

Télécharger le livret pédagogique à cette adresse :  
[www.lamap-grandnancy.fr/livret\\_renaissance.pdf](http://www.lamap-grandnancy.fr/livret_renaissance.pdf)



# Des machines du moyen-âge à la Renaissance

À la découverte des forces

Livret pédagogique





# Sommaire

<b>Préambule .....</b>	<b>3</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>Séance 1 : Images de la construction du Moyen-âge à la Renaissance.....</b>	<b>7</b>
Fiche élèves : Comparer des images du Moyen-âge à la Renaissance.....	9
<b>Séance 2 : Mais comment les pierres ont-elles été montées jusqu'en haut ? .....</b>	<b>11</b>
<b>Séance 3 : Quelles techniques sont utilisées par les Hommes depuis l'Antiquité ? .....</b>	<b>15</b>
<b>Séance 4 : Les plans inclinés.....</b>	<b>17</b>
Fiche élèves (corrigé) : Soulever une charge avec un plan incliné .....	21
Fiche élèves : réaliser une équerre égyptienne .....	23
<b>Séance 5 : Les leviers.....</b>	<b>25</b>
Fiche 1 élève (corrigé) : Soulever une charge avec un levier .....	29
Fiche 2 élève (corrigé).....	31
<b>Séance 6 : Les poulies.....</b>	<b>37</b>
Fiche 1 élève (corrigé) .....	40
Fiche 2 élèves (corrigé) .....	42
<b>Séance 7 : Synthèse de la séquence .....</b>	<b>45</b>
Fiche élève (corrigé).....	46
<b>Sources et références .....</b>	<b>49</b>
<b>Compléments scientifiques pour l'enseignant .....</b>	<b>51</b>
<b>Fiches élèves .....</b>	<b>52</b>



# Préambule

Le Grand Nancy soutient depuis 2010 le **Centre pilote *La main à la pâte* du Grand Nancy**, qui a rejoint lors de sa création en 2013 la Maison pour la science en Lorraine, de l'université de Lorraine.

Le Centre pilote forme les professeurs des écoles avec leurs élèves à la pédagogie et l'apprentissage des sciences en privilégiant la démarche d'investigation à travers l'observation et la manipulation. A la demande du Grand Nancy, le Centre pilote a conçu, dans le cadre de l'événement Renaissance, un nouvel outil pédagogique pour les élèves des écoles de l'agglomération.

Destinées aux élèves de 6 à 12 ans, vingt mallettes sont mises à disposition des écoles primaires des communes du Grand Nancy à partir de la rentrée scolaire 2013.

A travers ce projet, il s'agit pour les élèves de comprendre :

- comment l'Homme réussit par l'invention de machines à s'affranchir des efforts physiques pour lever, transporter des objets lourds,
- comment les savoir-faire sont le résultat d'une évolution et d'une transmission.

Pour mieux comprendre l'usage de ces machines, le métier d'ingénieur, ce que sont les inventions et les innovations, des rencontres entre les élèves et des élèves-ingénieurs de l'Université de Lorraine peuvent être proposées.

Chaque mallette contient deux machines d'expérimentation imaginées par La Maison des Sciences de Châtenay-Malabry en partenariat avec le CNAM, ainsi qu'un dossier pédagogique permettant une utilisation dans le cadre scolaire et dans d'autres cadres éducatifs comme les centres aérés et les MJC.

**Contact : [espe-machinerenaissance-contact@univ-lorraine.fr](mailto:espe-machinerenaissance-contact@univ-lorraine.fr)**



# Introduction

## Objectifs pédagogiques

- Découvrir la notion d'effort à fournir pour déplacer une charge en fonction de la technique employée.
- Expérimenter divers outils permettant de mesurer la force appliquée pour déplacer une charge.
- Se familiariser avec des machines simples.
- Situer dans le temps certains principes utilisés pour déplacer des charges.

## Présentation rapide des séances

**Séance 1** : Situation déclenchante : les thèmes du Moyen-âge et de la Renaissance sont abordés, à travers des images d'époque traitant de la construction d'édifices.

**Séances 2 et 3** : Questionnement :

Les hommes ont construit des édifices depuis l'Antiquité : pyramides, temples, châteaux... mais comment ont-ils pu faire pour mettre des pierres tout en haut de ces édifices ?

