisir : pédaler facilement mais longtemps, ou avancer vite mais pédaler difficilement physiquement !

## 2.4. Les sens de rotation

Le sens de rotation deux roues mises directement en contact tournent dans des sens opposés



Deux roues reliées par une courroie ou une chaîne (non croisée) tournent dans le même sens



## 2.5. La vitesse de rotation

- deux roues de même taille tournent à la même vitesse (les roues ont le même nombre de dents et une dent de l'une entraîne une dent de l'autre)
- deux roues de tailles différentes tournent à des vitesses différentes (les roues n'ont pas le même nombre de dents mais une dent de l'une entraîne une dent de l'autre, donc elles doivent tourner à des vitesses différentes)

Lien entre nombre de dents et nombre de tours (complets) :

$$\frac{\text{Nombre de dents de la roue motrice}^{26}}{\text{Nombre de dents de la roue entraînée}^{27}} = \frac{\text{Nombre de tours effectués par la roue entraînée}}{\text{Nombre de tours effectués par la roue motrice}}$$

## 2.6. Plans de rotation perpendiculaires

Dans les exemples proposés ci-dessus, les plans de rotation sont confondus ou parallèles (horizontaux dans le cas de la montre, verticaux dans le cas du pédalier de la bicyclette). Suivant les objectifs poursuivis, il peut en être autrement. Le fouet mécanique est un exemple, parmi d'autres, dans lequel les plans de rotation des engrenages sont perpendiculaires : la grande roue tourne dans un plan vertical alors que les

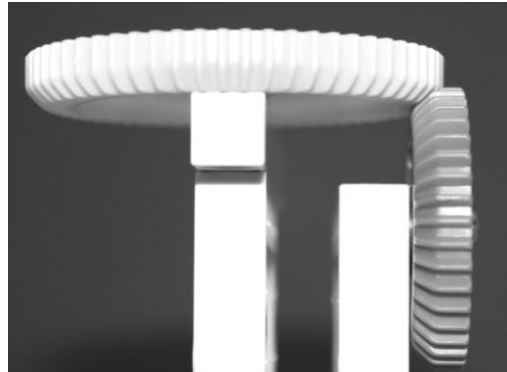


<sup>26</sup> Il s'agit de la roue sur laquelle agit la main (ou le moteur).

<sup>27</sup> Il s'agit de la roue qui est entraînée par le mouvement de la roue précédente

deux petites roues tournent dans un plan horizontal.

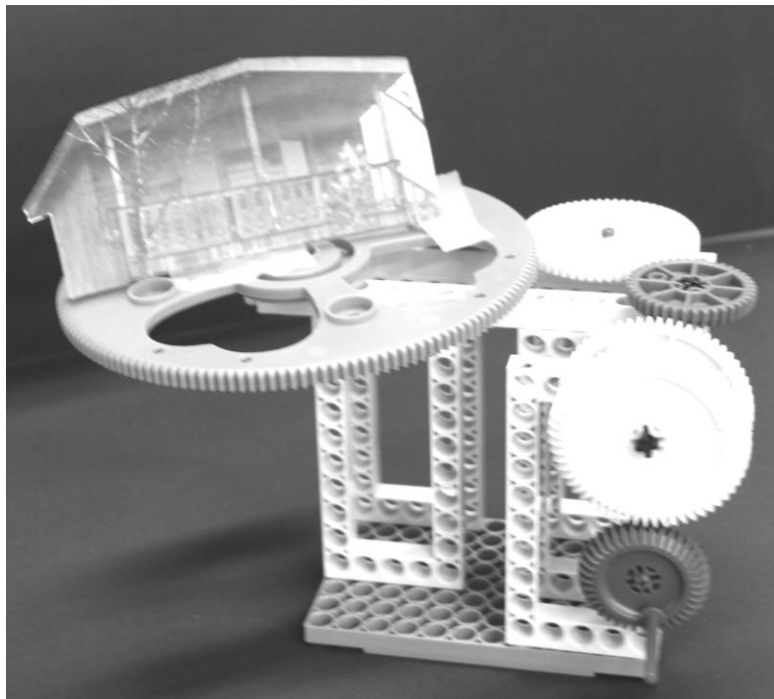
Le montage ci-contre montre qu'il est possible de construire un système qui permet de modifier les plans de rotation : la roue qui tourne dans le plan vertical et celle qui tourne dans le plan horizontal s'entraînent mutuellement grâce aux dents qui sont biseautées :



### ***3. Montages possibles que peuvent construire les élèves***

#### **3.1. Maquette du système qui fait tourner la cabane**

Voici un exemple de maquette du système qui ferait tourner la cabane que peuvent réaliser les élèves :



Il est bien évident que les élèves sont construits des maquettes différentes, celles-ci dépendront de leur imagination – que nous savons fertile.

Quelle que soit la maquette, l'important est que :

- la cabane soit « en hauteur » ;

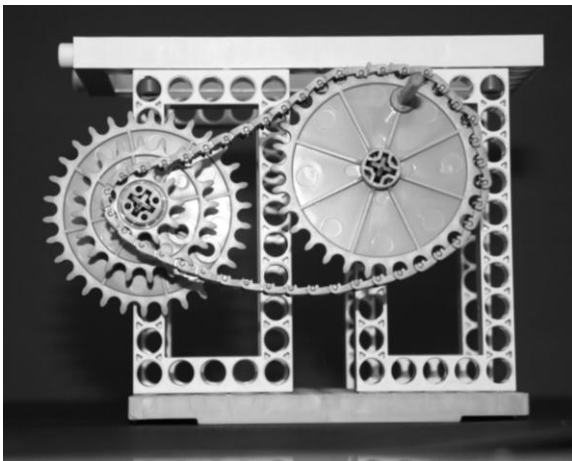
## Les machines simples - Engrenages

- que la cabane soit installée sur une roue (pour pouvoir tourner). Dans le montage ci-dessus, la roue sur laquelle la cabane est installée est la plus grande roue car, cette roue étant la plus grande, est celle qui tourne le moins vite (il ne s'agit pas d'un carrousel !)
- qu'il y ait des roues qui fassent la liaison entre le sol et la cabane (le défi demande de faire tourner la cabane à partir du sol) ;
- que ces roues verticales (au niveau du sol) entraînent, à un moment ou un autre, des roues horizontales (au niveau de la cabane). Il faut alors positionner correctement les roues (voir photo page précédente) pour que les biseaux s'entraînent mutuellement.

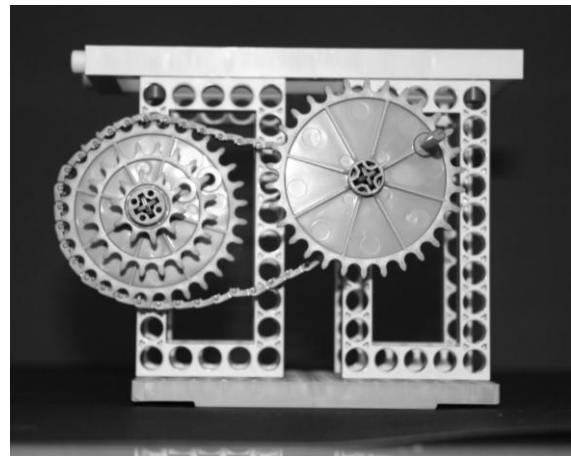
Pour le reste, les élèves sont libres de faire le montage, qui leur convient et qu'ils peuvent justifier, avec le matériel disponible dans la valise.

### 3.2. Maquette du changement de vitesses de la bicyclette

Voici un exemple de maquette du changement de vitesses de la bicyclette :

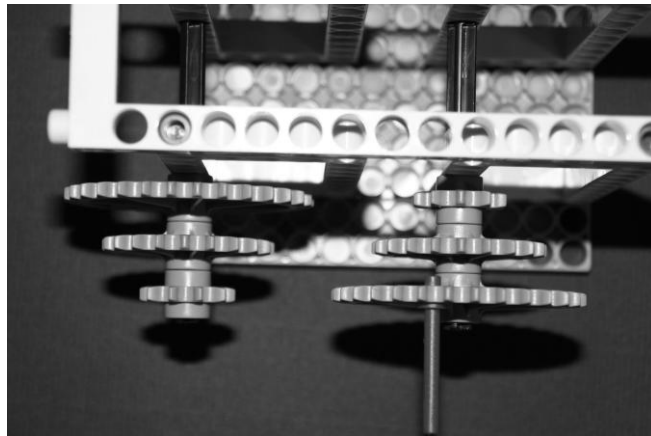


Petit pignon et grand plateau



Grand pignon et petit plateau

Vue du haut :



Quelle que soit la maquette, l'important est que :



## Les machines simples - Engrenages



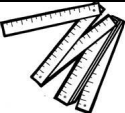



- les élèves différencient les roues dentées qui représentent le plateau et le pignon ;
- qu'ils repèrent le plateau par la manivelle (sur la bicyclette : les pédales) ;
- les roues dentées soient dans des ordres inverses (voir photo « vue du haut » : la plus grande roue du pignon et la plus petite roue du plateau sont sur le même niveau – près du cadre qui les supporte, la plus petite roue du pignon et la plus grande roue du plateau sont sur le même niveau – loin du cadre qui les supporte) ;
- que la chaîne soit suffisamment longue pour passer (manuellement) d'une combinaison de roues à une autre combinaison mais pas trop longue non plus pour pouvoir entraîner efficacement les roues.

*ATELIER : ENGRENAGES*

*COMMENT FAIRE TOURNER LA CABANE ?*

*GRILLE DE DIAGNOSTIC POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER*

## *Construction de la maquette du dispositif qui permet de faire tourner la cabane*

<p>Tu as des difficultés pour <u>construire</u> la maquette, pour attacher les cordes, le seau, pour combiner les poulies, ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je construis	
<p>Tu ne sais pas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>comment</u> organiser ton travail</li> <li>- <u>comment</u> choisir dans le matériel</li> <li>- <u>comment</u> présenter tes mesures</li> <li>- ...</li> </ul>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je m'organise	<p style="text-align: center;"><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 1 et 3</b></p>
<p>Tu ne sais pas faire les <u>mesures</u> ....</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je mesure	
<p>Tu <u>ne sais pas ce qu'est</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une poulie,</li> <li>- une force,</li> <li>- un corps en équilibre</li> <li>- ...</li> </ul>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Qu'est ce que ... ?	<p style="text-align: center;"><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 1, 2 et 3</b></p>
<p>Ta <u>maquette présente des faiblesses</u>, tu veux vérifier que tu l'as construite convenablement ....</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 J'améliore ma maquette	
<p>Tu as fini ta construction et <u>tu veux en savoir plus</u> ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 J'explore d'autres notions	

# Je me pose des questions sur la maquette qui permet de faire tourner la cabane



Combien de dents ont les roues ?  
Fiche n° 1

A quelle vitesse tournent les roues dentées ?  
Fiche n°2

Les roues tournent-elles dans le même sens ou dans des sens différents ?  
Fiche n°3

Où trouve-t-on des engrenages ?  
Fiche n° 1

Qu'est ce qu'une force ?  
Fiche n°4



Qu'est ce qu'une roue dentée ?  
Fiche n°2



Les roues dentées s'emboîtent-elles correctement ?  
Fiche n° 1



Comment emboîter et attacher les roues dentées ?  
Fiche n° 1



Comment fixer les roues dentées ?  
Fiche n°2



Comment organiser la construction de ta maquette ?  
Fiche n° 1

Une chaîne d'actions !  
Fiche n° 1



Le batteur à oeufs manuel  
Fiche n° 2

Qu'est ce qu'un engrenage ?  
Fiche n°3

Comment présenter les résultats ?  
Fiche n°5



La taille des roues dentées a-t-elle de l'importance ?  
Fiche n°2

Nommons correctement les roues dentées !  
Fiche n°4







Il est possible de faire tourner les roues dentées dans des plans différents !  
Fiche n°3

*ATELIER : ENGRENAGES*

*COMPRENDRE LE CHANGEMENT DE VITESSES DU VÉLO*

*GRILLE DE DIAGNOSTIC POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER*

## *Construction de la maquette du dispositif qui permet de faire tourner la cabane*

<p>Tu as des difficultés pour <u>construire</u> la maquette, pour attacher les cordes, le seau, pour combiner les poulies, ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je construis	
<p>Tu ne sais pas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>comment</u> organiser ton travail</li> <li>- <u>comment</u> choisir dans le matériel</li> <li>- <u>comment</u> présenter tes mesures</li> <li>- ...</li> </ul>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je m'organise	<p style="text-align: center;"><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 1 et 3</b></p>
<p>Tu ne sais pas faire les <u>mesures</u> ....</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Je mesure	
<p>Tu <u>ne sais pas ce qu'est</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une poulie,</li> <li>- une force,</li> <li>- un corps en équilibre</li> <li>- ...</li> </ul>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 Qu'est ce que ... ?	<p style="text-align: center;"><b>Nous attirons ton attention sur les fiches n° 1, 2 et 3</b></p>
<p>Ta <u>maquette présente des faiblesses</u>, tu veux vérifier que tu l'as construite convenablement ....</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 J'améliore ma maquette	
<p>Tu as fini ta construction et <u>tu veux en savoir plus</u> ...</p>	<p>... consulte la marguerite repérée par le logo...</p>	 J'explore d'autres notions	

# Je me pose des questions sur le système pignon-plateau du vélo

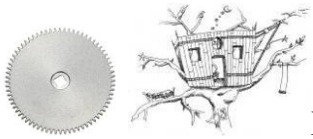


*ATELIER : ENGRENAGES*

*COMMENT FAIRE TOURNER LA CABANE ?*

*FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER*





## Des cabanes dans les arbres

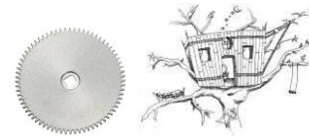


Les habitants de cette superbe cabane n'ont pas de courant électrique mais ils souhaiteraient la faire tourner, au gré des saisons pour suivre le Soleil. Pourrais-tu les aider? Pour cela imagine et construis **une maquette** d'un système qui pourrait faire tourner la cabane, **à partir du sol et le plus facilement possible.**

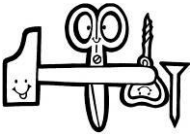
Construis ta maquette avec le matériel mis à ta disposition.

Ta maquette doit permettre de :

- d'**expliquer** le principe de l'objet technique,
- d'estimer les **avantages** et les **inconvénients** du système.



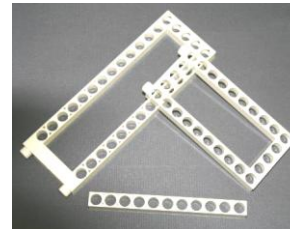
## Fiche n°1' : Comment fixer les roues dentées ?



### Comment attacher les roues sur leurs supports ?

Des cadres et des supports permettent d'attacher les roues.

Cadres et tige :



Support :



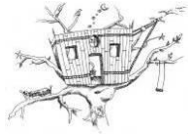
!!! Il est tout à fait interdit d'enlever les petits supports rouges avec les dents, un petit outil jaune est prévu pour cela :



Il est facile d'emboîter les roues les unes dans les autres

Les roues dentées ne doivent être ni trop loin ni trop près les unes des autres. Il faut qu'elles puissent tourner librement mais aussi entraîner la roue voisine. Voici un exemple :





**Fiche n°1 : Où trouve-t-on des engrenages\* ?**



Les engrenages sont présents dans notre vie de tous les jours :



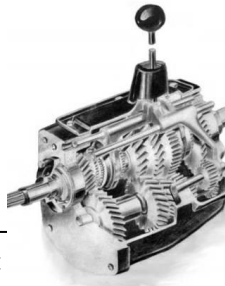
Pédalier



Essoreuse à salade




Batteur à œufs manuel

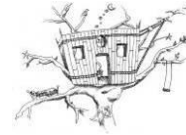


Changement vitesses de voiture



Treuil

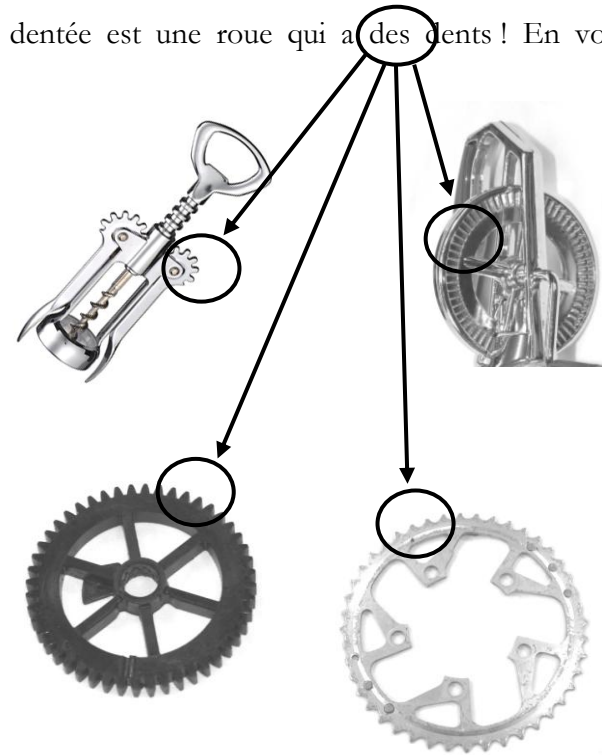
\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche n° 3  , le dictionnaire ou le lexique .

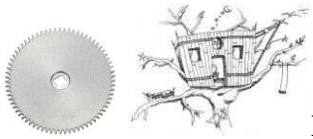


**Fiche n°2 : Qu'est-ce qu'une roue dentée ?**



Une roue dentée est une roue qui a des dents ! En voici quelques exemples :



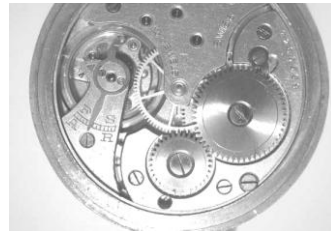


### Fiche n°3 : Qu'est-ce qu'un engrenage ?

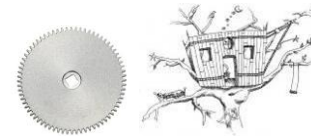


Un engrenage est un ensemble de plusieurs roues dentées, chaque roue, en tournant, fait tourner la roue voisine...

... soit par contact direct :



... soit par l'intermédiaire d'une chaîne ou une courroie :

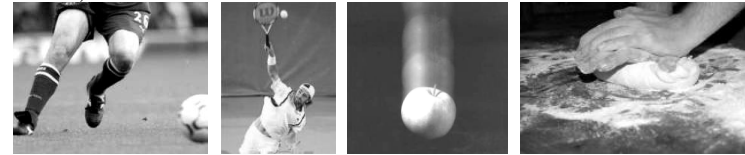


### Fiche n°4 : Qu'est-ce qu'une force ?



#### 9. Observe attentivement les situations suivantes :

Dans chacune des trois situations ci-dessous, la personne, ou l'objet exerce une **force** :



#### 10. Réponds aux questions suivantes :

- Que va faire le pied du footballeur ? Que va faire la balle après son choc ?
- Que va faire le tennisman ? Que va faire la balle de tennis après son choc ?
- Que fait la main ? Quelle est la conséquence sur la pâte à pain ?
- Que fait la pomme ? Pourquoi ? Qui est à l'origine de ce phénomène ?

11. A partir des réponses à ces questions, construis **une définition générale de ce qu'est, pour toi, une force** et **note-la** dans ton cahier de bord.

12. **Compare ta définition** à celle qui est donnée dans le lexique de ton professeur.

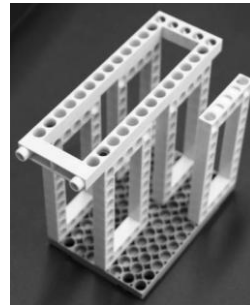
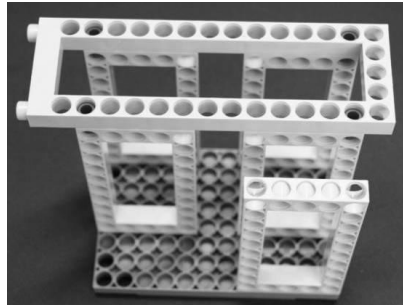




**Fiche n°1 :**  
**Comment organiser la construction de la maquette ?**

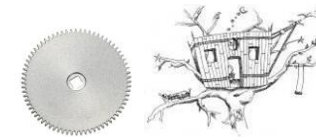


Tu as à ta disposition une base pour construire la maquette, il s'agit d'un montage semblable à celui-ci (il est peut-être légèrement différent) :



Pose-toi quelques questions à propos de ta future maquette :

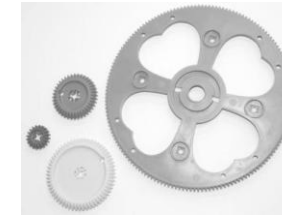
- Où va se trouver la « cabane » ?
- Où va se trouver la « personne » qui va faire tourner la cabane ?
- Avec le matériel que tu as à ta disposition, comment peux-tu faire tourner la « cabane » à partir du « sol » ?
- Une des roues dentées va servir de support pour la « cabane », laquelle ?