Introduction de la notion d'effort, du concept de dispositif facilitant le travail, des notions de plan incliné, levier, poulie.

**Séances 4, 5 et 6** : Expérimentation de techniques élémentaires.

Les expérimentations ont lieu sur du matériel adapté aux élèves. Elles permettront de comprendre le fonctionnement de trois outils élémentaires et de découvrir les configurations les plus intéressantes pour déplacer des charges lourdes.

Chaque séance se déroule autour d'une des trois techniques (**plans inclinés** à la séance 4, **leviers** à la séance 5, **poulies** à la séance 6). Deux ateliers différents se déroulent en parallèle en demi-classe, une rotation entre les deux ateliers s'effectuant au milieu de la séance (en moyenne 40 à 45 min).

Le premier atelier est un atelier scientifique et comporte des manipulations sur deux machines à disposition des élèves.

Lors du second atelier, le dispositif (levier, plan incliné ou poulie) est étudié sous un angle différent : technique, mathématique, historique... L'atelier est conçu pour se dérouler en relative autonomie, de façon à ce que l'enseignant puisse surveiller d'assez près les manipulations.

**Séance 7** : optionnelle. Il s'agit d'une synthèse de séquence, à partir d'un site interactif et ludique.

**NB** : les fiches élèves sont directement accessibles en cliquant sur la zone du texte en surbrillance jaune.



# Séance 1 : Images de la construction du Moyen-âge à la Renaissance

## Objectifs :

- Se familiariser avec la « lecture » de documents historiques.
- Confronter les codes de représentation existant au Moyen-âge et à la Renaissance.
- Découvrir les notions d'échelle et de perspective.
- A travers la thématique de la construction, introduire la problématique du levage de charges.

## Déroulement de la séance :

Les élèves travaillent seuls ou en binômes successivement sur deux documents, un datant de la fin du Moyen-âge, l'autre de la Renaissance ([fiche élève, p.9](#)). Les deux traitent de la construction d'un édifice.

Pour faciliter le travail des élèves, le premier document peut être traité en classe entière, sous l'impulsion de l'enseignant.

Le questionnement guidant les élèves dans l'étude des images sera le suivant.

### **1. Première approche des images (15 min)**

- Les deux images que tu as à ta disposition s'appellent des **enluminures**. Connais-tu ce mot ? Cherche dans un dictionnaire ce qu'est une enluminure et où on peut en trouver. Note tes réponses sur ton cahier.

- Le petit texte situé en dessous des images s'appelle une **légende**. La légende donne des renseignements sur une œuvre, en particulier son titre, son auteur, sa date de création ainsi que sa source, c'est-à-dire si elle est extraite d'un ouvrage et où on peut le trouver.

Sur la légende de chaque enluminure, surligne le titre, l'auteur et la date.

- Grâce à la datation, tu peux à présent dire à quelle époque correspond chaque enluminure (Moyen-âge ou Renaissance). Ecris tes réponses au-dessus des images.

### **2. Analyse de l'enluminure du Moyen-âge (15 min)**

- Quelle est ta première impression en regardant cette image ?

- Existe-il un élément mis en valeur par l'artiste ? Décris-le ou donne son nom. Explique comment il a été mis en valeur.

*Le roi, au premier plan, est beaucoup plus grand que l'ouvrier, pourtant jute à côté de lui.*

- Décris en quelques mots la scène qui est représentée.

*A gauche de l'image, le Roi donne des instructions à un ouvrier/artisan. A droite, on voit la construction d'un bâtiment, probablement le temple dont parle la légende.*

- Quelles sont les activités montrées sur cette enluminure ?

*Cette image met en scène deux types d'activités : transporter les pierres et les tailler.*

- La scène te semble-t-elle détaillée, précise ? Te paraît-elle réaliste ?

*La scène de construction est assez peu détaillée : on ne voit que des ouvriers qui taillent ou portent la pierre. De plus, certains éléments paraissent peu réalistes : les pierres ou l'ouvrier sur le mur ne semblent pas stables.*

*En revanche, l'habit du Roi est assez détaillé : on voit précisément les plis de sa tunique et de sa cape ; le fond rougeoyant ainsi que la colonne au milieu de l'image sont peints avec beaucoup de détails.*

### **3. Analyse de l'enluminure Renaissance (15 min)**

- Quelle est ta première impression en regardant cette image ?

- Décris en quelques mots la scène qui est représentée.

*Trois personnages importants (au moins un noble et un membre du clergé) sont placés à droite de l'image. Ils assistent à la construction de la porte Cardon, par plusieurs ouvriers, représentée sur la gauche de l'image.*

- Quelles sont les activités montrées sur cette enluminure ?

*Cette image met en scène plusieurs types d'activités : tailler des pierres, les assembler, fabriquer du mortier, porter le mortier ou les pierres en haut du mur, étaler le mortier pour faire un joint entre les pierres.*

- La scène te semble-t-elle détaillée, précise ?

*La scène est détaillée : les activités ainsi que les outils sont variés, les gestes des ouvriers sont représentés avec précision...*

# Fiche élèves : Comparer des images du Moyen-âge à la Renaissance

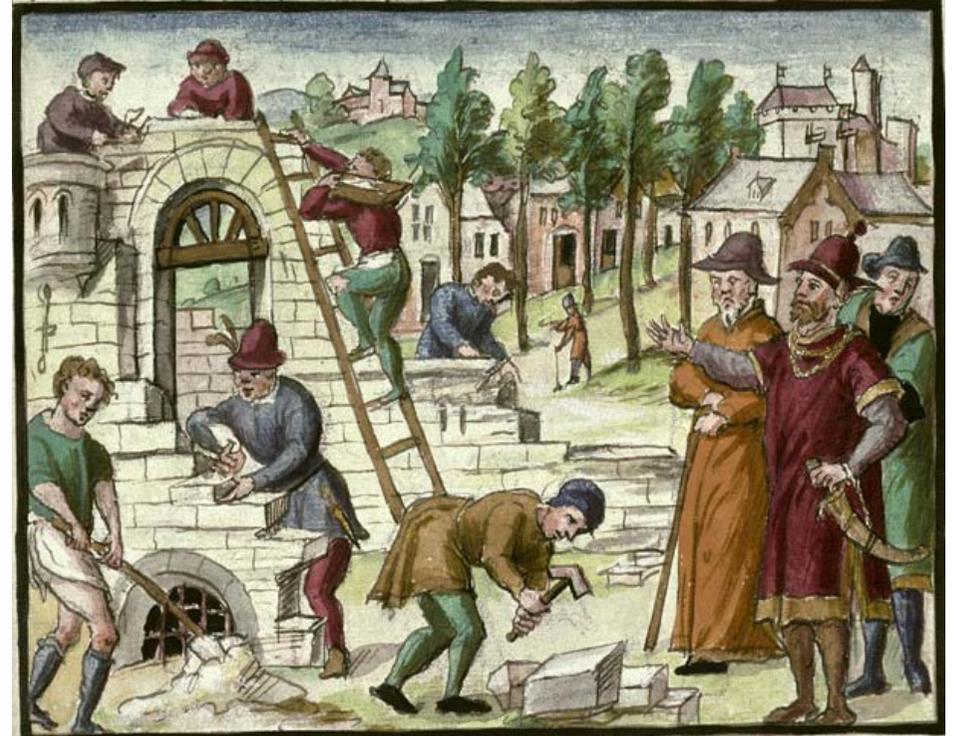
Epoque : .....



Nicolaus de Lyra, Cyrus et la reconstruction du Temple, dans *Postilla in Bibliam* (fin XIV<sup>e</sup> siècle).

Ministère de la Culture, Base Enluminures  
© Institut de recherche et d'histoire des textes – CNRS

Epoque : .....



Hubert Cailleau, Caradoc et la construction de la porte Cardon à Valenciennes, dans *Recueil des antiquités de Valenciennes* (seconde moitié XVI<sup>e</sup> siècle).

Ministère de la Culture, Base Enluminures  
© Institut de recherche et d'histoire des textes – CNRS

#### **4. Mise en commun et trace écrite (collectivement – 15 min)**

- Mise en commun des observations des élèves. On pourra par exemple procéder par comparaison entre les deux images, en particulier en ce qui concerne les activités présentées. Si le temps le permet, il peut être intéressant de retrouver les différents métiers nécessaires à la construction d'un édifice.