**Fiche n°2 :** Dans un engrenage\*, la taille des roues dentées\*\* a-t-elle de l'importance ?





Tu as à ta disposition des roues dentées de différentes tailles.





Vérifie si la taille d'une roue influence la façon de tourner (le sens, la vitesse, ...) des autres roues mises en contact avec elle.


\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche n°3 , le dictionnaire ou le lexique. 

\*\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche n°2 , le dictionnaire ou le lexique. 

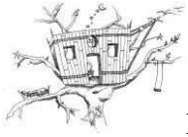
Tu veux appeler correctement chaque roue dentée ? Consulte la fiche n°1 

Tu ne sais pas comment fixer les roues sur le cadre ? Consulte la fiche n°1 

Tu ne sais pas comment compter le nombre de dents d'une roue ? Consulte la fiche n°1 

Tu ne sais pas comment déterminer la vitesse de rotation d'une roue dentée ? Consulte la fiche n°2 





Fiche n°3 : il est

possible de faire tourner les roues dentées\*dans des plans différents !



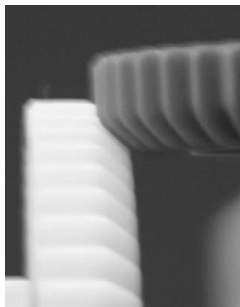
Fiche n°4 : Nommons correctement les roues dentées\*!



Il est possible d'associer une roue qui tourne horizontalement et une roue qui tourne verticalement :

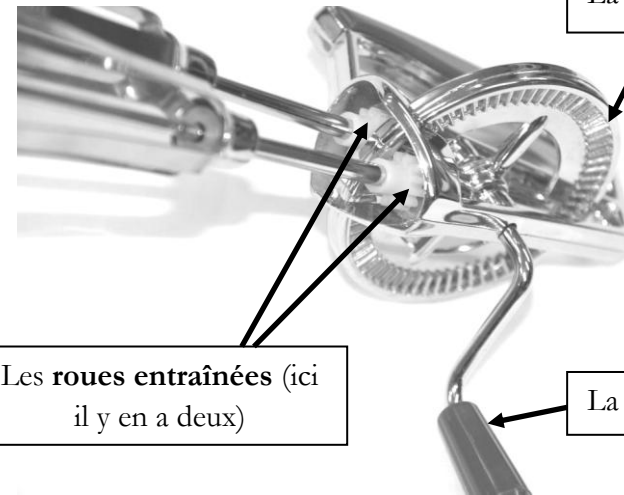


Il faut simplement faire attention à ce que les dents s'emboîtent bien dans la partie biseautée :



La roue que l'on ne touche pas mais qui est entraînée par la roue motrice s'appelle la **roue entraînée**


Prenons l'exemple du batteur à œufs manuel :



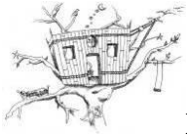
La roue motrice

Les **roues entraînées** (ici il y en a deux)

La manivelle

\* Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2  .





**Fiche n°5 : Comment  
présenter les résultats ?**



Voici un exemple de tableau que **tu peux recopier et compléter dans ton cahier de bord** :

EXEMPLE : J'utilise ..... roues. Certaines roues (combien : ...) tournent verticalement\*, d'autres (combien : ...) tournent horizontalement\*.

Dessin (numérote les roues sur ton dessin) :

Décris les roues : La roue motrice\* a ..... dents. Elle entraîne la roue qui a ..... dents, qui entraîne à son tour la roue .....

Comment tournent-elles ?

Les sens : Les roues ..... tournent dans des sens .....

Les vitesses : Quand la 1<sup>ère</sup> roue fait 1 tour, la 2<sup>ème</sup> roue fait ...tour(s), la 3<sup>ème</sup> roue .....

Les plans de rotation : les roues n° ..... tournent verticalement\*, les roues n° ..... tournent horizontalement\*.

*\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte le dictionnaire ou le lexique.*





### Fiche n°1 : Combien de dents ont les roues ?



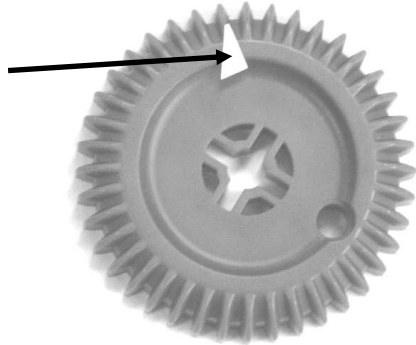
Pour compter le nombre de dents, il suffit de repérer une dent et de compter, à partir de cette dent, le nombre total de dents.

Pour repérer la première dent tu peux, par exemple, coller sur celle-ci une gommette.



**!!! N'écris pas** sur la roue dentée !!!

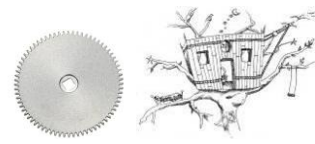
Gommette



*Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2*



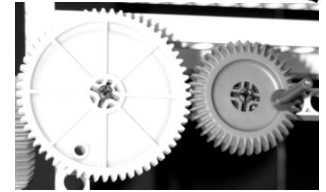
*Tu veux appeler correctement chaque roue ? Consulte la fiche n°3*



### Fiche n°2 : A quelle vitesse tournent les roues dentées\* ?



Associe les roues dentées, tu as construit probablement un montage, ou une partie de montage, qui ressemble à celui ci-contre :



Compare les vitesses de rotation des différentes roues.



**Recopie et complète le texte suivant dans ton cahier de bord :**

Pour comparer, tu as besoin d'une roue de référence\*\*.

La **roue de référence** est, par exemple, la roue que tu fais tourner à la main, celle sur laquelle tu as fixé une petite manivelle, c'est la roue N°1, (elle s'appelle \*\*\* la roue .....).

Compare la vitesse de rotation\* de cette roue à la vitesse de l'autre roue (qui s'appelle \*\*\* la roue .....).

Par exemple, **tu peux dire** : « Quand la roue N°1 (qui s'appelle \*\*\* .....) fait 1 tour, la roue N°2 (qui s'appelle \*\*\* .....) fait ..... tour(s). »

*\*Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2*



*\*\* Tu ne connais pas la signification de ce mot ? Consulte le dictionnaire ou le*

*lexique*



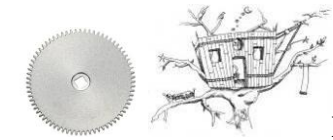
*Tu ne sais pas comment fixer et emboîter les roues les unes dans les autres ?*

*Consulte la fiche n°1*



*\*\*\*Tu veux appeler correctement chaque roue ? Consulte la fiche n°3*



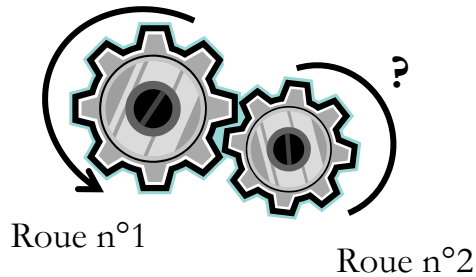


Fiche n°3 : Les roues tournent-elles dans le même sens ou dans des sens différents ?




Compare les sens de rotation\*


- Par exemple, **tu peux dire** : « La roue n°1 tourne vers la gauche ». Tu peux aussi dire : « La roue n°1 tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre »
- **Tu peux aussi dessiner** :

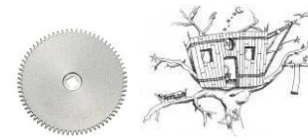


Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2 .

Tu ne sais pas comment fixer et emboîter les roues les unes dans les autres ?

Consulte la fiche n°1 .

Tu veux appeler correctement chaque roue ? Consulte la fiche n°3 .





Fiche n°1 : Les roues dentées s'emboîtent-elles correctement ?



Vérifie que les roues tournent librement, mais aussi qu'elles s'entraînent mutuellement :

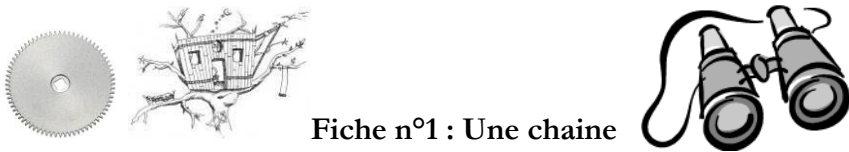


Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2 .

Tu ne sais pas comment emboîter les roues les unes dans les autres ? Consulte la fiche n°1 .

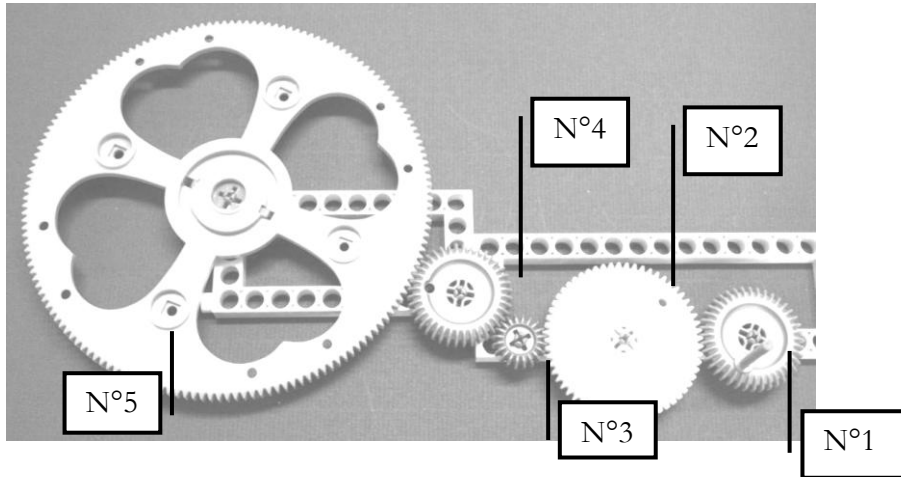






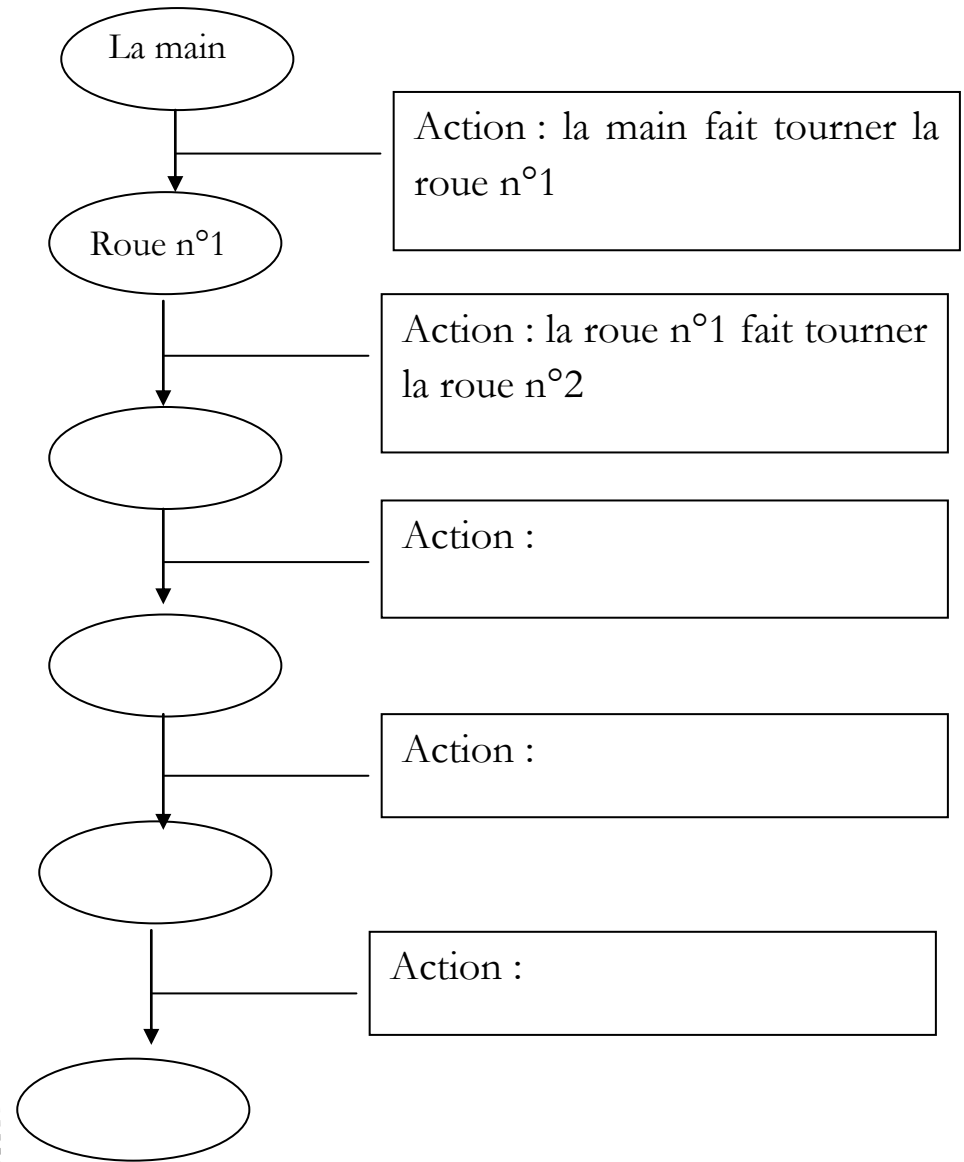
**Fiche n°1 : Une chaîne d'actions !**

Observe le montage ci-dessous (le système est mis en route grâce à la roue située en bas à droite – la roue n°1, cette roue possède une manivelle) :



**Recopie et complète le tableau ci-dessous dans ton cahier de bord :**

Complète la chaîne d'objets (dans les bulles ovales) et la chaîne d'actions (dans les rectangles) :





Fiche n°2 : Le  
bateur à œufs manuel



Tu veux comprendre le fonctionnement du bateur à œufs ?

Voici quelques exemples de questions que tu peux te poser :

- Quel est le but du bateur à œufs ?
- Combien y a-t-il de roues dentées ?
- Quelle est la taille de chaque roue ?
- Comment ces roues sont-elles placées les unes par rapport aux autres ?
- Tournent-elles dans le même sens ? À la même vitesse ? Dans les mêmes plans ? ...



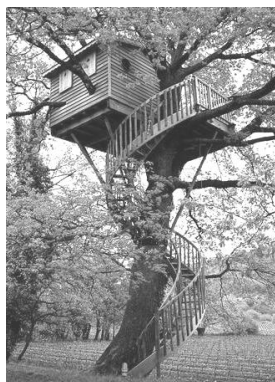
## *ATELIER : ENGRENAGES*

*COMPRENDRE LE PRINCIPE DU CHANGEMENT DE VITESSES DE LA BICYCLETTE*

*FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER*



Des cabanes dans les arbres



Les habitants de ces cabanes utilisent des bicyclettes comme moyen de locomotion. Le petit garçon de la famille voudrait comprendre le fonctionnement du système « pédalier-pignon » de son vélo. Dans ce but, construis **une maquette** qui permettra d'en montrer le principe général.

Construis ta maquette avec le matériel mis à ta disposition.

**Ta maquette** doit permettre de :

- **d'expliquer** le principe (choisit-on la même combinaison *pédalier-pignon* si le terrain est plat ou, au contraire en pente),
- d'estimer les **avantages** et les **inconvenients** des différentes combinaisons.

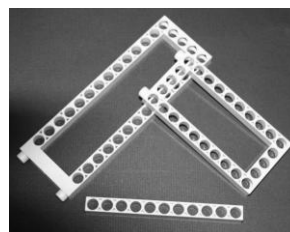


Fiche n°1 : Comment fixer les roues dentées\* ?



Des cadres et des tiges perforés ainsi que des axes noirs permettent d'attacher ces roues.

Cadres et tige :



Les axes :



Pour fixer une roue, il suffit de faire passer l'axe au travers de la roue et d'un trou du cadre perforé.



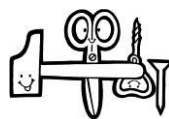
\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche n° 2 , le dictionnaire ou

le lexique 





Fiche n°2 : Comment -  
construire la chaîne qui relie les roues  
dentées\* entre elles ?

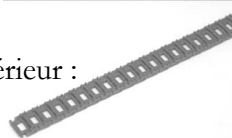


Tu peux construire une chaîne avec les maillons en plastique proposés dans le matériel.

Chaîne côté extérieur :



Chaîne côté intérieur :



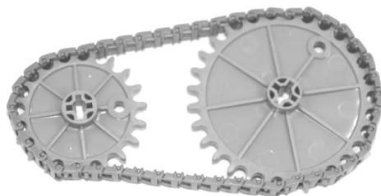
!!! Les maillons sont fragiles, il faut les manipuler avec beaucoup de précaution !!!


Cette chaîne permettra de relier les roues dentées entre elles.

La longueur de la chaîne a une grande importance : elle ne doit pas être trop grande (car alors elle ne transmet pas le mouvement) ni trop petite (car alors elle casse).


Chaque roue doit tourner librement mais aussi entraîner l'autre roue.

Voici un exemple :



\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche n° 2  , le dictionnaire ou le lexique .

Tu ne sais  comment fixer les roues sur le cadre ? Consulte la

fiche n°1 .





### Fiche n°1 : Où trouve-t-on des engrenages\* ?



Les engrenages sont présents dans notre vie de tous les jours :



Pédalier



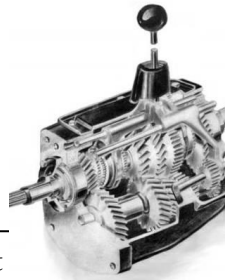
Batteur à œufs manuel



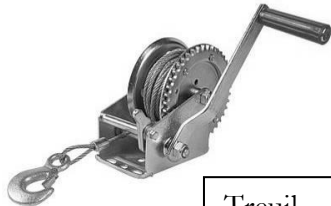
Horloge



Essoreuse à salade



Changement vitesses de voiture



Treuil

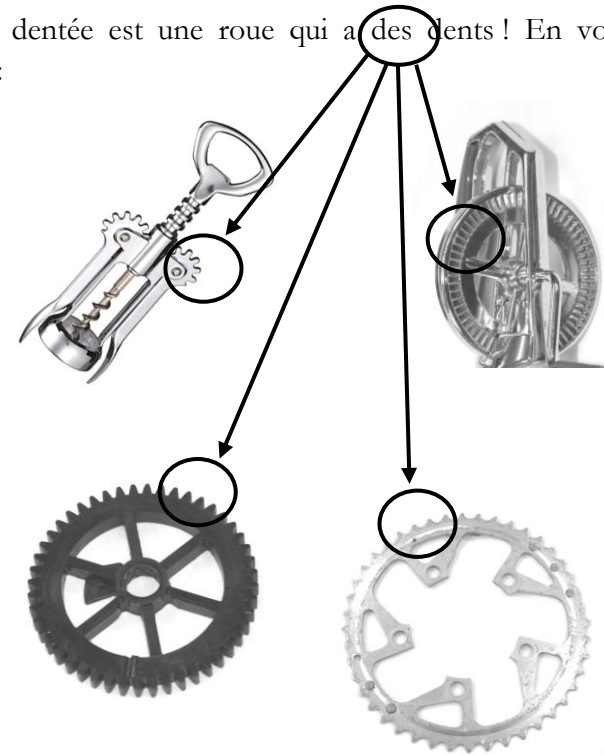
\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche n° 3 , le dictionnaire ou le lexique .



### Fiche n°2 : Qu'est-ce qu'une roue dentée ?



Une roue dentée est une roue qui a des dents ! En voici quelques exemples :



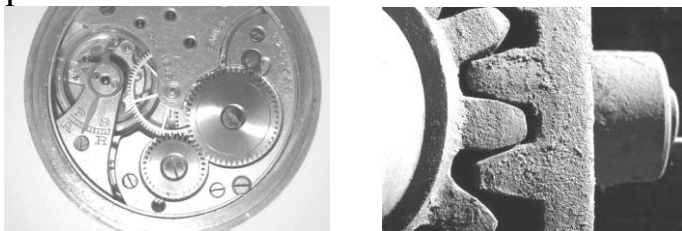


### Fiche n°3 : Qu'est-ce qu'un engrenage ?

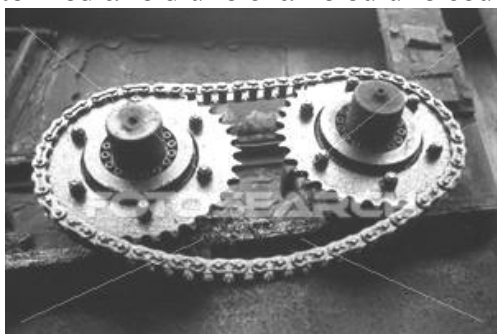


Un engrenage est un ensemble de plusieurs roues dentées\*, chaque roue, en tournant, fait tourner la roue voisine...

... soit par contact direct :



... soit par l'intermédiaire d'une chaîne ou une courroie :



a0004707 www.fotosearch.com

\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche n° 2 , le dictionnaire ou le



lexique.



### Fiche n°4 : Quelles sont les différentes les éléments qui font avancer la bicyclette ?



Voici les différents éléments qui font avancer la bicyclette :



Les autres parties de la bicyclette ne servent pas à faire avancer la bicyclette :

- La roue avant et le guidon dirigent la bicyclette ;
- le cadre donne au vélo sa rigidité ;
- les freins permettent de s'arrêter ou de ralentir.

- \*Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche



n°1

, le dictionnaire ou le lexique



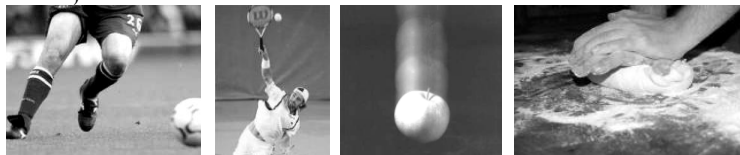


Fiche n°5 : Qu'est-ce qu'une force ?



13. Observe attentivement les situations suivantes :

Dans chacune des trois situations ci-dessous, la personne, ou l'objet exerce une **force** :



14. Réponds aux questions suivantes :

- Que va faire le pied du footballeur ? Que va faire la balle après son choc ?
- Que va faire le tennisman ? Que va faire la balle de tennis après son choc ?
- Que fait la main ? Quelle est la conséquence sur la pâte à pain ?
- Que fait la pomme ? Pourquoi ? Qui est à l'origine de ce phénomène ?

15. A partir des réponses à ces questions, construis **une définition générale de ce qu'est, pour toi, une force** et **note-la** dans ton cahier de bord.

16. Compare ta **définition** à celle qui est donnée dans le lexique.



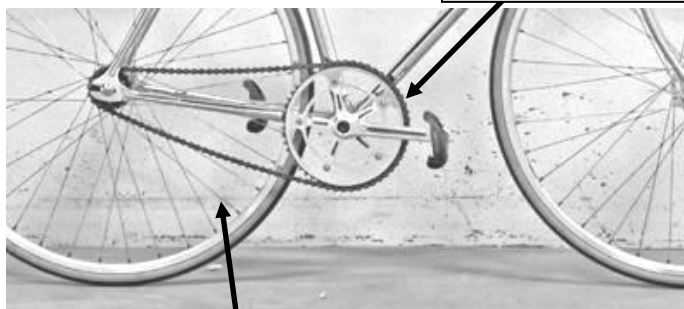




Fiche n°1 :  
Comment s'appellent les roues dentées\* présentes sur le vélo ?



La roue dentée\* qui est attachée au pédalier et qui tourne quand tu pédales s'appelle le **plateau** (elle entraîne le pignon).



La roue dentée\* qui est sur la roue arrière s'appelle le **pignon** (ou **roue entraînée** – elle est entraînée par le plateau). Le pignon fait tourner la **roue arrière qui fait avancer le vélo**.

\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche n° 2  , le dictionnaire

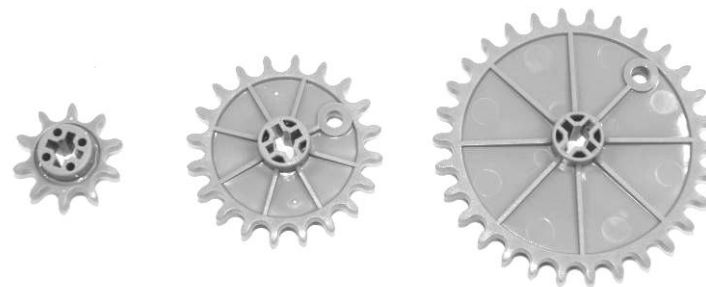
ou le lexique. 





Fiche n°2 : Est-ce que la taille des roues dentées\* a de l'importance ?



Tu as à ta disposition des roues dentées\* de 3 tailles différentes.



Vérifie si la taille d'une roue influence la façon de tourner (le sens, la vitesse, ...) des autres roues.

\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche n° 2  , le dictionnaire ou le lexique. 

Tu veux appeler correctement chaque roue dentée ? Consulte la fiche n°1 

Tu ne sais pas comment fixer les roues sur le cadre ? Consulte la fiche n°1 

Tu ne sais pas comment relier les roues entre elles ? Consulte la fiche n°2 

Tu ne sais pas comment compter le nombre de dents d'une roue ? Consulte la fiche n°1

Tu ne sais pas comment déterminer la vitesse de rotation d'une roue dentée ?

Consulte la fiche n°2 





Fiche n°3 :

Comment présenter les résultats ?



Voici un exemple de tableau que **tu peux recopier et compléter dans ton cahier de bord** :

<p>EXEMPLE : J'utilise</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une petite*, moyenne*, grande* roue pour le pédalier*</li> <li>- une petite*, moyenne*, grande* roue pour le pignon*.</li> </ul> <p>*entoure la bonne taille</p>
<p>Dessine <b>dans ton cahier de bord</b>:</p>          
<p>Décris les roues : Le plateau* a ... dents, il entraîne le pignon* par l'intermédiaire de la chaîne. Le pignon* a ..... dents.</p>
<p>Comment tournent-elles ?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendant que le plateau* fait 1 tour, le pignon* fait ... tour(s). Donc la roue arrière fait .... tours.</li> </ul>

Refais le même tableau pour trois associations de roues différentes et compare les résultats entre eux.

*\*Tu ne connais pas le sens de ce mot ? Consulte la fiche correctement chaque roue ?*

Consulte la fiche n°1 , le dictionnaire ou le lexique. 





Fiche n°1 : Comment compter le nombre de dents de chaque roue dentée \*?

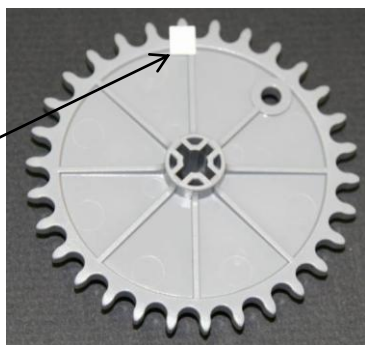


Pour compter le nombre de dents, il suffit de repérer une des dents de la roue et de compter, à partir de cette dent, le nombre total de dents.

Pour repérer cette première dent tu peux, par exemple, coller sur celle-ci une gommette.



!!! N'écris pas sur la roue dentée !!!

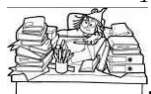


Gommette



\*Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2

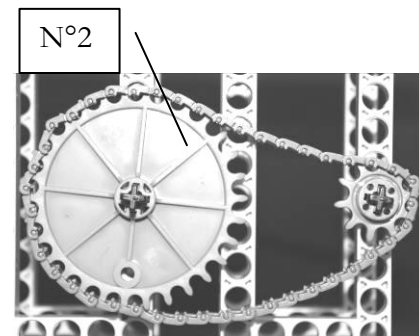
Tu veux appeler correctement chaque roue dentée ? Consulte la fiche n°1



Fiche n°2 : Comment mesurer la vitesse à laquelle tournent les roues dentées\* ?



Observe ton montage, il ressemble probablement à celui qui est ci-contre :



La **roue de référence** est la roue que tu fais tourner à la main, c'est la roue N°1, (sur le vélo, tu la fais tourner avec les pédales et elle s'appelle \*\*.....).



Compare la vitesse de rotation\* de cette roue à la vitesse de l'autre roue (qui s'appelle \*\*..... sur le vélo).

Par exemple, **tu peux dire** : « Quand la roue N°1 (qui s'appelle \*\*..... sur le vélo) fait 1 tour, la roue N°2 (qui s'appelle \*\*..... sur le vélo) fait ..... tour(s). »



\* Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2 , le dictionnaire ou le



lexique



\*\* Tu veux appeler correctement chaque roue dentée ? Consulte la fiche n°1

Tu ne sais pas comment fixer les roues dentées ? Consulte la fiche n°1



Tu ne sais pas comment relier les roues dentées entre elles ? Consulte la fiche n°2





Fiche n°3 : Les roues dentées\* tournent-elles dans le même sens ou dans des sens différents ?

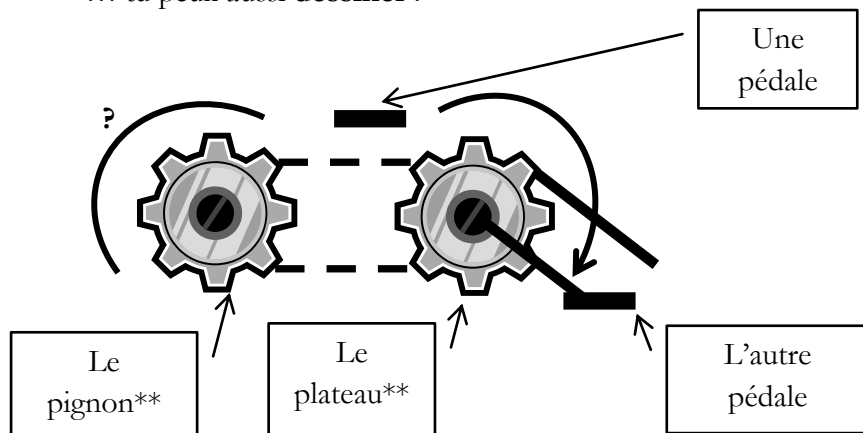


Recopie et complète le texte suivant dans ton cahier de bord :

Pour comparer les sens de rotation\* ...

– ...tu peux **dire** : « Le pédalier\*\* tourne vers la droite » ou « Le pignon\*\* tourne ..... »

– ... tu peux aussi **dessiner** :



\*Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2



\*\*Tu ne connais pas la signification de ce mot ? Consulte la fiche n°1



Tu ne sais pas comment fixer les roues dentées ? Consulte la fiche n°1  
Si tu mets les roues directement en contact l'une avec l'autre, les sens de rotation sont-ils identiques à ceux de la situation ci-dessus ?





Fiche n°1 : Les roues dentées\* tournent-elles librement ?



Fiche n°2 : La chaîne est-elle bien fermée ?



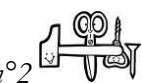
Vérifie que les roues tournent librement, que l'axe n'est pas coincé.



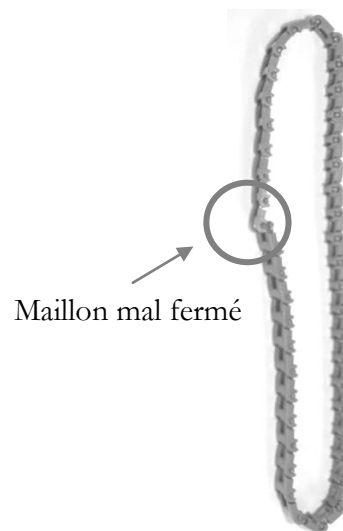
\*Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2.



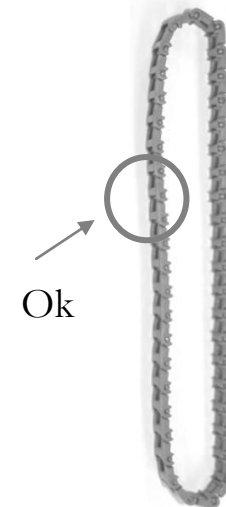
Tu ne sais pas comment fixer les deux roues ? Consulte la fiche n°1.



Tu ne sais pas comment relier les deux roues ? Consulte la fiche n°2.



Maillon mal fermé



Ok



\*Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2.



Tu ne sais pas comment fixer les deux roues ? Consulte la fiche n°1.



Tu ne sais pas comment relier les deux roues ? Consulte la fiche n°2.

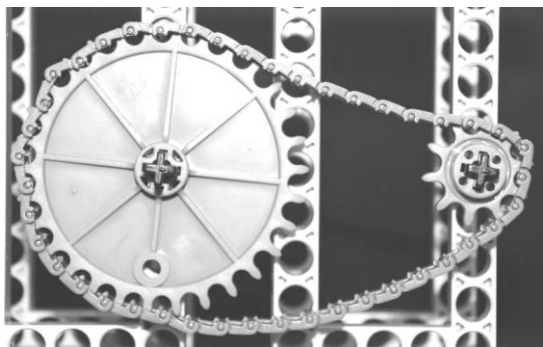




Fiche n°3 : Les  
maillons de la chaîne entraînent-ils bien les roues  
dentées\* ?



La chaîne ne doit pas être trop petite ni trop grande. Juste un peu  
lâche\*\* :



\*\* Tu ne connais pas la signification de ce mot ? consulte le lexique ou un  
dictionnaire.



\*Tu ne sais pas ce qu'est une roue dentée ? Consulte la fiche n°2 .

Tu ne sais pas comment fixer les deux roues ? Consulte la fiche n°1 .

Tu ne sais pas comment relier les deux roues ? Consulte la fiche n°2 .





Fiche n°1 : Et l'essoreuse à salade ?

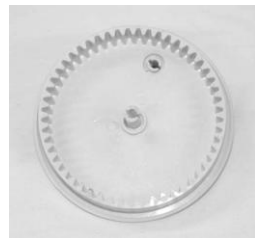
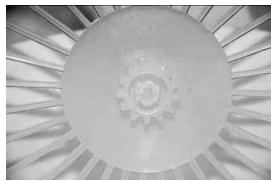


Tu veux comprendre le fonctionnement de l'essoreuse à salade ?

Voici quelques questions que tu peux te poser :

- Quel est son but ?
- Combien y a-t-il de roues dentées ?
- Quelles tailles ont-elles ? Comment sont-elles positionnées ?
- Tournent-elles dans le même sens ? à la même vitesse ?

...

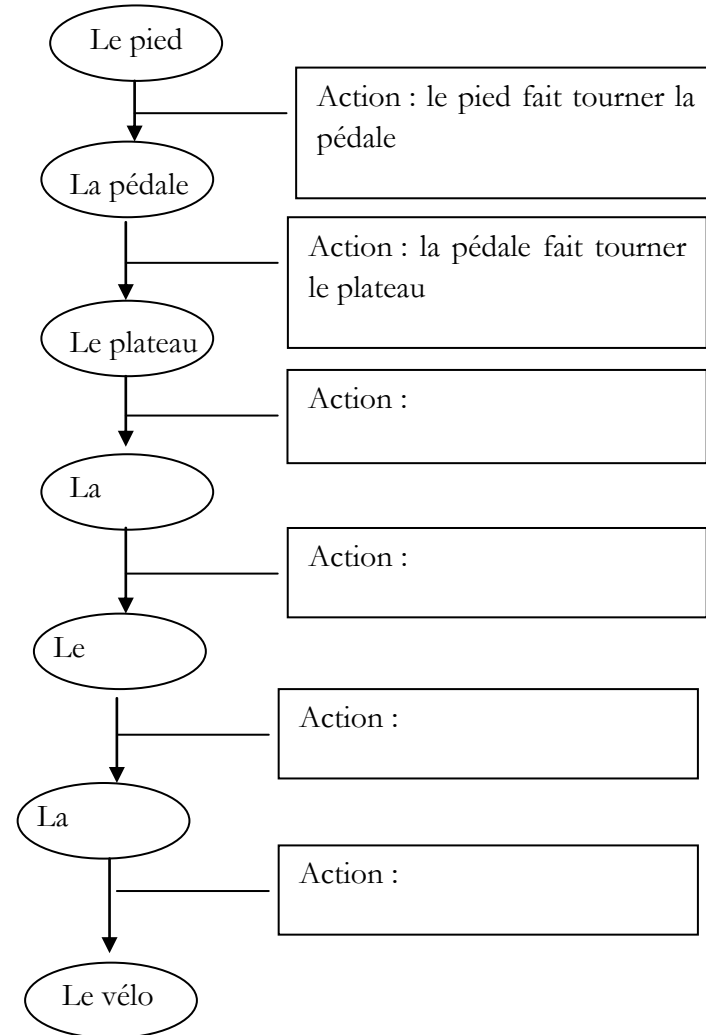


Fiche n°2 : Une chaîne d'actions !



Recopie et complète le tableau ci-dessous dans ton cahier de bord :

Complète la chaîne d'objets (dans les bulles ovales) et la chaîne d'actions (dans les rectangles) :



*ATELIER : ENGRENAGES*

*COMMENT FAIRE TOURNER LA CABANE ?*

*CORRIGÉ DES FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER*





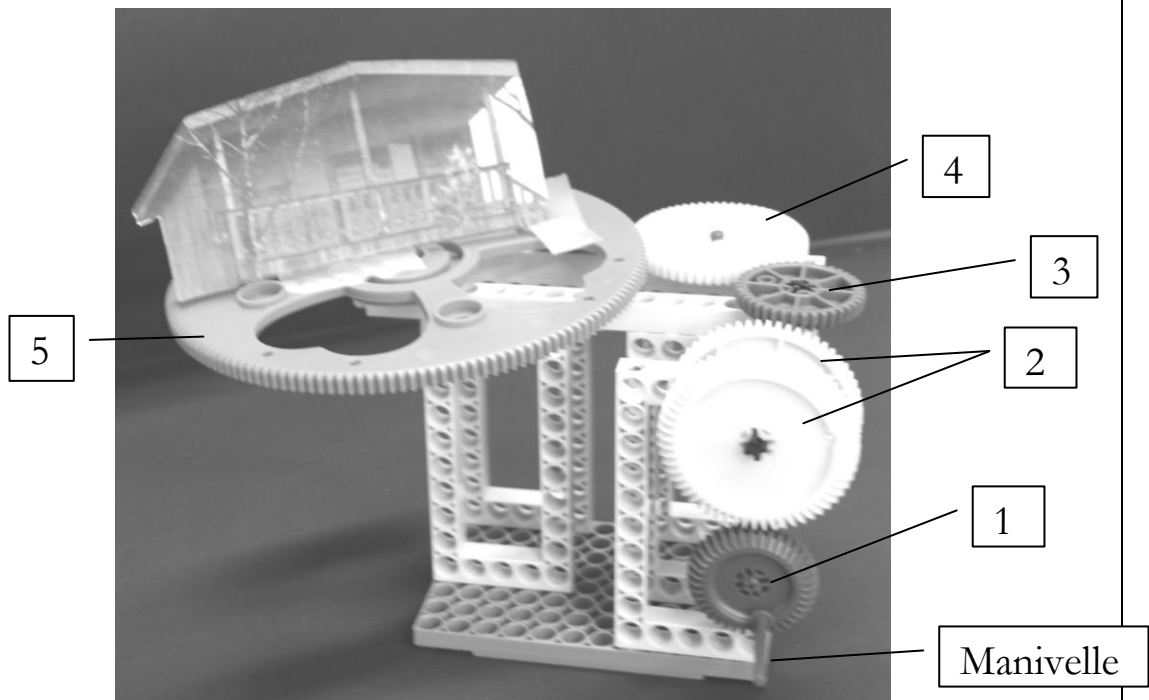
## Correction de la fiche n°5 : Comment présenter les résultats ?