- L'enseignant complétera les observations des élèves en introduisant la notion de proportion ou d'échelle, qui est respectée dans le dessin de la Renaissance mais pas celui du Moyen-âge.

##### **- Trace écrite.**

Par exemple :

« Dans les œuvres (peintures, gravures, vitraux...) réalisées durant le Moyen-âge, les artistes mettent généralement en valeur des personnages importants (un roi, un seigneur, un évêque...). Pour attirer le regard sur ce personnage, on le représente grande par rapport aux autres éléments de la scène.

A la Renaissance, les artistes, qui sont souvent aussi des ingénieurs ou scientifiques, se mettent à accorder plus d'importance au respect des proportions ; la perspective est d'ailleurs inventée à cette époque.

Ainsi, entre le Moyen-âge et la Renaissance, il y a un changement radical de la façon de représenter le monde. »

# Séance 2 : Mais comment les pierres ont-elles été montées jusqu'en haut ?

## Objectifs :

- Emettre des hypothèses sur les différentes façons de soulever une lourde charge.
- Concevoir et expérimenter un dispositif technique permettant de soulever ou déplacer un objet.
- Découvrir les notions de plan incliné, levier, poulie.

## Matériel :

- pavés (un pavé pour deux élèves)
- cartons remplis de livres
- matériel caché initialement, mis à la disposition sur demande dans la phase 3 : rondin ou pavé (pivot), manche à balai (bras de levier), banc (plan incliné), corde à passer au-dessus d'une porte (poulie)...

## Déroulement de la séance :

### 1. Mise en situation (collectivement - 10 min)

L'enseignant demande aux élèves de lever une pierre ou un pavé à leur disposition, avec comme consigne de ressentir combien il est difficile, ou non, de lever le pavé.

Quelques élèves essaient alors d'exprimer leur ressenti lorsqu'ils ont soulevé la pierre.

*Cette première manipulation a pour but d'introduire la notion d'effort à fournir pour accomplir une tâche (soulever un objet).*

La situation suivante est alors proposée aux élèves. Un pavé est placé sur la table devant un petit personnage ; manifestement le pavé est beaucoup plus lourd que le personnage.



**Questionnement : Le petit personnage peut-il déplacer cette charge très lourde seul et à mains nues ?**

Les élèves doivent arriver à la conclusion qu'une personne ne peut pas porter une charge plus lourde qu'elle sans outil.

## 2. Vers le concept de dispositif aidant à accomplir une tâche (collectivement - 10 min)

**Questionnement : Une personne ne peut pas porter sans assistance une charge lourde. Comment peut-elle se faciliter la tâche ?**

*Cette phase de réflexion a pour objectif d'introduire le concept de machine ou dispositif qui aide à déplacer ou soulever la charge.*

*Elle permettra également de faire un premier tri dans les idées des élèves, en séparant les dispositifs en deux catégories : ceux actionnés par la force de l'Homme et les engins motorisés.*

- Les élèves réfléchissent, et notent leurs idées sur leur cahier.
- Mise en commun des idées. L'enseignant les note au tableau en les classant en deux colonnes sans intitulé.
- A partir du classement, les élèves essaient de **déduire les intitulés** des deux colonnes.

## 3. Découverte des principes par les élèves (binômes puis collectivement – 30 min)

**Au Moyen-Age ou à la Renaissance**, comment faisait-on pour soulever de telles charges ?  
Avait-on des engins motorisés à l'époque ?

Pour aider les élèves à se représenter la situation, on leur propose le problème suivant : « Que proposez-vous pour soulever ces cartons remplis de livres ? »

- Chaque binôme note ses idées sur une feuille A3 (texte ou croquis).
- **Mise en commun** par affichage.
- **Classement** par familles de solutions techniques (exemple : plans inclinés, leviers, poulies).
- **Expérimentation** des hypothèses proposées.  
Pour cela, il faut prévoir un peu de matériel (cf. section matériel). Ce matériel à prévoir est bien entendu inconnu des élèves, pour ne pas influencer leurs hypothèses.
- **Synthèse** des expérimentations : dégager les techniques facilitant le déplacement de lourdes charges et introduire le vocabulaire adapté (exemple : si le levier a été proposé, s'assurer que tous les élèves connaissent le mot).