Voici un **exemple** de tableau complété :

EXEMPLE : J'utilise 6 roues. Certaines roues (N° 1, 2) tournent verticalement, d'autres (N°3, 4 et 5) tournent horizontalement.

Dessin (numérote les roues sur ton dessin) :



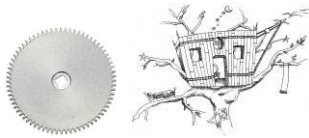
Décris les roues : La roue motrice (N°1, manivelle) a 40 dents. Elle entraîne les roues (N°2) qui ont 60 dents, qui entraînent la roue (N°3) qui a 40 dents qui fait tourner la roue (N°4) qui a 60 dents qui fait enfin tourner la roue (N°5) qui a 120 dents.

Comment tournent-elles ?

Les sens : Les roues 1, 3 et 5 tournent dans le sens contraire des roues 2 et 4.

Les vitesses : Quand la 1<sup>ère</sup> roue fait 1 tour, la 2<sup>ème</sup> roue fait 4/6 de tour, la 3<sup>ème</sup> roue 1 tour, la 4<sup>ème</sup> roue fait 4/6 de tour et la dernière roue fait  $(4/6) \times (6/12) = 4/12 = \underline{1/3} de tour.$

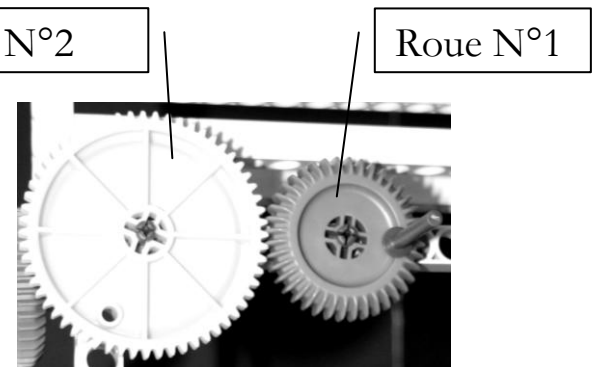
Les plans de rotation : les roues (N° 1, 2) tournent verticalement, les roues (N°3, 4 et 5) tournent horizontalement.



## Correction de la fiche n°2 : A quelle vitesse tournent les roues dentées ?

Associe les roues dentées, tu as construit probablement un montage, ou une partie de montage, qui ressemble à celui ci-contre :

Compare les vitesses de rotation des différentes roues.



Pour comparer, tu as besoin d'une roue de référence.

La **roue de référence** est, par exemple, la roue que tu fais tourner à la main, celle sur laquelle tu as fixé une petite manivelle, c'est la roue N°1, (elle s'appelle la roue **motrice**).

Compare la vitesse de rotation de cette roue à la vitesse de l'autre roue (qui s'appelle la roue **entraînée**).

Par exemple, **tu peux dire** : « Quand la roue N°1 (roue **motrice**) fait 1 tour, la roue N°2 (roue **entraînée**) fait 4/6 de tour (donc pas un tour complet). »

**Par contre si l'on place la manivelle sur la roue de gauche, lorsque celle-ci fait un tour complet, la roue de droite fait 6/4 de tours soit 1 tour et demi.**



Correction de la fiche n°4 : Les roues tournent-elles dans le même sens ou dans des sens différents ?

Compare les sens de rotation

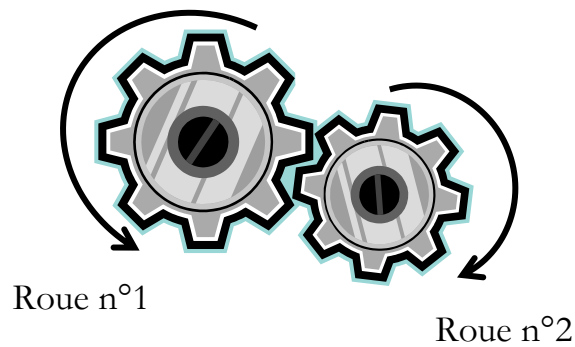
– Par exemple, **tu peux dire** :

- « La roue n°1 tourne vers la gauche et la roue n°2 tourne vers la droite ».

ou

- Tu peux aussi dire : « La roue n°1 tourne dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et la roue n°2 tourne dans le sens des aiguilles d'une montre »

– **Tu peux aussi dessiner** :



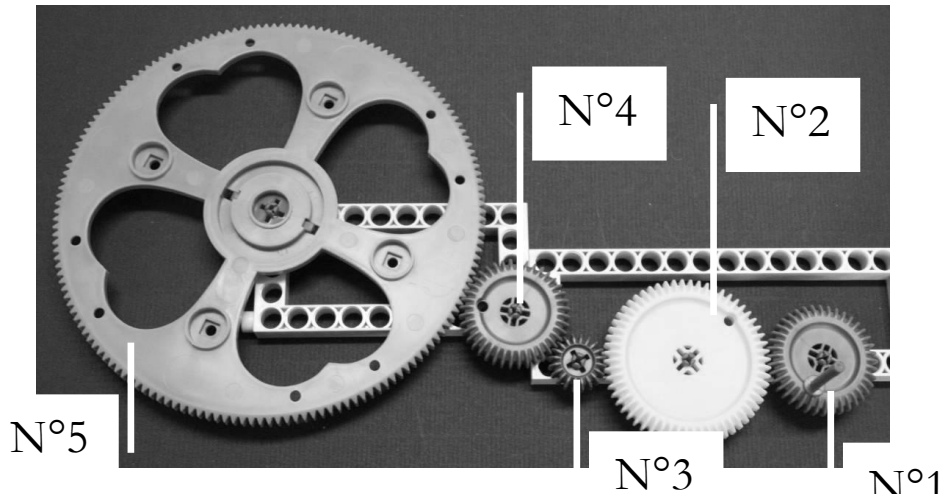


Correction de la fiche n°1 :

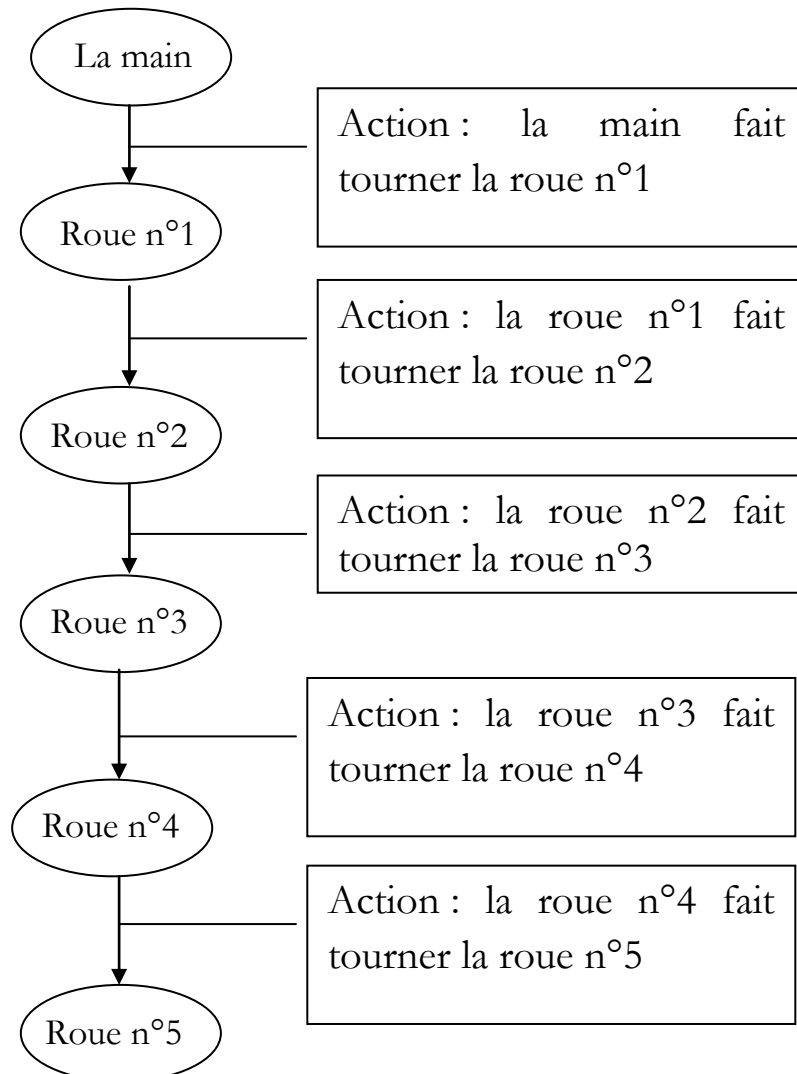


## Une chaîne d'actions !

Observe le montage ci-dessous (le système est mis en route grâce à la roue située en bas à droite – la n°1, cette roue possède une manivelle) :



Complète la chaîne d'objets (dans les bulles ovales) et la chaîne d'actions (dans les rectangles)





Correction de la fiche n°2 :



## Le batteur à œufs manuel

– ***Quel est le but du batteur à œufs ?***

Mélanger très rapidement les blancs d'œufs qui sont dans le plat pour « qu'ils montent en neige » (forment un mélange très léger et très mousseux).

– ***Combien y a-t-il de roues dentées ?***

Trois roues dentées.

– ***Quelle est la taille de chaque roue ?***

Une grande roue métallique et deux petites roues en plastique.

– ***Comment ces roues sont-elles placées les unes par rapport aux autres ?***

La grande roue est placée entre les deux petites roues et en contact avec celles-ci.

– ***Tournent-elles dans le même sens ? À la même vitesse ? Dans les mêmes plans ? ...***

La grande roue tourne verticalement et deux petites roues tournent horizontalement. La grande roue tourne lentement, les deux petites roues tournent vite. Ces deux roues tournent dans des sens opposés et entraînent les fouets qui vont donc aussi tourner vite (ce qui est important pour battre les blancs en neige).



## *ATELIER : ENGRENAGES*

*COMPRENDRE LE PRINCIPE DU CHANGEMENT DE VITESSES DE LA BICYCLETTE*

*CORRIGÉ DES FICHES D'AIDE POUR LES ÉLÈVES À PHOTOCOPIER ET À DÉCOUPER*



Correction de la fiche n°3 :



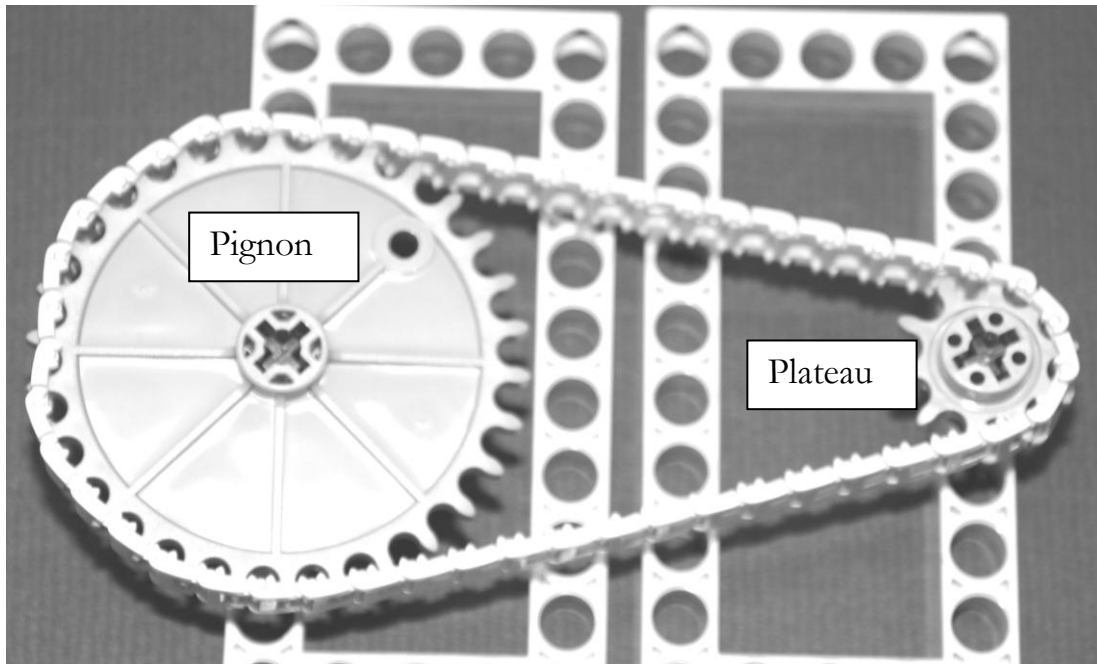
## Comment présenter les résultats ?

Voici un premier **exemple** de tableau :

J'utilise

- une petite, moyenne, grande roue pour le pédalier
- une petite, moyenne, grande roue pour le pignon.

Dessine dans ton cahier de bord :



Décris les roues : Le plateau a **10** dents, il entraîne le pignon par l'intermédiaire de la chaîne. Le pignon a **30** dents.

Comment tournent-elles ?

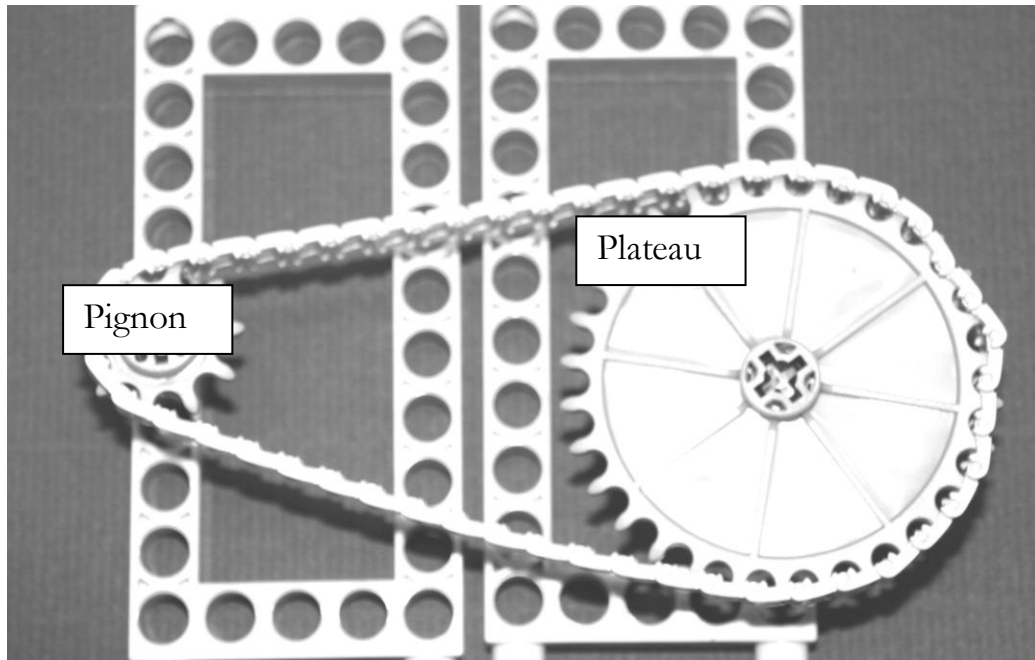
- Pendant que le plateau fait 1 tour complet, le pignon\* fait  **$\frac{1}{3}$**  de tour. Donc la roue arrière fait  **$\frac{1}{3}$**  de tour.

Voici un deuxième **exemple** de tableau :

J'utilise

- une petite, moyenne, grande roue pour le pédalier
- une petite, moyenne, grande roue pour le pignon.

Dessine dans ton cahier de bord :



Décris les roues : Le plateau a 30 dents, il entraîne le pignon par l'intermédiaire de la chaîne. Le pignon a 10 dents.

Comment tournent-elles ?

- Pendant que le plateau fait 1 tour complet, le pignon fait 3 tours. Donc la roue arrière fait 3 tours.

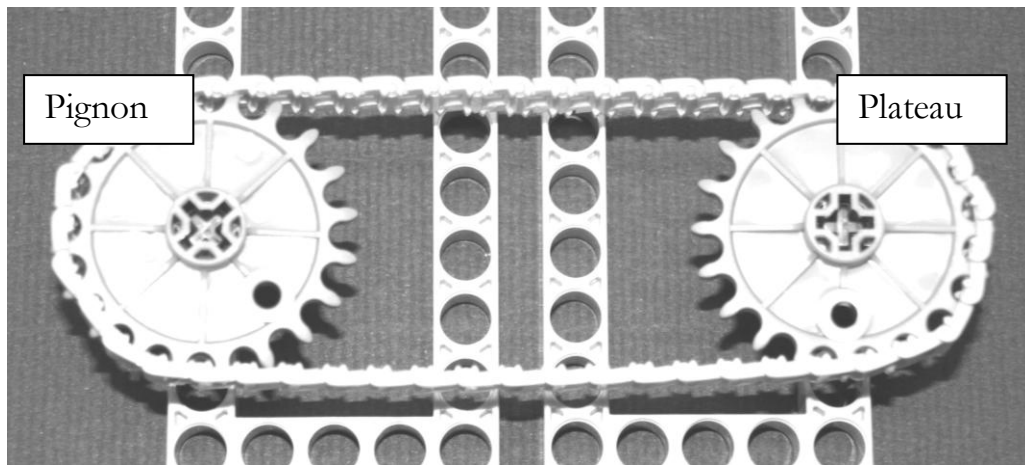
Voici un troisième exemple de tableau :

EXEMPLE : J'utilise

- une petite, moyenne, grande roue pour le pédalier
- une petite, moyenne, grande roue pour le pignon.



Dessine dans ton cahier de bord :



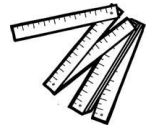
Décris les roues : Le plateau a 20 dents, il entraîne le pignon par l'intermédiaire de la chaîne. Le pignon a 20 dents aussi.

Comment tournent-elles ?

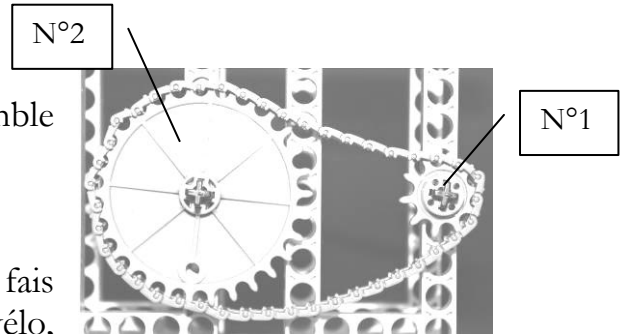
- Pendant que le plateau fait 1 tour, le pignon fait 1 tour. Donc la roue arrière fait 1 tour.



## Fiche n°2 : Comment mesurer la vitesse à laquelle tournent les roues dentées\* ?



Observe ton montage, il ressemble probablement à celui qui est ci-contre :



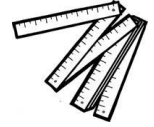
La **roue de référence** est la roue que tu fais tourner à la main, c'est la roue N°1, (sur le vélo, tu la fais tourner avec les pédales et elle s'appelle **le plateau** sur le vélo).

Compare la vitesse de rotation de cette roue à la vitesse de l'autre roue (qui s'appelle **le pignon** sur le vélo).