#### **4. Trace écrite en fonction des observations des élèves (collectivement – 10 min)**

Par exemple :

« Pour soulever une charge lourde, on peut s'y prendre à plusieurs ; on peut également s'aider d'outils : (propositions d'élèves). »

Des photocopies des techniques proposées par les élèves et dont l'efficacité a été validée par les expérimentations pourront alors enrichir et compléter cette trace écrite.



# Séance 3 : Quelles techniques sont utilisées par les Hommes depuis l'Antiquité ?

## Objectifs :

- Emettre des hypothèses sur les différentes façons de soulever une lourde charge.
- Découvrir les engins de levage utilisés par l'homme depuis des siècles.
- Apprendre à extraire une information d'un croquis.
- Réinvestir les notions de plan incliné, levier, poulie.

## Déroulement de la séance :

### 1. Rappel de la séance précédente (collectivement - 10 min)

Compléter collectivement le tableau suivant :

Problème posé	Ce qui a été fait	Ce qui a été trouvé
<i>Déplacer ou soulever des charges lourdes</i>	<i>Recherche de dispositifs permettant de faciliter le travail à accomplir</i>	

### 2. Observation des principes (groupes de quatre élèves – 40 min)

Support : [fiches élèves, Annexes numérotées de III-1 à III-6, p.53](#)

Six documents au format A5 présentant les solutions utilisées par les Hommes depuis l'Antiquité et jusqu'à la Renaissance pour déplacer des charges lourdes. Ces documents sont des dessins, des reproductions de gravures, de peintures, ou de croquis consignés dans des « carnets d'ingénieurs » datant du Moyen-âge ou de la Renaissance.

- Les élèves essaient par petits groupes d'interpréter ces croquis : ils doivent **relier leurs observations aux principes qu'ils ont testés** lors de la séance précédente.
- Pour les techniques non trouvées lors de la séance 2, les élèves **émettent à l'écrit des hypothèses** quant aux principes de fonctionnement (textes ou croquis).
- **Mise en commun** des observations.

- **Synthèse** : compléter au besoin les observations des élèves, et introduire le vocabulaire correspondant aux techniques nouvelles.

### **3. Trace écrite, synthèse des séances 2 et 3 (collectivement – 10 min)**

Par exemple :

« Depuis de nombreux siècles, les Hommes utilisent des dispositifs astucieux permettant de faciliter le déplacement de charges lourdes. Ces dispositifs sont par exemple le plan incliné, le levier et la poulie (+ éventuellement ceux proposés par les élèves). »

Compléter cette trace écrite par des photocopies des illustrations et éventuellement des schémas des trois dispositifs : plan incliné, levier, poulie.

# Séance 4 : Les plans inclinés

## **Objectif général :**

Etre capable de reconnaître un plan incliné et de connaître l'influence de son inclinaison.

## **1. Atelier de technologie (demi-classe – 40 min)**

### **Objectifs :**

- Découvrir le principe du plan incliné.
- Etudier l'influence de l'inclinaison.
- Effectuer des observations puis des mesures quantifiées de l'effort à fournir pour déplacer la charge.
- Utiliser des outils pour mesurer l'intensité d'une force.

### **Matériel pour un groupe :**

- 1 potence
- 1 axe
- 1 plan incliné
- 1 pavé
- 1 ficelle non élastique ( $\approx 40$  cm)
- 1 élastique
- 1 dynamomètre
- 1 fiche élève, p.58

### **Présentation de la machine et mise en place du plan incliné :**

La machine est constituée d'une potence sur laquelle il est possible de fixer un axe. Le plan incliné est posé sur cet axe. Il est possible de faire varier l'inclinaison du plan en jouant sur la hauteur de l'axe. Pour ces manipulations, on se limitera toujours aux deux positions les plus basses de l'axe (on n'utilise pas le dernier trou : pente trop importante).



Fig. 1 : Le plan incliné posé sur son axe.

Pour soulever une charge à l'aide d'un plan incliné, il faut se placer dans l'alignement de la planche, du côté où elle prend appui sur l'axe. Dans l'exemple ci-dessus (fig. 1), il faudrait se placer sur la droite.

Pour assurer la reproductibilité et l'homogénéité des mesures, il faut toujours tirer le pavé dans la même direction, en veillant à ce que le fil soit **parallèle** au plan incliné.

**Attention :** Le plan incliné a tendance à se déplacer avec la charge : un élève doit donc le maintenir en place lors des mesures.