Par exemple, **tu peux dire** : « Quand la roue N°1 (**le plateau**) fait 1 tour, la roue N°2 (**le pignon**) fait **1/3** de tour. »



## Correction de la fiche n°3 : Les roues dentées tournent-elles dans le même sens ou dans des sens différents ?



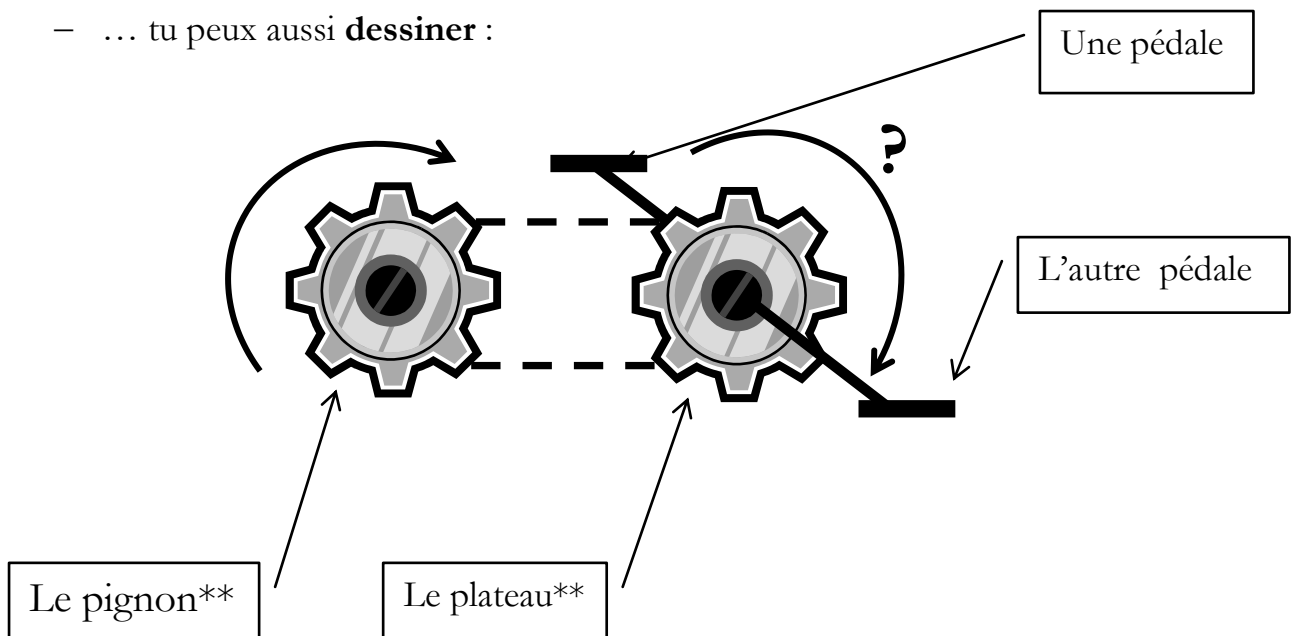
Quand le vélo avance, ...

– ...tu peux **dire** :

« Le pédalier et le pignon tournent vers la droite »

« Le pédalier et le pignon tournent comme les aiguilles d'une montre »

– ... tu peux aussi **dessiner** :



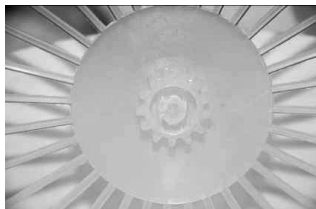


Correction de la fiche n°1 :



Et l'essoreuse à salade ?

- **Quel est son but ?** débarrasser la salade de son eau de lavage.
- **Combien y a-t-il de roues dentées ?** 2 roues dentées
- **Quelles tailles ont-elles ?** une grande et une petite.
- **Comment sont-elles positionnées ?** La petite roue tourne à l'intérieur de la grande roue. La grande roue est reliée à la manivelle, la petite au panier.
- **Tournent-elles dans le même sens ?** Oui, elles tournent dans le même sens.
- **Tournent-elles à la même vitesse ?** Non, la petite roue tourne beaucoup plus vite que la grande roue. Donc en tournant la manivelle, on entraîne la grande roue qui entraîne la petite roue qui tourne très vite et entraîne à son tour le panier. Donc la salade tourne vite et donc elle est débarrassée de son eau et ressort sèche de l'essoreuse.

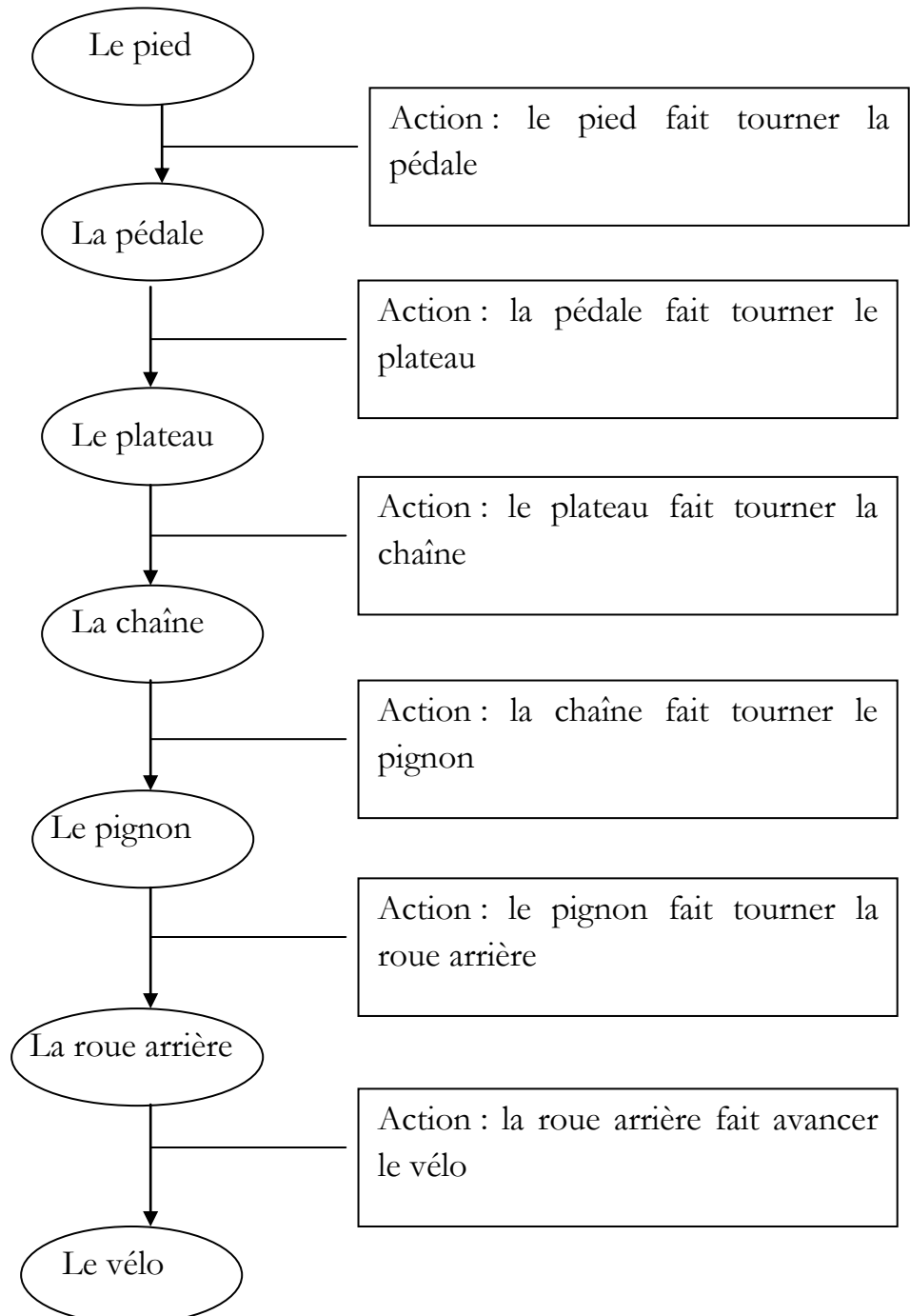




## Fiche n°2 : Une chaîne



d'actions !



*ATELIER : ENGRENAGES*

*COMMENT FAIRE TOURNER LA CABANE ?*

*LEXIQUE À PHOTOCOPIER EN PLUSIEURS EXEMPLAIRES ET À METTRE À DISPOSITION DES  
ÉLÈVES AU CENTRE DE LA CLASSE.*

# Lexique correspondant au défi

## Comment faire tourner la cabane avec des roues dentées

### **Dent** (nom féminin)

Chacune des aspérités situées sur une roue d'engrenage, pour transmettre le mouvement.

Exemple : Cette roue dentée a 56 dents.



### **Effort** (nom masculin)

Mobilisation volontaire de forces physiques, pour résister ou pour vaincre une résistance.

Exemple : Faire des efforts pour soulever un fardeau.

### **Énergie** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Ce qui permet à quelqu'un d'agir et de réagir.

Exemple : Cette personne est pleine d'énergie.

En physique : L'énergie caractérise un système physique.

Exemple : l'énergie contenue dans un élastique tendu

### **Engrenage** (nom masculin)

Ensemble de plusieurs roues dentées qui transmettent, par le contact de leurs dents, un mouvement de rotation de l'une à l'autre.



### **Force** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Vigueur physique.

Exemple : Elle n'a pas la force de déplacer l'armoire.

En physique : La force permet d'expliquer ...

- comment les objets interagissent,
- quelles sont leurs déformations (il s'allonge, ...)
- quelles sont les modifications de leurs mouvements (il s'arrête, accélère,....).

### **Inconvénient** (nom masculin)

Aspect négatif de quelque chose. Exemple : inconvénient d'un métier.

### **Rotation** (nom féminin)

Mouvement d'un corps autour d'un point, d'un axe fixe, matériel ou non.

Exemple : La rotation de la Terre autour du Soleil.

### **Roue dentée** (nom féminin)

Organe de forme circulaire qui tourne autour d'un axe qui passe par son centre et qui est garnie de dents.



### **Roue motrice** (nom féminin)

Roue qui provoque le mouvement.

Exemple : Cette voiture a 4 roues motrices.



### **Roue entraînée** (nom féminin)

Roue qui suit le mouvement.

### **Vitesse de rotation**

Mesure du nombre de tours en fonction du temps mis pour effectuer la rotation.

Exemple : Cette grande roue tourne à la vitesse de deux tours par minute.





*ATELIER : ENGRENAGES*

*COMPRENDRE LE PRINCIPE DU CHANGEMENT DE VITESSES DE LA BICYCLETTE*

*LEXIQUE À PHOTOCOPIER EN PLUSIEURS EXEMPLAIRES ET À METTRE À DISPOSITION DES  
ÉLÈVES AU CENTRE DE LA CLASSE.*

## Lexique correspondant au défi

### Comprendre le changement de vitesse de la bicyclette

#### **Chaîne** (nom féminin)

Suite d'anneaux de métal, de plastique,... qui servent à transmettre un mouvement.



Exemple : La chaîne de ma bicyclette est cassée.

#### **Dent** (nom féminin)

Chacune des aspérités situées sur une roue d'engrenage, pour transmettre le mouvement.



Exemple : Cette roue dentée a 56 dents.

#### **Dérailleur** (nom masculin)

Mécanisme qui permet de faire passer la chaîne d'un vélo d'un pignon ou d'un plateau à un autre, pour changer de développement.



#### **Développement d'une bicyclette** (nom masculin)

Distance parcourue par la bicyclette pour un tour complet du pédalier.

#### **Effort** (nom masculin)

Mobilisation volontaire de forces physiques, pour résister ou pour vaincre une résistance.

Exemple : Faire des efforts pour soulever un fardeau.

#### **Énergie** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Ce qui permet à quelqu'un d'agir et de réagir.

Exemple : Cette personne est pleine d'énergie.

En physique : L'énergie caractérise un système physique.

Exemple : l'énergie contenue dans un élastique tendu

#### **Engrenage** (nom masculin)

Ensemble de plusieurs roues dentées qui transmettent, par le contact de leurs dents, un mouvement de rotation de l'une à l'autre.



#### **Force** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Vigueur physique.

Exemple : Elle n'a pas la force de déplacer l'armoire.

En physique : La force permet d'expliquer ...

- comment les objets interagissent,
- quelles sont leurs déformations (il s'allonge, ...)
- quelles sont les modifications de leurs mouvements (il s'arrête, accélère,....).

**Inconvénient** (nom masculin)

Aspect négatif de quelque chose. Exemple : inconvénient d'un métier.

**Pédalier** (nom masculin)

Dispositif monté sur la partie inférieure du cadre d'une bicyclette, qui comprend un axe, un (ou deux) plateau(x) cranté(s) et deux manivelles supportant les pédales.



**Pignon** (nom masculin)

Ensemble de roues dentées reliées à la roue arrière de la bicyclette.



**Plateau** (nom masculin)

Ensemble de roues dentées reliées aux pédales.



**Rotation** (nom féminin)

Mouvement d'un corps autour d'un point, d'un axe fixe, matériel ou non.  
Exemple : La rotation de la Terre autour du Soleil.

**Roue motrice** (nom féminin)

Roue qui provoque le mouvement.

Exemple : Cette voiture a 4 roues motrices.

**Roue entraînée** (nom féminin)

Roue qui suit le mouvement.



**Roue dentée** (nom féminin)

Organe de forme circulaire qui tourne autour d'un axe qui passe par son centre et qui est garnie de dents.



### *Vitesse de rotation*

*Mesure du nombre de tours en fonction du temps mis pour effectuer la rotation.*

*Exemple : Cette grande roue tourne à la vitesse de deux tours par minute.*



## Table des matières

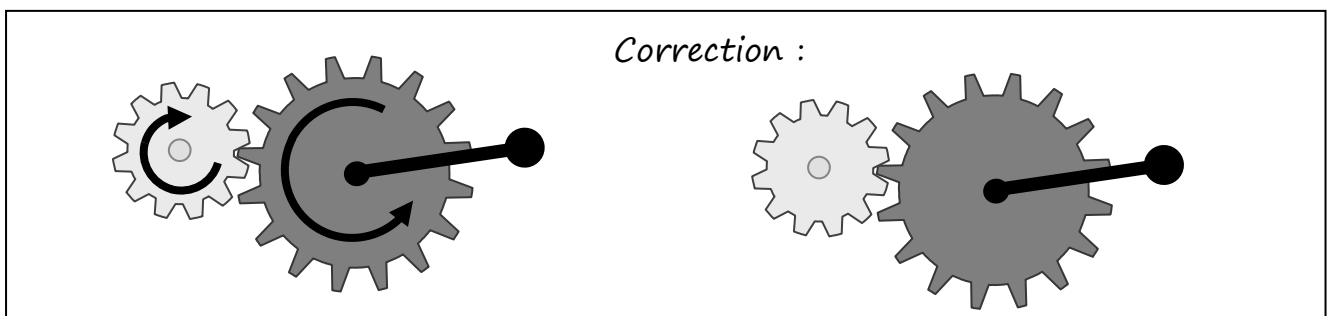
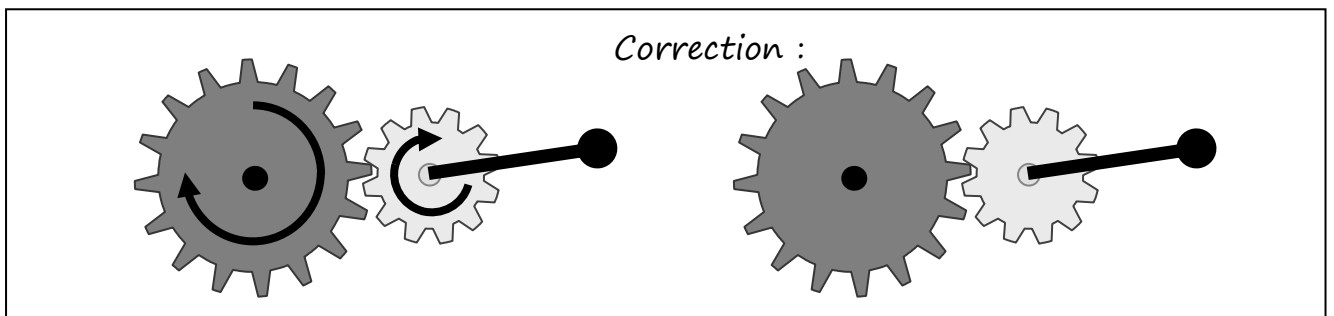
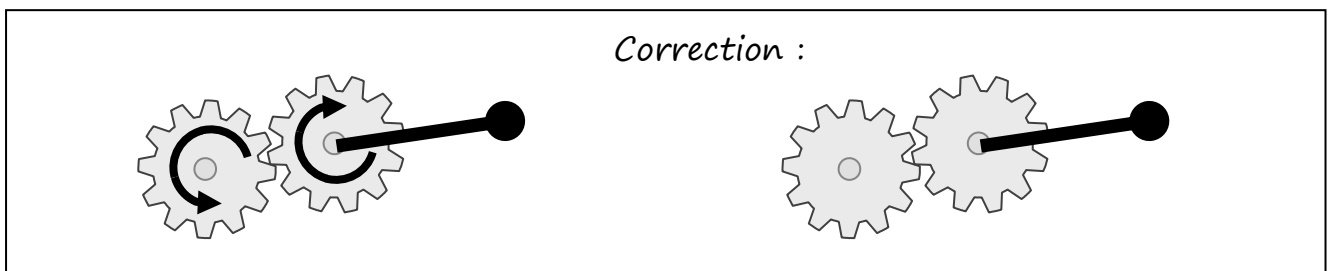
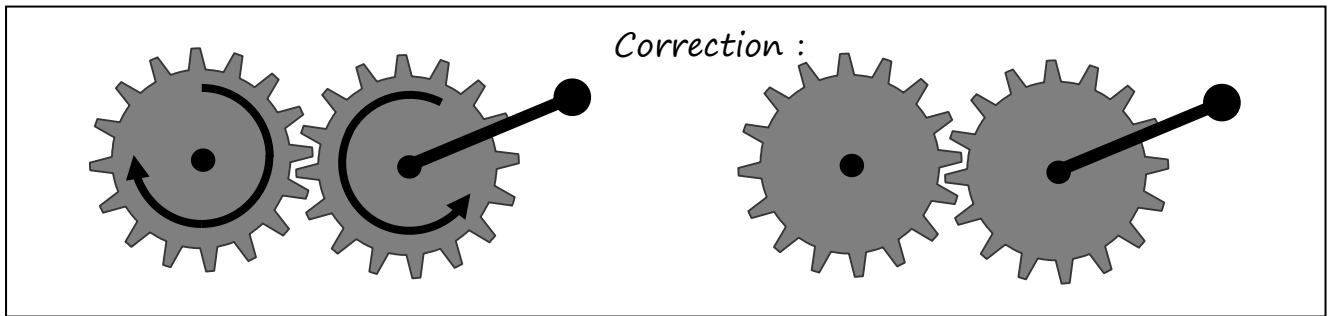
<b>Annexe 1 - Quelques exercices d'application .....</b>	<b>2</b>
<b>Annexe 2 – Consultation des fiches d'aide .....</b>	<b>13</b>
<b>Annexe 3 – Un peu d'histoire .....</b>	<b>19</b>
<b>Annexe 4 – Quelques préconceptions des élèves .....</b>	<b>22</b>
<b>Annexe 5 – Le gain mécanique (appelé aussi avantage mécanique) .....</b>	<b>24</b>
<i>Les leviers .....</i>	<i>25</i>
<i>Les poulies .....</i>	<i>25</i>
<i>Les engrenages .....</i>	<i>26</i>
<b>Annexe 6 - Transmissions et transformations de mouvements .....</b>	<b>27</b>
<b>Annexe 7 – Les frottements.....</b>	<b>29</b>
<b>Annexe 8 – Le treuil.....</b>	<b>31</b>
<b>Annexe 9 – Lexique .....</b>	<b>34</b>
<b>Annexe 10 – Exemples de carnets de bord donnés aux élèves par les enseignants lors de la mise à l'épreuve de la valise .....</b>	<b>42</b>
<i>Carnet de bord proposé par les enseignants pour l'atelier poulies : .....</i>	<i>43</i>
<i>Carnet de bord proposé par les enseignants pour l'atelier engrenages - bicyclette : .....</i>	<i>47</i>

***Annexe 1 - Quelques exercices d'application***

*Vous pouvez photocopier les dix pages de cette annexe et proposer ces exercices en activités complémentaires.*

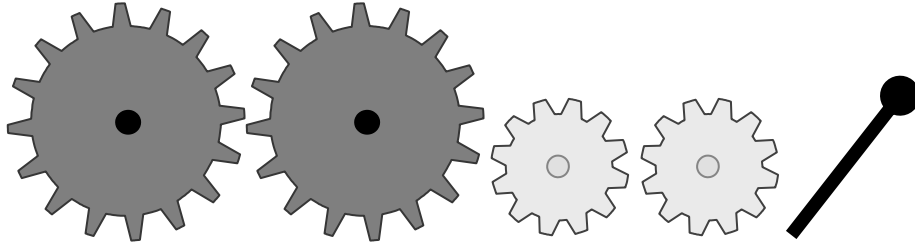
Les engrenages tournent

Observe attentivement le sens de rotation de chaque engrenage. Lorsqu'il est incorrect, corrige (dans le dessin de droite) le sens des flèches pour que les roues tournent correctement.