### **Sécurité :**

L'utilisation de la machine doit se faire dans les meilleures conditions de sécurité possibles : c'est pourquoi il convient d'être vigilant sur la fixation des **deux goupilles de sécurité** (fig. 2). De même, il faut veiller à **bloquer l'axe** avec l'aide de la petite goupille (fig. 3).

Les élèves ne doivent **jamais placer leurs mains dans le rectangle** défini par la base de la machine : risque de chute du pavé !

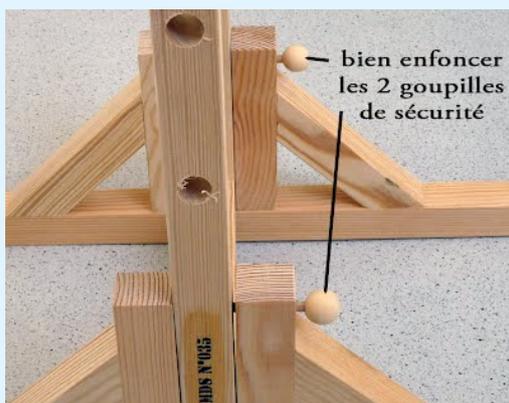


Fig. 2 : Placement des deux goupilles de sécurité



Fig. 3 : Petite goupille permettant de bloquer l'axe où est posé le plan incliné

### **Présentation de la séance :**

Les élèves expérimentent par groupe diverses situations correspondant à différentes positions du plan incliné (fig. 4). Pour changer la position du plan incliné, il suffit de déplacer l'axe et le glisser dans un emplacement situé plus haut sur la potence. Seules les **deux premières positions** de l'axe en partant du bas sont utilisées.

Bien remettre **la petite goupille en place** après chaque changement de position de l'axe.

A chacune des situations expérimentées, les élèves devront observer et décrire ce qui se passe (le pavé monte ou pas...), éventuellement de manière comparative (exemple : le pavé est plus facile à soulever dans la situation 2 que dans la situation témoin...)

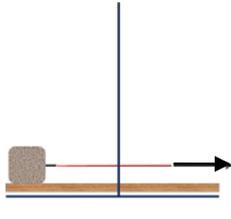
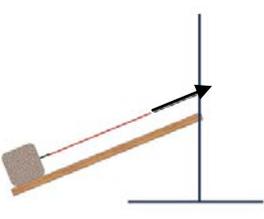
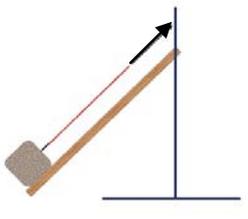
<b>Situation témoin :</b> Lever le pavé sans s'aider du plan incliné	<b>Situation 1 :</b> Faire glisser le pavé horizontalement	<b>Situation 2 :</b> Faire glisser le pavé sur le plan incliné posé au niveau 1	<b>Situation 3 :</b> Faire glisser le pavé sur le plan incliné posé au niveau 2
			

Fig. 4 : Les différentes situations à expérimenter.

A l'issue des expérimentations, les élèves devront être capables de donner les avantages et les inconvénients de chaque position pour le plan incliné. Ils pourront aussi exprimer une préférence pour l'une d'entre elles, en argumentant leur choix.

### **Manipulation et compte rendu :**

Afin de se mettre d'accord, les élèves doivent trouver un moyen de mesurer l'effort fourni. Pour cela, ils ont à leur disposition un élastique et un dynamomètre.

Ils devront tout d'abord chercher comment ces deux outils peuvent les aider à mesurer, puis **décrire leur protocole** en quelques mots et/ou avec des schémas. Ce protocole inclut en particulier le placement des outils de mesure et la direction dans laquelle ils exercent une force/un effort.

**En pratique, il est conseillé d'attacher la ficelle au pavé, et de tirer l'ensemble grâce à l'élastique ou au dynamomètre.**

Ensuite, pour chaque situation les élèves vont :

- faire l'expérience en tirant à l'aide d'une ficelle non élastique
- **décrire** ce qu'ils ressentent (facile/difficile... avec des nuances)
- **mesurer avec un élastique** et renseigner le tableau
- **mesurer avec un dynamomètre** et renseigner le tableau
- **noter la conclusion** dans le tableau

**NB : Il est important lors des mesures que les élèves :**

- tirent toujours le pavé dans le prolongement du plan incliné
- prennent toujours le même repère pour effectuer les relevés avec l'élastique
- effectuent toujours une lecture sur la même échelle du dynamomètre

### **Remarques :**

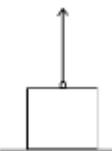
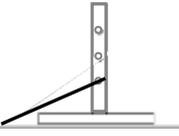
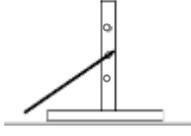
Ce qui est éprouvé est différent selon chaque élève... Néanmoins, ils doivent tous arriver grâce aux instruments de mesure aux constats suivants, qui seront résumés à l'avant-dernière

ligne du tableau : l'installation du plan incliné au niveau 1 permet de monter avec moins d'effort mais moins haut ; l'installation du plan incliné au niveau 2 permet de monter plus haut mais avec plus d'effort.

La dernière case du tableau est réservée au choix de la situation qu'ils jugent la plus efficace et à l'argumentation de ce choix. Les réponses peuvent alors varier suivant les élèves, et la situation dans laquelle ils se placent (charge très lourde ou pente très importante...).

**NB** : Le tableau de la page 21 donne un ordre de grandeur des mesures attendues. Les différences de valeurs entre les groupes peuvent s'expliquer par : différence de masse entre les blocs, différence de qualité des élastiques utilisés, précision de la lecture...

## Fiche élèves : Soulever une charge avec un plan incliné

	Témoin	Situation 1	Situation 2	Situation 3
				
Ce que je ressens				
La mesure avec l'élastique		Environ 12 cm	Environ 20 cm	> 25 cm
La mesure avec le dynamomètre	1,5 kg	0,5 kg	0,9 - 1 kg	1,1 – 1,2 kg
<p>Pour élever la charge au niveau 1, je fournis un effort mesuré de ..... avec l'élastique.            Pour élever la charge au niveau 2, je fournis un effort mesuré de ..... avec l'élastique.            C'est donc : <input type="checkbox"/> plus facile      de monter la charge au niveau 2.  <input type="checkbox"/> moins facile</p>				
<p>A votre avis, comment faire pour monter efficacement une charge avec un plan incliné ?</p>				

## **2. Atelier de géométrie (demi-classe – 40 min)**

### **Objectifs :**

- Réaliser un instrument permettant de caractériser l'inclinaison.
- Caractériser de manière quantifiée l'inclinaison du plan aux diverses positions (sera fait collectivement).
- Travailler en autonomie.

### **Matériel :**

- Carton suffisamment rigide
- Matériel de géométrie (équerre, compas, règle graduée)
- Ciseaux
- De la ficelle pas trop grosse
- Un lest pour faire un fil à plomb (boulon, pâte à modeler)
- [Fiche élève p.23](#)

### **Déroulement de l'activité :**

Les élèves suivent les consignes qui leur sont données dans la fiche activité.

L'objectif est de réaliser une « équerre égyptienne », dont la base graduée permettra lors de la mise en commun en classe entière de « mesurer » les différentes inclinaisons considérées au cours des manipulations.

Après avoir réalisé l'objet, les élèves peuvent le décorer à leur guise. Une possibilité est de réaliser au compas une rosace au centre de l'équerre, puis de la colorier.

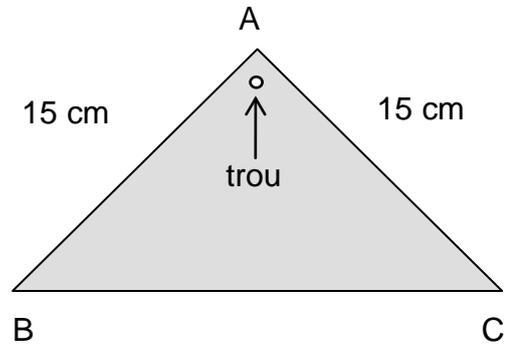
# Fiche élèves : réaliser une équerre égyptienne

## 1<sup>ère</sup> étape : Préparation de l'équerre

- Dessine sur ton morceau de carton un triangle rectangle isocèle ABC. Les deux cotés AB et AC de l'angle droit mesurent 15 cm.

- Découpe soigneusement la forme aux ciseaux.