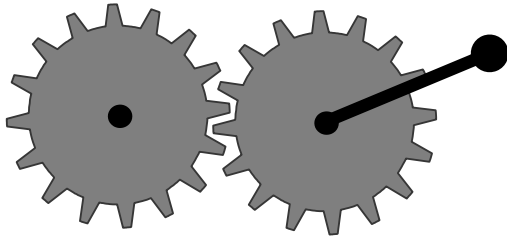
Quelle combinaison choisir ?

Pour amener une voiture en panne sur une remorque, tu veux construire un treuil. Tu as à ta disposition quatre roues dentées de deux tailles différentes et une manivelle.



Quatre possibilités d'assemblages te sont proposées ci-dessous. Pour chacune d'elles explique ton choix.

Première possibilité :



Je choisis cet assemblage car

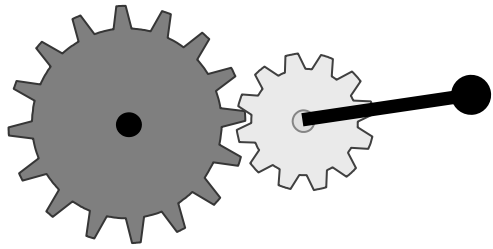
.....  
.....  
.....

Je ne choisis pas cet assemblage car

.....  
.....  
.....



Troisième possibilité :



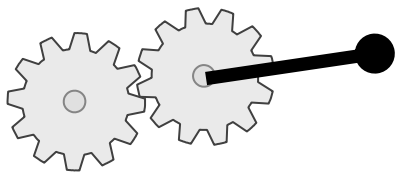
Je choisis cet assemblage car

.....  
.....  
.....

Je ne choisis pas cet assemblage car

.....  
.....  
.....

Deuxième possibilité :



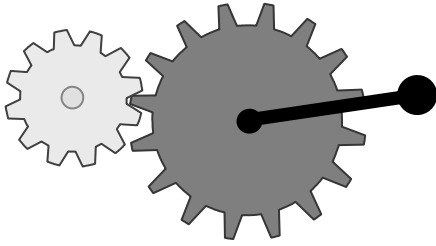
Je choisis cet assemblage car

.....  
.....  
.....

Je ne choisis pas cet assemblage car

.....  
.....  
.....

Quatrième possibilité :



Je choisis cet assemblage car

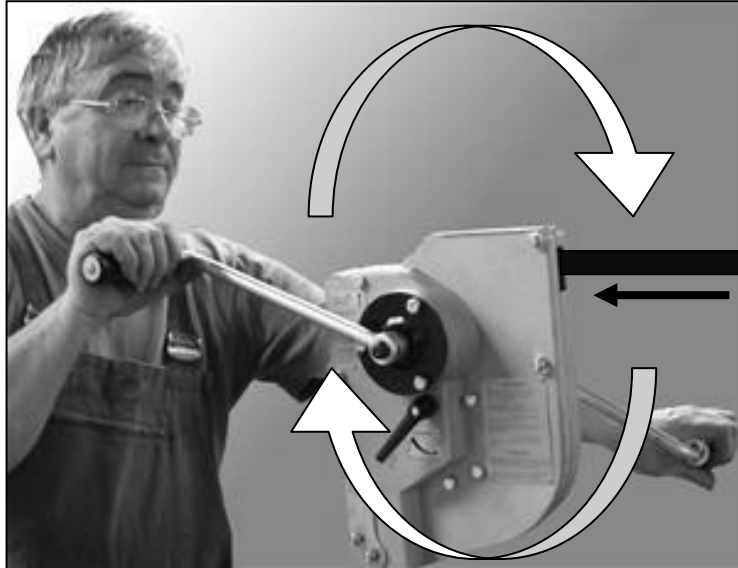
.....  
.....  
.....

Je ne choisis pas cet assemblage car

.....  
.....  
.....

Le treuil

Ce monsieur fait tourner la manivelle pour enrrouler la sangle et ainsi tirer une remorque très lourde.



Penses-tu que la taille de la manivelle influence l'action du monsieur ?

Coche la bonne réponse.

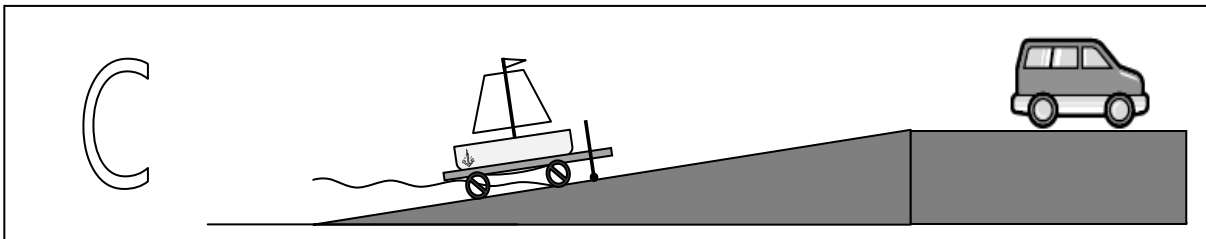
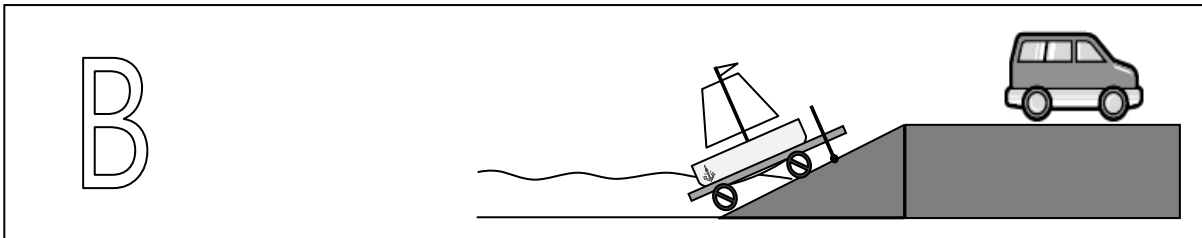
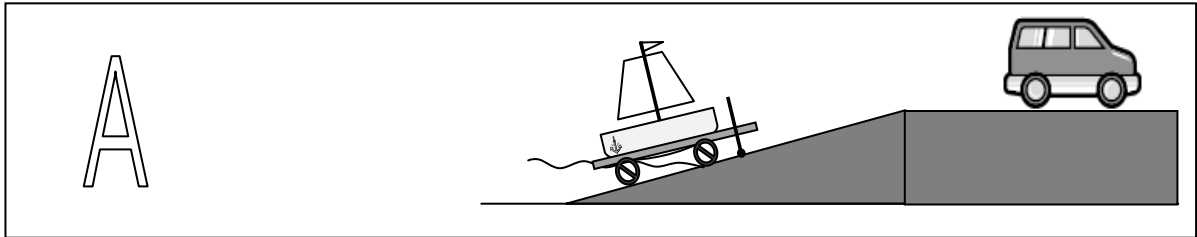
- Oui       Non

Explique ton choix.

.....
.....
.....
.....
.....

Des pentes différentes

Ci-dessous, il s'agit de faire monter une remorque (sur laquelle se trouve un bateau) pour l'attacher à la voiture. Trois situations sont proposées. Entoure la lettre de la situation pour laquelle il sera le plus facile de monter cette remorque.



1) Explique pourquoi la situation que tu as choisie te paraît plus facile que les autres.

.....

.....

.....

.....

.....

Comment classer des informations ?

Ton voisin de classe doit faire un exercice : classer les informations ci-dessous et choisir le bon plan incliné. Malheureusement il n'y arrive pas. Il te demande de l'aider. Explique-lui, étape par étape, comment classer ces informations et comment faire le bon choix.

Exercice :

Il faut monter une remorque très lourde le long d'un plan incliné. Tu as le choix entre 3 plans inclinés différents (A, B et C). Quel plan incliné rendra l'action plus facile :

- Plan incliné A
  - \* Longueur : 5,17 m
  - \* Hauteur : 15 dm
  - \* Angle du plan :  $14^\circ$
- Plan incliné B
  - \* Angle du plan :  $23^\circ$
  - \* Longueur : 280 cm
  - \* Hauteur : 1,5 m
- Plan incliné C
  - \* Hauteur : 150 cm
  - \* Angle du plan :  $8^\circ$
  - \* Longueur : 9000 mm

Explique à ton voisin comment classer les informations pour faire le bon choix :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Soulever le bateau

*Pour amener ce bateau sur l'échafaudage pour le peindre il a fallu imaginer et construire un système de levage.*



*Imagine le système : tu peux utiliser des poulies des cordes mais pas de moteur ! Dessine ton système ci-dessous :*



*Ouvrir un pot de peinture neuf*



Pour peindre le bateau, tu dois ouvrir des pots de peinture mais c'est difficile et tu dois te faire aider d'un outil.

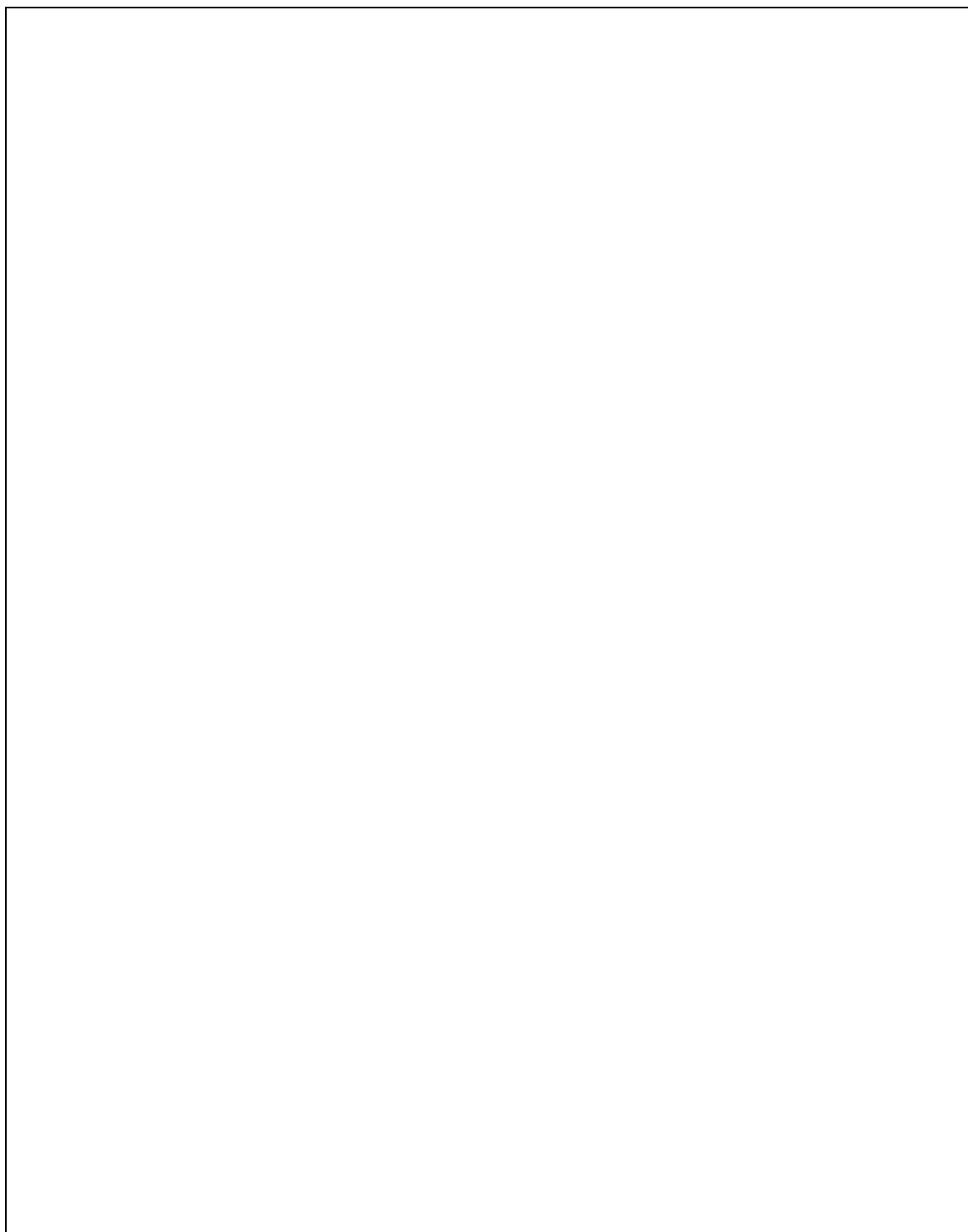
1) Quel outil vas-tu utiliser ? Fais la liste de tous les outils que tu pourrais utiliser.

.....
.....
.....
.....

2) Choisis un outil parmi ceux que tu as cités et explique comment tu vas l'utiliser ? (Comment vas-tu le tenir ? Quels mouvements vas-tu faire avec l'outil ? Où vas-tu le placer ?)

.....
.....
.....
.....
.....

3) Sur la page suivante, fais un dessin clair et suffisamment grand de ton explication et annote-le pour que l'on comprenne bien comment tu feras.






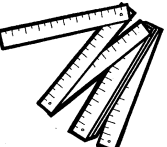




## ***Annexe 2 – Consultation des fiches d'aide***





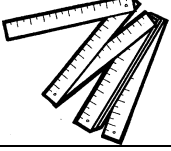
*Vous pouvez photocopier les cinq grilles qui suivent et demander à vos élèves de les remplir au cours de leur travail. La fréquence de consultation des fiches d'aide vous permettra ainsi de voir quels sont les points faibles (et les points forts, si il n'y a pas de consultation) de vos élèves.*

Consultation des fiches d'aide pour les engrenages de la cabane :  
 Chaque fois que tu consultes une fiche, indique-le par une croix dans la  
 ligne correspondante.

	Numéro de la fiche	Nombre de consultations
	N°1	
	N°2	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°4	
	N°5	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°4	
	N°1	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°1	
	N°2	
	N°3	






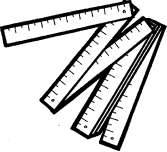
Consultation des fiches d'aide pour les leviers :

Chaque fois que tu consultes une fiche, indique-le par une croix dans la ligne correspondante.

	Numéro de la fiche	Nombre de consultations
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°4	
	N°5	
	N°6	
	N°1	
	N°2	
	N°1	
	N°2	
	N°1	
	N°2	





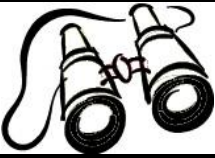
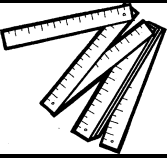
Consultation des fiches d'aide pour le vélo :

Chaque fois que tu consultes une fiche, indique-le par une croix dans la ligne correspondante.

	Numéro de la fiche	Nombre de consultations
	N°1	
	N°2	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°4	
	N°5	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°1	
	N°2	
	N°1	
	N°2	
	N°3	





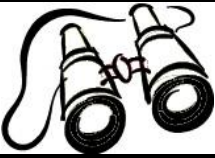
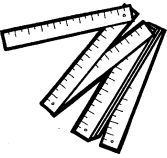
Consultation des fiches d'aide pour les poulies :

Chaque fois que tu consultes une fiche, indique-le par une croix dans la ligne correspondante.

	Numéro de la fiche	Nombre de consultations
	N°1	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°4A	
	N°4B	
	N°1	
	N°2	
	N°1	
	N°2	
	N°1	
	N°2	

Consultation des fiches d'aide pour le plan incliné :

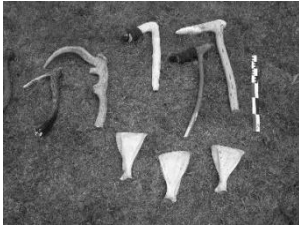
Chaque fois que tu consultes une fiche, indique-le par une croix dans la ligne correspondante.

	Numéro de la fiche	Nombre de consultations
	N°1	
	N°2	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°1	
	N°2	
	N°3	
	N°4A	
	N°4B	
	N°1	
	N°1	
	N°1	
	N°2	
	N°3	

***Annexe 3 - Un peu d'histoire***

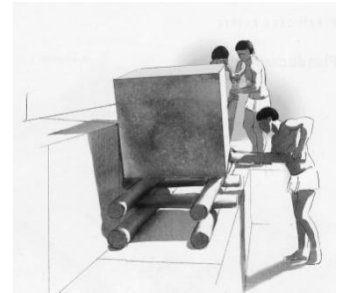
### Un peu d'histoire

Les premiers outils sont apparus, il y a à peu près 2,5 millions d'années avec l'homo habilis (l'homme habile, qui sait faire des outils de ses mains). Les outils de l'époque étaient en pierre ou en os et servaient à chasser et à découper les animaux. Au début, l'homo habilis utilise des silex cassés, puis peu à peu il apprend à tailler les galets en les frappant les uns contre les autres (on les appelle *chopper* ou galets aménagés).



Ensuite, l'homme a ajouté des manches à ses outils : le travail en était facilité.

Il y a plus de 4500 ans, les égyptiens n'utilisaient très probablement que des leviers fabriqués à partir d'arbres pour soulever les énormes blocs (plus de 2 tonnes chacun) nécessaires à la construction des pyramides.



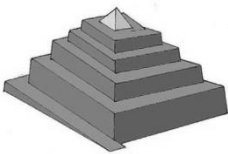
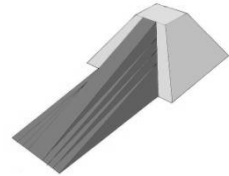
Archimède, né à Syracuse (Sicile) en 212 avant J.-C., est considéré comme l'un des principaux scientifiques de l'Antiquité classique. A la fois physicien, ingénieur et mathématicien, c'est à lui que nous devons l'explication du principe du levier, la première méthode pour calculer le nombre pi, la mise au point de différentes machines et bien sûr la découverte de la poussée et de la vis sans fin qui portent son nom. Plusieurs phrases sont attribuées au savant comme : « Eureka » lorsqu'il découvrit comment vérifier si la couronne du roi Hiéron était bien en or, et « Donnez-moi un levier suffisamment long et un point d'appui et je soulèverai le monde. »



## Le plan incliné et la construction des pyramides

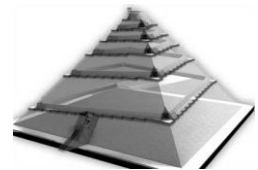
Plusieurs hypothèses ont été émises quant à la construction des pyramides. Il semble bien que les égyptiens aient mis à profit le principe du plan incliné pour empiler des blocs de plus de deux tonnes jusqu'à 146 mètres d'altitude. Les rampes construites étaient constituées de briques de terre crues renforcées par des traverses en bois de palmier.

La première des hypothèses est celle d'une rampe frontale et droite s'appuyant sur une des faces de la pyramide. Avec une inclinaison de 8%, il aurait fallu une rampe de 1,8 km aussi volumineuse que la pyramide elle-même. Cette rampe aurait donc été construite jusqu'au tiers de la hauteur totale de la pyramide, ensuite les hommes auraient utilisé des leviers et cales en bois, ce qui semble peu probable car trop dangereux.



La deuxième hypothèse proposée consisterait à imaginer que les égyptiens auraient construit une rampe en colimaçon enroulée autour de la pyramide en construction. Le problème est qu'en procédant de la sorte, il était difficile aux ouvriers de vérifier la forme définitive de la pyramide et de la recouvrir de son revêtement.

La dernière hypothèse est celle de la construction d'une rampe, inclinée à 7%, en colimaçon aussi, mais cette fois à l'intérieur de la pyramide. Cette hypothèse, qui répondrait aux deux questions précédentes, est en voie d'étude grâce à la fondation EDF qui a financé des mesures de densités qui pourraient valider ou non l'hypothèse du couloir intérieur.



***Annexe 4 - Quelques préconceptions des élèves***

*Pour l'enseignant*

### Quelques préconceptions des élèves

Une recherche menée en 2002 sur la découverte des machines simples par un petit échantillon (30 élèves) d'enfants de 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> primaire nous a permis de prendre conscience de quelques préconceptions. Ainsi à la question :

Tu es dans le garage de ta maison et tu veux ouvrir un pot de peinture fermé hermétiquement. Tu essaies de l'ouvrir avec la main et tu n'y parviens pas. Quel outil (ustensile ou machine) vas-tu utiliser ?

Ces élèves expriment que l'utilisation d'un outil approprié ne va pas de soi : un nombre important (20/30) d'enfants proposent des solutions vagues ou mal choisies. La diversité des propositions est importante mais les exemples ne sont pas toujours choisis à bon escient : une fourchette, un ouvre-boîte de conserves, un décapsuleur... alors que seulement huit enfants préconisent l'emploi du tournevis.

Tiens-tu l'outil de façon quelconque, n'importe comment ?

Ces enfants ne savent pas comment tenir l'outil pour qu'il soit efficace : la majorité (28/30) des enfants est sans avis, seuls deux enfants font une tentative d'explication sur la manière dont va se dérouler l'opération mais ne disent pas comment tenir l'outil.

Si ta réponse précédente est négative, comment le tiens-tu ? (Fais un dessin)

Il est nécessaire que les élèves manipulent réellement le pot de peinture et le tournevis, pour qu'ils puissent formuler une tentative d'explication (même si celle-ci n'est pas complètement correcte) et prennent conscience de l'importance de la longueur du bras de levier. Avant manipulation, cette notion échappe complètement aux élèves.

A la question suivante :

Un ouvrier veut monter une charge très lourde au premier étage d'un immeuble. Il n'y a pas d'ascenseur mais l'ouvrier peut fixer un dispositif sur la façade de l'immeuble. De quoi aura-t-il besoin pour construire son système (fais un dessin) ?

La motorisation actuelle des systèmes de levage fait que les enfants de cet âge ne pensent pas qu'un système mécanique manuel puisse exister et être suffisant pour accomplir la tâche proposée.

Pourquoi ce système est-il utile ?

Ne connaissant pas l'existence de ce système, il est logique que les élèves ne répondent pas à cette question au pré-test. De nouveau, il faudra attendre que ces élèves aient manipulé concrètement pour que la plupart d'entre eux prennent conscience que la poulie est un élément utile. La notion de palan semble, quant à elle, nécessiter plus de temps pour être acquise de manière durable.

***Annexe 5 - Le gain mécanique (appelé aussi avantage mécanique)***

*Pour l'enseignant*

### Le gain mécanique (appelé aussi avantage mécanique)

Le but des machines est de nous aider dans une tâche physiquement difficile. Elles présentent donc pour nous un avantage (même si nous savons qu'elle présente aussi un inconvénient), on parle alors de l'*avantage mécanique* (AM) de machine.

Cet avantage<sup>28</sup> est très simple à calculer : il suffit de calculer le rapport de la force résistante par la force motrice :

$$\boxed{\text{A.M.} = F_r / F_m}$$

#### **Les leviers**

Dans le cas du levier, puisque  $F_m \times l_m = F_r \times l_r$ , on peut déduire que  $F_r / F_m = l_m / l_r$

Et donc que :

$$\boxed{\text{A.M.} = l_m / l_r}$$

L'avantage mécanique est donc

> 1

- la force motrice est inférieure à la force résistante
- c'est le cas du pied-de-biche, du décapsuleur, de la brouette, de la pince universelle, ...

= 1

- la force motrice est égale à la force résistante
- dans ce cas le levier n'apporte pas de gain

< 1

- la force motrice est plus grande que la force résistante
- c'est le cas de la plupart de nos articulations, les ailes d'oiseaux, des pinces utilisées dans des travaux délicats, l'aviron, ...

#### **Les poulies**

Dans le cas des poulies, l'avantage mécanique est :

---

<sup>28</sup> Cette grandeur n'a jamais d'unité puisque elle correspond au quotient de deux forces ou de deux longueurs.

$$\boxed{A.M. = F_r / F_m}$$

>1

- la force motrice est inférieure à la force résistante
- c'est le cas de tous les palans à plusieurs poulies (A.M. = 2 si la charge est suspendue à deux brins de corde, A.M. = 3 si la charge est suspendue à trois brins de corde, A.M. = 4 si la charge est suspendue à quatre brins de corde, ...)

=1

- la force motrice est égale à la force résistante
- dans ce cas la machine n'apporte pas de gain, mais simplement une facilité ergonomique (c'est le cas d'une seule poulie fixe)

<1

- la force motrice est plus grande que la force résistante

### **Les engrenages**

Des roues qui n'ont pas le même rayon ne tournent pas à la même vitesse, si nous notons  $v_m$  la vitesse de la roue motrice et  $v_e$  la vitesse de la roue qui est entraînée, l'avantage mécanique obtenu est :

$$\boxed{A.M. = v_e / v_m}$$

> 1

- la vitesse de la roue entraînée est supérieure à la vitesse de la roue motrice
- c'est le cas de l'essoreuse à salade, du batteur à œufs, de la chignole à main

= 1

- la vitesse de la roue entraînée et la vitesse de la roue motrice sont identiques
- ce type d'engrenages peut, par exemple, permettre de modifier le plan de rotation mais ne modifie en rien les vitesses de rotation.

< 1

- la vitesse de la roue motrice est supérieure à la vitesse de la roue entraînée
- c'est, par exemple, le cas du treuil.

***Annexe 6 - Transmissions et transformations de mouvements***

*Pour l'enseignant*

Quelques exemples de transmissions et de transformations de mouvements

Les mouvements	Objets techniques	Ce que l'on fournit, ce que l'on obtient	Exemples
Translation → translation	Poulies	<p>Poulie fixe : avantage ergonomique</p> <p>Poulie mobile et palans :</p> <p><math>Force_{entrée} &lt; Force_{sortie}</math> (surmultiplicateur de forces) mais <math>déplacement_{sortie} &gt; déplacement_{entrée}</math></p>	Appareils de levage, ...
Rotation → rotation	Engrenages	<p><math>Force_{entrée} &gt; Force_{sortie}</math> (démultiplicateur de forces) mais <math>vitesse_{entrée} &lt; vitesse_{sortie}</math> (surmultiplicateur de vitesses)</p> <p>Sens de rotation<sup>29</sup> : identiques si le nombre de roues est impair, inverses si le nombre de roues est pair.</p>	Essoreuse à salade, ...
Rotation → translation	Engrenages	<p><math>Vitesse_{entrée} &gt; vitesse_{sortie}</math> (démultiplicateur de vitesses) mais <math>Force_{entrée} &lt; Force_{sortie}</math> (surmultiplicateur de forces)</p>	Treuil, ...

---

<sup>29</sup> Ce qui suit est valable si les dents sont extérieures aux roues (il existe des roues dont les dents sont à l'intérieur – comme certains modèles d'essoreuses à salade, dans ce cas les roues tournent dans le même sens).



***Annexe 7 - Les frottements***

*Pour l'enseignant*

## Les frottements

Les frottements jouent un rôle fondamental dans la vie quotidienne : sans frottements, nous ne pourrions pas marcher (nous serions en permanence comme sur une patinoire), nous ne pourrions pas nous asseoir sur une chaise, saisir un objet, ....

Le terme « coefficient de frottement » peut faire peur, et pourtant il est possible de l'étudier de manière générale sans trop rentrer dans les détails, tout en restant correct.

Par définition, le coefficient de frottement est le rapport entre la force nécessaire pour déplacer un objet et la force qui presse les deux surfaces l'une sur l'autre (par exemple, le poids si la surface est horizontale).

Il existe deux sortes de frottements :

- Les frottements statiques : il s'agit des forces de frottements qu'il faut vaincre pour mettre en mouvement un objet qui était au repos – juste au moment où l'objet se met en mouvement (par exemple, vous voulez déplacer une caisse, trop lourde pour la porter, qui se trouve par terre. Vous vous mettez à la pousser. Vous sentez au démarrage une résistance : ce sont les forces de frottements qui en sont à l'origine)
- Les frottements cinétiques : il s'agit des forces de frottements qu'il faut vaincre quand l'objet est en mouvement (dans l'exemple ci-dessus, vous poussez la caisse et elle frotte par terre pendant qu'elle avance, vous sentez une résistance mais elle est plus faible qu'au démarrage).

Il est compréhensible que les coefficients de frottement dépendent de la nature des matériaux qui sont en contact, de leurs rugosités, de la température, des impuretés éventuelles... Ces coefficients sont donc assez difficiles à mesurer mais en voici quelques exemples (ils sont inférieurs à 1) :

	<b>Coefficients statiques</b>	<b>Coefficients cinétiques</b>
Acier sur acier, dur, sec	0.78	0.42
Acier sur acier, dur, gras	0.10	0.05
Bois sur bois, sec	0.50	0.30
Pneu sur route sèche	0.80	0.60
Pneu sur route mouillée	0.15	0.10

[http://www.lgit.univ-savoie.fr/PageHTML/hassani/lste3/hassani\\_lste3\\_TP2.pdf](http://www.lgit.univ-savoie.fr/PageHTML/hassani/lste3/hassani_lste3_TP2.pdf)

Remarques :

- ces valeurs sont sans unité car il s'agit d'un rapport de deux forces ;
- les deux dernières valeurs de la deuxième colonne montrent bien pourquoi on conseille d'être plus prudent encore sur route mouillée que sur route sèche.

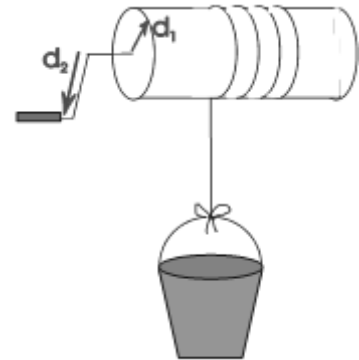
***Annexe 8 - Le treuil***

*Pour l'enseignant*

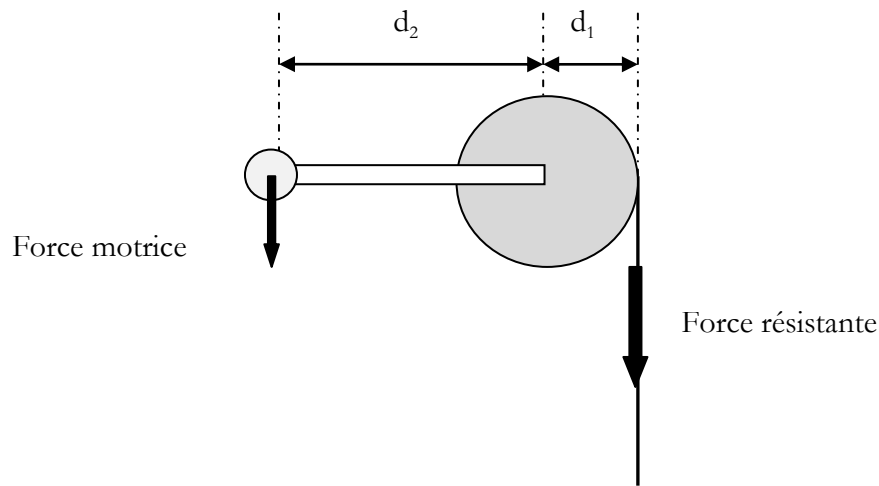
## Le treuil

Le treuil est constitué d'un tambour mobile autour d'un axe, entraîné par une manivelle. Une corde, ou une chaîne, s'enroule sur ce tambour et permet de soulever ou déplacer horizontalement une charge lourde, en réduisant l'effort à fournir.

Plus le bras de la manivelle est long ( $d_2$ ) par rapport au diamètre du tambour ( $d_1$ ), plus le treuil est efficace.



Si on regarde le treuil de face :



L'avantage mécanique du treuil est :

$$\text{A.M.} = F_r / F_m \text{ ou } \boxed{\text{A.M.} = d_2 / d_1}$$

Donc plus le bras de la manivelle est grand, plus le treuil est efficace.

>1 la force motrice est inférieure à la force résistante

=1 le bras de la manivelle est de même taille que le diamètre du tambour, la force motrice est égale à la force résistante, dans ce cas le treuil n'apporte pas de gain

<1 la force motrice est plus grande que la force résistante

Une des qualités du treuil est de transformer un mouvement de rotation en mouvement de translation.

De plus, un système d'engrenages peut venir renforcer cette efficacité.



L'utilisateur fait tourner rapidement la manivelle qui est reliée à une petite roue dentée (que l'on ne voit pas sur la photo ci-contre : elle se trouve à l'intérieur du boîtier, et est reliée directement à la manivelle). Cette petite roue est en contact avec une plus grande roue (qui, elle, est bien visible) qui va tourner lentement mais qui va permettre de tracter un objet lourd.

Le compromis est, dans ce cas, effectuer beaucoup de tours de manivelle mais exercer une petite force. Le treuil est un démultiplicateur de force.

### ***Annexe 9 – Lexique***

*Ce lexique a servi de base pour construire les cinq lexiques spécifiques à chaque défi et destinés aux élèves.*

*Ce lexique reprend aussi certaines définitions qui peuvent être utiles aux enseignants.*

## Lexique pour l'enseignant

### **Attention :**

- Les définitions reprises dans ce lexique correspondent au contexte étudié, celui des outils et plus particulièrement des « *machines simples* ».
- Vous trouverez, dans chacune des cinq thématiques, un lexique « allégé » pour les élèves et correspondant au défi.

La plupart des définitions sont tirées du site :

<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cha%C3%A9ne> mais certaines ont été volontairement simplifiées.

**Accélérer** : (verbe intransitif)

Augmenter (ou diminuer) la vitesse.

Exemple : Mon vélo accélère dans la descente.

**Angle** (nom masculin)

Figure formée par deux demi-droites.

Exemple : L'immeuble se trouve à l'angle des deux rues.

**Appui** (nom masculin)

Tout ce qui sert à maintenir quelque chose ou quelqu'un, à en assurer la solidité ou la stabilité.

Exemple : Avoir besoin d'un appui pour marcher.

**Avantage** (nom masculin)

Profit matériel ou moral.

Exemple : L'avantage de cet outil est évident, il me facilite la tâche..

**Basculer** (verbe intransitif)

Faire le mouvement de bascule par suite d'un déséquilibre, tomber en perdant l'équilibre, culbuter.

Exemple : La voiture bascula dans le ravin.

**Bras de levier** (nom masculin)

Partie allongée qui permet soit de manier le levier (bras de levier moteur) soit de soulever ou détacher l'objet (bras de levier résistant). Un levier à deux bras de levier.

**Brin** (nom masculin)

Petite partie d'une chose longue et mince.

Exemple : Brin de fil.

**Chaîne** (nom féminin)

Suite d'anneaux de métal, de plastique,... qui servent à transmettre un mouvement.

Exemple : La chaîne de ma bicyclette est cassée.

**Chape** (nom féminin)

Habillage d'une poulie qui sert de support à son axe, et qui comporte le système de suspension ou de fixation.

**Compenser** (verbe transitif)

Contrebalancer, équilibrer un effet par un autre, neutraliser un inconvénient.

Exemple : L'effet des deux poids accrochés à la poulie se compensent.

**Courroie** (nom féminin)

Bande d'un matériau souple et résistant (cuir, toile, tissu enduit, tissu élastique, etc.) servant à lier, attacher, maintenir ou serrer quelque chose.

**Crémaillère** (nom féminin)

Tige dentée, qui peut entraîner une roue ou un pignon denté, afin de transformer un mouvement de rotation en un mouvement rectiligne (ou vice versa).

**Démultiplier** (verbe transitif)

Augmenter la puissance de quelque chose par une multiplication des moyens utilisés.

**Dent** (nom féminin)

Chacune des aspérités situées sur une roue d'engrenage, pour transmettre le mouvement.

Exemple : Cette roue dentée a 56 dents.

**Dérailleur** (nom masculin)

Mécanisme qui permet de faire passer la chaîne d'un vélo d'un pignon ou d'un plateau à un autre, pour changer de développement.

**Développement** d'une bicyclette (nom masculin)

Distance parcourue par la bicyclette pour un tour complet du pédalier.

**Dynamomètre** (nom masculin)

Appareil qui mesure les forces.

**Effort** (nom masculin)

Mobilisation volontaire de forces physiques, pour résister ou pour vaincre une résistance.

Exemple : Faire des efforts pour soulever un fardeau.

**Egaler** (verbe transitif)

Être égal ou comparable à quelque chose.

Exemple : Trois plus cinq égale ou égalent huit.

**Elastique** (adjectif)

Qui a la propriété de reprendre, au moins partiellement, sa forme ou son volume, après les avoir perdus par compression ou extension.



Exemple : Une ceinture élastique.

**Énergie** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Ce qui permet à quelqu'un d'agir et de réagir.

Exemple : Cette personne est pleine d'énergie.

En physique : L'énergie caractérise un système physique.

Exemple : l'énergie contenue dans un élastique tendu

**Engrenage** (nom masculin)

Ensemble de plusieurs pièces dentées (calées sur deux arbres) qui transmettent, par le contact de leurs dents, un mouvement de rotation de l'une à l'autre.

**Force** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Vigueur physique.

Exemple : Elle n'a pas la force de déplacer l'armoire.

En physique : La force permet de qualifier les interactions entre des objets différents et d'expliquer leurs déformations ou les modifications de leurs mouvements.

**Galilée** (nom propre) 1564-1642

Savant et écrivain italien. Ses observations du ciel ont permis de confirmer les prédictions de Copernic : la Terre tourne bien autour du Soleil. Galilée fût un des fondateurs de la mécanique moderne.

**Gobelet** (nom masculin)

Récipient pour boire, généralement sans pieds et sans anse.

**Gorge** (nom féminin)

Creux sur le pourtour d'une poulie destiné à recevoir une corde ou une courroie.

**Grandeur** (nom féminin)

Dans la vie quotidienne : Dimension en longueur, hauteur ou largeur. Exemple : grandeur d'une maison.

En sciences : Ce qui peut être mesuré, estimé. Exemple : une grandeur physique

**Horizontal, horizontale, horizontaux** adjectif (de horizon)

Qui est perpendiculaire à une ligne, à une direction, à un axe qui représente conventionnellement la verticale.

Exemple : La surface de l'eau est horizontale.

**Inclinaison** (nom féminin)

Position inclinée du corps, d'une partie du corps par rapport à la verticale.

Exemple : Inclinaison de la tête.

**Incliner** (verbe transitif)

Mettre quelque chose dans une position qui forme un angle avec celle qu'il occupait, lui faire prendre une direction oblique par rapport à l'horizontale ou à la verticale.

Exemple : Le vent incline les hautes herbes.

**Inconvénient** (nom masculin)

Aspect négatif de quelque chose. Exemple : inconvénient d'un métier.

**Jante** (nom féminin)

Partie circulaire à la périphérie d'une roue de véhicule, d'un volant, d'une poulie.

**Joule**

(nom propre) **James Prescott Joule** Savant anglais 1818-1889. Il étudia notamment les effets calorifiques du courant électrique.

(nom masculin) Unité de mesure d'énergie : un Joule correspond par exemple approximativement :

- à l'énergie nécessaire pour élever de un mètre une pomme de 100 grammes sur la Terre ;
- à l'énergie produite sous forme de chaleur en un centième de seconde par une personne au repos ;
- au travail effectué par le cœur au cours de chaque battement.

**Lâche** (adjectif)

Qui n'est pas tendu, pas serré.

**Levier** (nom masculin)

Barre rigide que l'on bascule autour d'un point d'appui pour soulever des fardeaux. Tige de commande d'un mécanisme.

Exemples : Le levier du changement de vitesse, du casse-noix, du frein à main.

**Machine simple** (nom féminin)

Dispositif mécanique dans lequel la force se transmet directement. Exemples : levier, poulie, treuil ...

**Manutention** (nom féminin)

Action de manipuler, de déplacer des marchandises en vue de l'emmagasiner, de l'expédition, de la vente.

**Masse** (nom féminin)

La masse est liée à la quantité de matière d'un objet. Grandeur physique qui se mesure en kilogramme. La masse d'un objet reste inchangée quel que soit l'endroit où se trouve cet objet.

**Mesure** (nom féminin)

Évaluation d'une grandeur ou d'une quantité, par comparaison avec une autre de même espèce et prise comme référence.

Exemple : cette latte mesure 35 centimètres.

**Moufle** (nom féminin)

Deux poulies (ou plus) attachées sur la même chape

**Newton**

(nom propre) **Isaac Newton**. Savant anglais 1642-1727 qui a étudié la lumière et le mouvement des objets.

(nom masculin) Unité de force : 1 Newton correspond au poids d'une masse de 100 g.

**Palan** (nom masculin)

Association de poulies (dont au moins une est fixe et l'autre mobile) et attachées par la même corde. On distingue les palans manuels, électriques, pneumatiques et hydrauliques. Ils peuvent soulever des charges atteignant 60 tonnes.

**Pédalier** (nom masculin)

Dispositif monté sur la partie inférieure du cadre d'une bicyclette, qui comprend un axe, un (ou deux) plateau(x) cranté(s) et deux manivelles supportant les pédales.

**Pignon** (nom masculin)

La plus petite des deux roues dentées d'un engrenage. Sur le vélo le pignon se trouve à l'arrière.

**Pivot** (nom masculin)

Pièce qui constitue le support de l'axe autour duquel tourne un corps.

**Plan** (nom masculin)

Surface plane, qui est sans courbure.

**Plateau** (nom masculin)

Pièce circulaire, plate qui, généralement, peut tourner.

Exemple : Les plateaux de la bicyclette.

**Poids** (nom masculin)

Force avec laquelle un astre (pour nous la Terre) attire vers lui les objets qui l'entourent. Le poids d'un objet varie en fonction de l'astre qui attire l'objet (sur la Lune, notre poids est 6 fois plus petit que sur Terre alors que sur le Soleil il serait 70 fois plus grand que sur Terre).

**Poulie** (nom féminin)

Roue portée par un axe et dont la jante est aménagée pour recevoir un lien flexible (câble, cordage, courroie, chaîne, etc.) pour permettre la transmission d'un mouvement.

**Puissance** (nom féminin)

Efficacité d'une machine (quantité de travail fourni par unité de temps)

Exemple : De ces deux machines qui effectuent le même travail, la plus puissance sera celle qui est la plus rapide.

**Primordial(e)** (adjectif)

Qui est de la première importance, indispensable, essentiel.

**Réa** (nom masculin)

Roue à gorge d'une poulie sur laquelle circule un câble, un cordage ou une chaîne.

**Référence** (nom féminin)

Qui sert de comparaison.

Exemple : Pour mesure un angle, je me sers d'un rapporteur qui me sert de référence.

**Rotation** (nom féminin)

Mouvement d'un corps autour d'un point, d'un axe fixe, matériel ou non.

Exemple : La rotation de la Terre autour du Soleil.

**Roue dentée** (nom féminin)

Organe de forme circulaire qui tourne autour d'un axe qui passe par son centre et qui est garnie de dents.

Exemple : Les roues dentées de cet engrenage.

**Roue motrice** (nom féminin)

Roue qui provoque le mouvement.

Exemple : Cette voiture a 4 roues motrices.

**Roue entraînée** (nom féminin)

Roue qui suit le mouvement.

**Schéma** (nom masculin)

Représentation graphique réduite à l'essentiel mais sur laquelle se trouvent tous les éléments essentiels.

**Statif** (nom masculin)

Partie d'un instrument qui sert de support à différents appareils.

**Support** (nom masculin)

Objet sur lequel repose un autre objet. Le support peut aussi servir de point d'appui ou de soutien.

**Tambour** (nom masculin)

Cylindre de bois ou de fer sur lequel vient s'enrouler la corde ou le câble.

**Technologie** (nom féminin)

Étude des outils, des machines, des procédés et des méthodes employés dans les diverses branches de l'industrie.

**Translation** (nom féminin)

Déplacement d'un objet (ou d'un corps) parallèlement à lui-même.

**Transmission** (nom féminin)

- Communication du mouvement d'un organe à un autre au moyen d'engrenages, de câbles, de courroies, de chaînes, de systèmes articulés, etc.

- Organe ou ensemble d'organes qui servent à transmettre le mouvement.

**Travail, travaux** (nom masculin)

Dans la vie quotidienne :

- Activité de l'homme appliquée à la production, à la création, à l'entretien de quelque chose. Exemples : Travail manuel, intellectuel.
- Exercice d'une activité professionnelle. Exemple : le travail en usine.
- Ensemble des opérations que l'on doit accomplir pour élaborer quelque chose. Exemple : Cette réparation demandera deux jours de travail
- En physique : Quantité d'énergie reçue par un système matériel qui se déplace sous l'effet d'une force.

**Treuil** (nom masculin)

Appareil destiné à tirer ou à lever des charges, par l'intermédiaire d'un cordage, d'un câble ou d'une chaîne qui s'enroule autour d'un cylindre horizontal (appelé « tambour ») ou d'une noix, actionnés avec ou sans démultiplication par une manivelle ou par un moteur.

**Vertical, verticale, verticaux** (adjectif)

Qui suit la direction du fil à plomb, de la pesanteur.

Exemple : Le mur n'est pas très vertical ici.

**Vitesse**

Mesure la distance parcourue en fonction du temps mis pour la parcourir.

Exemple : Cette voiture roule à la vitesse de 100 km par heure.

**Vitesse de rotation**

Mesure du nombre de tours en fonction du temps mis pour effectuer la rotation.

Exemple : Cette roue tourne à la vitesse de 100 tours par seconde.

***Annexe 10 - Exemples de carnets de bord donnés aux élèves par les enseignants lors de la mise à l'épreuve de la valise***

**Carnet de bord proposé par les enseignants pour l'atelier poulies :**

Se. CARNET de BORD.

LUCAS

ATELIER : POUQUES - SOULÉVER DES SACS LOURDS

1. Dessine ton projet.



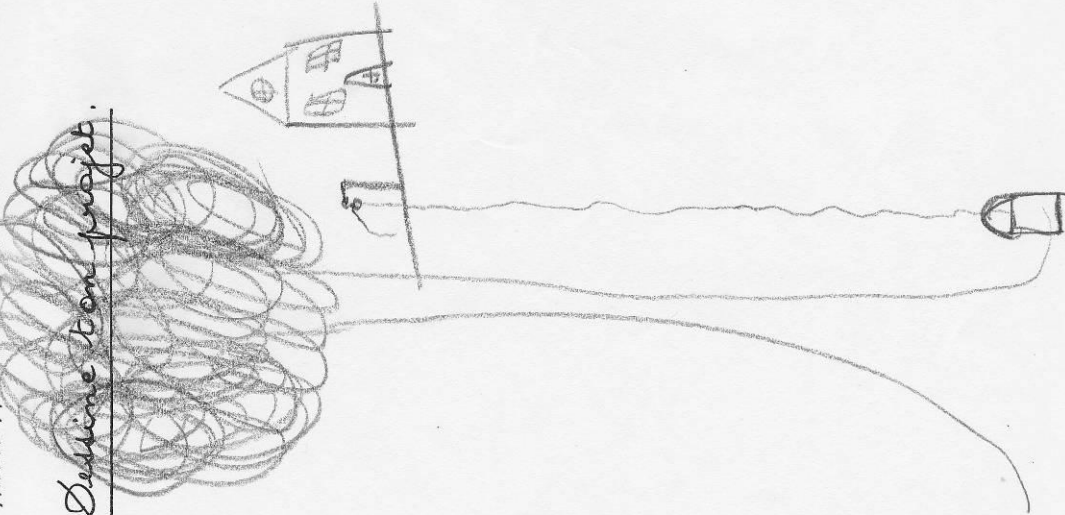
Cabanes dans les arbres



Les familles qui habitent dans ces superbes cabanes n'ont pas d'électricité mais voudraient améliorer leur confort : elles voudraient construire un système qui leur permettrait de monter le plus facilement possible les sacs contenant les courses de la semaine jusqu'à la cabane. Pour les aider, imagine et construis une maquette d'un système qui pourrait les aider.

Ta maquette doit :

- expliquer le **principe** de l'objet technique,
- estimer ses **avantages** et ses **inconconvénients**.
- être construite avec le matériel mis à ta disposition.



ok

2. Dessin après l'atelier.



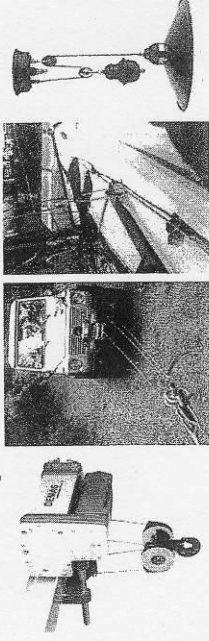
Elle est - se qui a changé?

la ficelle est plus longue et  
est moins lourde.

3. Complete ton carnet de bord.

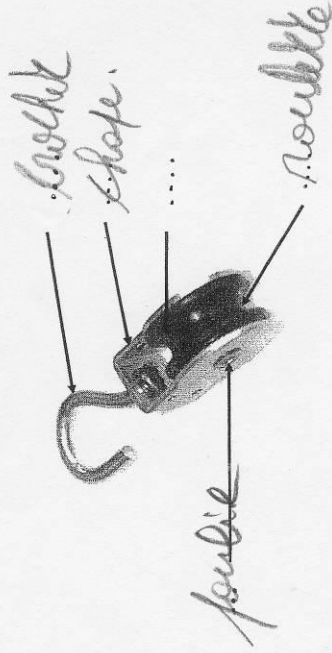
1. Qu'est-ce qu'une poulie ?

On utilise des poulies quand on veut soulever ou tracter des objets lourds, ou dans certains sports comme la voile, ou encore dans la décoration ...



Une poulie est formée par :

- un disque libre de tourner,
- un axe passant par son centre,
- une monture appelée la chape,
- une rainure appelée gorge qui guide la corde
- un système de fixation (crochet, ...).

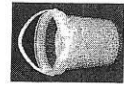


2. Qu'est-ce qu'une force ?

→ c'est - tu déjà répondu à ses questions dans les autres ateliers? oui


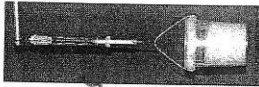


3. Masse et poids, deux grandeurs différentes!



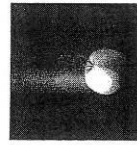
Ce seau de sable a une **masse** et un **poids**.  
La masse et le poids sont deux grandeurs\*  
physiques différentes qui sont définies  
comme suit :



L. 4.50	I. 2.20
Est liée à la quantité de matière.	Est la force avec laquelle l'astre attire les objets vers lui. Pour nous cet astre est la Terre.
Ne change pas où que l'on soit.	Dépend de l'astre sur lequel nous nous trouvons. Sur Terre notre poids est plus six fois plus grand que sur la Lune.
Se mesure avec une <i>balance</i> .	Se mesure avec un ressort gradué (appelé <i>dynamomètre</i> ).
	

4. Quand un objet est-il en équilibre? E? NE?

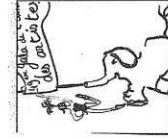
Objets qui ne sont pas en



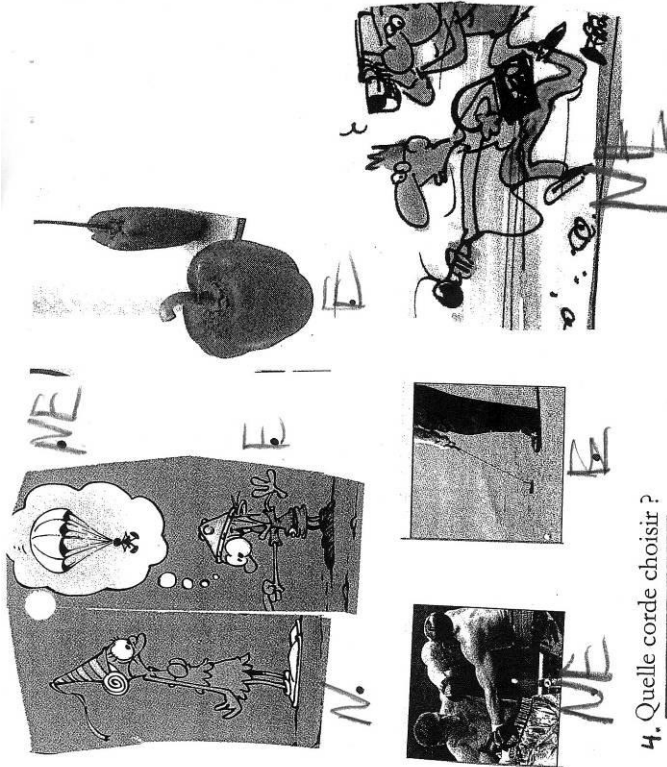
NE



E



NE



4. Quelle corde choisir?

Pour t'aider à choisir, pose-toi quelques questions :

- Est-ce que la couleur a de l'importance ?
- Est-ce que la longueur a de l'importance ?
- Est-ce que l'épaisseur a de l'importance ?
- Est-ce que la matière a de l'importance ?

Non  
oui  
oui  
oui

## 5 Comment présenter les résultats ?




Voici un exemple de tableau que tu peux noter dans ton cahier de bord et compléter :

EXEMPLE : J'ai attaché ... poulie*(s) au plafond et ... poulie(s) au seau	
Dessin :	
Le seau à soulever a une masse* de <u>2,5</u> kg (ou de ... gobelets*)	
Je dois mettre une masse de ... kg (ou de ... gobelets) dans l'autre seau pour équilibrer* mon système.	
Il y a 1, 2 ou 4 (entoure) brins* de corde attachés au seau.	
Si je veux soulever le seau de 20 cm, je dois tirer ... cm de corde.	
L'avantage* de ce système est :	
L'inconvénient* de ce système est :	

Tu peux refaire le même tableau pour chaque montage et comparer les résultats.

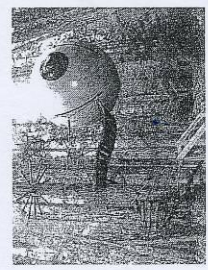
*Faire au moins un autre.*

# Carnet de bord proposé par les enseignants pour l'atelier engrenages - bicyclette :

Sc. CARNET de BORD. 

ATELIER : ENGREMAGE - COMPRENDRE LE CHANGEMENT DE VITESSES DU VÉLO

Des cabanes dans les arbres



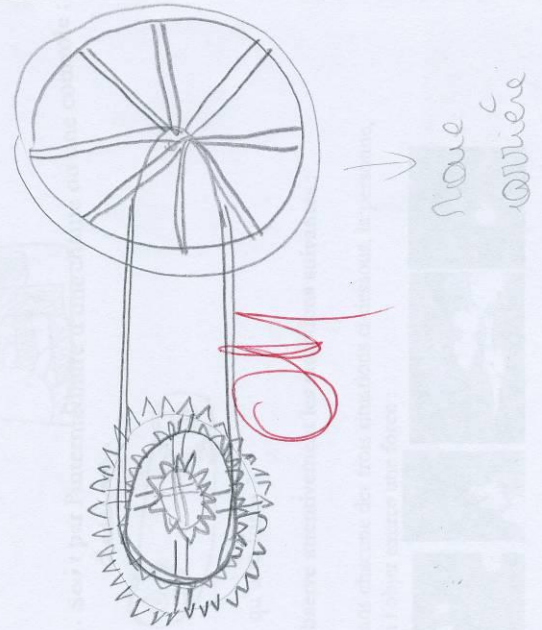
Les habitants de ces cabanes utilisent des bicyclettes comme moyen de locomotion. Le petit garçon de la famille voudrait comprendre le fonctionnement du système « pédalier-pignon » de son vélo. Dans ce but, construis une maquette qui permettra d'en montrer le principe général.

Construis ta maquette avec le matériel mis à ta disposition.

Ta maquette doit permettre de :

- d'expliquer le principe (choisit-on la même combinaison pédalier-pignon si le terrain est plat ou, au contraire en pente),
- d'estimer les avantages et les inconvénients des différentes combinaisons.

1) Dessine ton projet :



nouvelle courrière

1

2. Dessin après l'atelier...



Qu'est-ce qui a changé?

2 choses ont changé :

- la roue motrice
- le pédalier

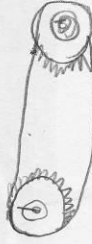
3. Complète ton carnet de bord ce que tu as appris.

- Une roue dentée est une roue qui a des dents,
- Un engrenage est un ensemble de plusieurs roues dentées

... soit par contact direct : dessine



... soit par l'intermédiaire d'une chaîne ou une courroie : dessine.



- Qu'est-ce qu'une force ?

1. Observe attentivement les situations suivantes :

Dans chacune des trois situations ci-dessous, la personne, ou l'objet exerce une force :



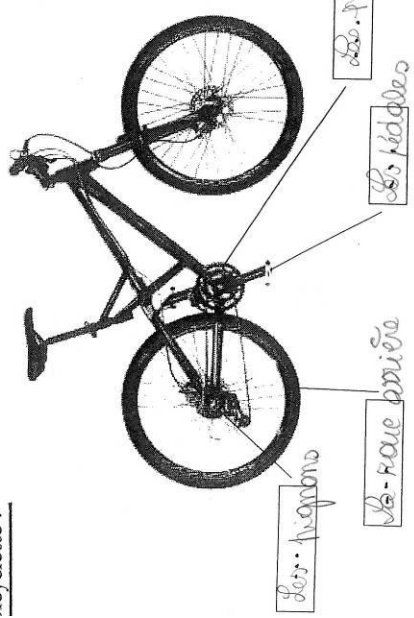
2. Réponds aux questions suivantes :

- Que va faire le pied du footballeur ? Que va faire la balle après son choc ? *va se déplacer à la fois du choc*
- Que va faire le tennisman ? Que va faire la balle de tennis après son choc ? *elle va partir à la vitesse de sa force*

Que fait la main ? Quelle est la conséquence sur la pâte à pain ? *elle est formée par la main*  
 Que fait la pomme ? Pourquoi ? Qui est à l'origine de ce phénomène ? *elle part en bas, elle tombe d'un arbre, on ne la fait tomber parce qu'elle est mûre.*  
 A partir des réponses à ces questions, construis une définition générale de ce qu'est, pour toi, une force et note-la dans ton cahier de bord. *une force est formée par plusieurs éléments différents.*

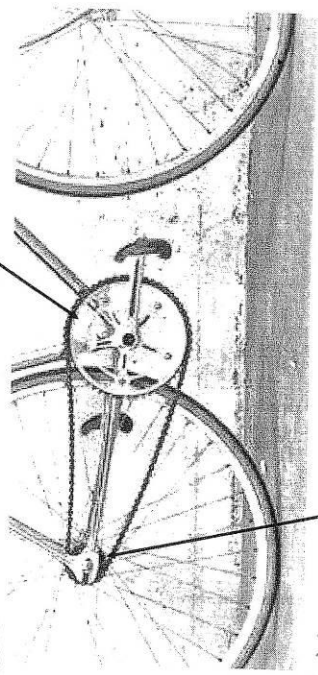
4. Compare ta définition à celle qui est donnée dans le lexique.

*La force permet de qualifier les interactions entre des objets différents et d'expliquer leurs déformations ou modifications de leurs mouvements*  
 Quelles sont les différents éléments qui font avancer la bicyclette ?



5. Comment s'appellent les roues dentées\* présentes sur le vélo ?

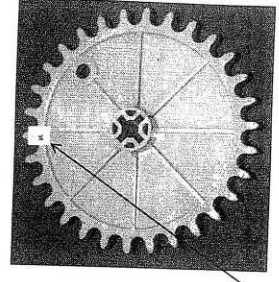
La roue dentée\* qui est attachée au pédalier et qui tourne quand tu pédales s'appelle le **plateau** (elle entraîne le **pignon**)



La roue dentée qui est sur la roue arrière s'appelle le **pignon** (ou **roue entraînée** - elle est entraînée par le plateau). Le **pignon** fait tourner la **roue arrière** qui fait avancer le vélo.

6. Comment compter le nombre de dents de chaque roue dentée\* ?

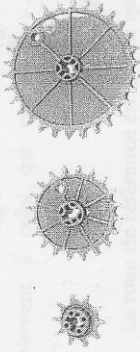
= ... 30 dents



Gommette

7. Est-ce que la taille des roues dentées\* a de l'importance ?

Tu as à ta disposition des roues dentées\* de 3 tailles différentes.



Vérifie si la taille d'une roue influence la façon de tourner (le sens, la vitesse, ...) des autres roues.

8. Voici un exemple de tableau que tu peux recopier et compléter dans ton cahier de bord :

EXEMPLE : J'utilise

- une petite\*, moyenne\*, grande\* roue pour le pédalier\*
- une petite\*, moyenne\*, grande\* roue pour le pignon\*  
\*entoure la bonne taille

Dessine dans ton cahier de bord:



Décris les roues : Le plateau\* a 30 dents, il entraîne le pignon\* par l'intermédiaire de la chaîne. Le pignon\* a 12..... dents.

Comment tournent-elles ?

- Pendant que le plateau\* fait 1 tour, le pignon\* fait 3. tour(s). Donc la roue arrière fait .... tours.

Refais le même tableau pour trois associations de roues