- Fais un trou avec un compas à 1 cm du sommet A, comme sur le dessin.



## 2<sup>ème</sup> étape : Mise en place du fil à plomb

- Coupe un morceau de ficelle d'environ 30 cm de long. Passe une extrémité dans le trou et fais un nœud pour que la ficelle ne s'enlève pas.

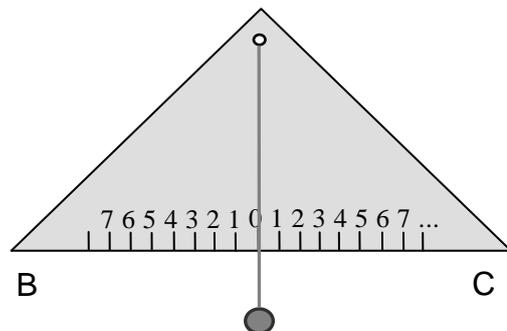
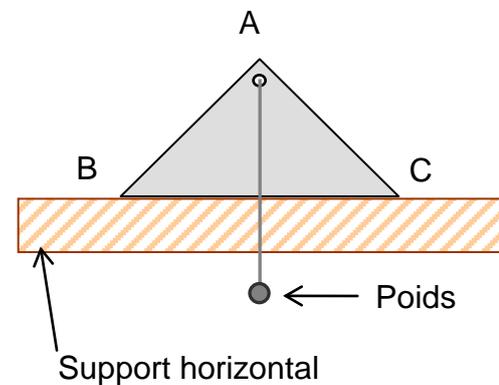
- A l'autre extrémité de la ficelle, attache un petit poids : petit boulon, boule de pâte à modeler...

## 3<sup>ème</sup> étape : Réalisation des graduations

- Pose le côté BC de ton instrument au bord d'une table ou d'un autre support horizontal. La ficelle et son poids doivent pendre librement, comme sur le schéma.

- Indique d'un trait sur le côté BC la position de la ficelle. Ce trait indique la position de la ficelle lorsque l'équerre est placée sur un objet horizontal. C'est aussi le « zéro » des graduations.

- A l'aide d'une règle graduée, gradue le côté BC de l'équerre. Fais un trait chaque cm en partant du trait « zéro » que tu viens de tracer. N'oublie pas de graduer les deux côtés du zéro.



## 4<sup>ème</sup> étape : Tu peux maintenant décorer ton instrument !

### 3. Mise en commun et trace écrite (collectivement – 30 min)

- Exploitation de l'instrument fabriqué dans l'atelier de géométrie : l'objectif est de quantifier l'inclinaison du plan aux différentes positions, grâce à l'équerre.

Pour que les élèves comprennent en quoi leur instrument peut les aider à mesurer l'inclinaison, commencer par quelques manipulations qualitatives : deux élèves peuvent venir observer ce qu'il se passe sur l'équerre lorsque le plan est posé à l'horizontale, puis au niveau 1 et enfin au niveau 2 (le fil s'écarte de plus en plus du zéro). La graduation indique donc l'inclinaison ou la pente du plan incliné.

Les deux élèves procèdent alors à la mesure de l'inclinaison pour chaque situation, et les résultats sont notés au tableau.

- **Mise en commun** des résultats des manipulations, situation par situation (du plan horizontal au plus pentu).

#### - **Trace écrite.**

Par exemple :

« L'utilisation d'un plan incliné facilite le déplacement d'une charge lourde. Lorsque la pente est faible, l'effort est moins important que lorsque la pente est forte. Mais, pour une même distance parcourue, la charge est montée moins haut lorsque la pente est faible.

Nous avons quantifié l'inclinaison du plan incliné dans les différentes situations expérimentées grâce à l'équerre égyptienne. La position du fil lesté donne une mesure de l'inclinaison : plus le chiffre de la graduation est grand, plus la pente est importante. »

# Séance 5 : Les leviers

## Objectifs généraux :

Etre capable de reconnaître le principe du levier et d'identifier le pivot (point d'appui). Savoir qu'une force est plus efficace si elle est appliquée plus loin du point d'appui.

## 1. Prérequis (collectivement – 10 min) :

Pour débiter cette séance sur les leviers, il faut introduire le vocabulaire relatif au principe du levier (fig. 1), qui sera nécessaire aux deux activités.

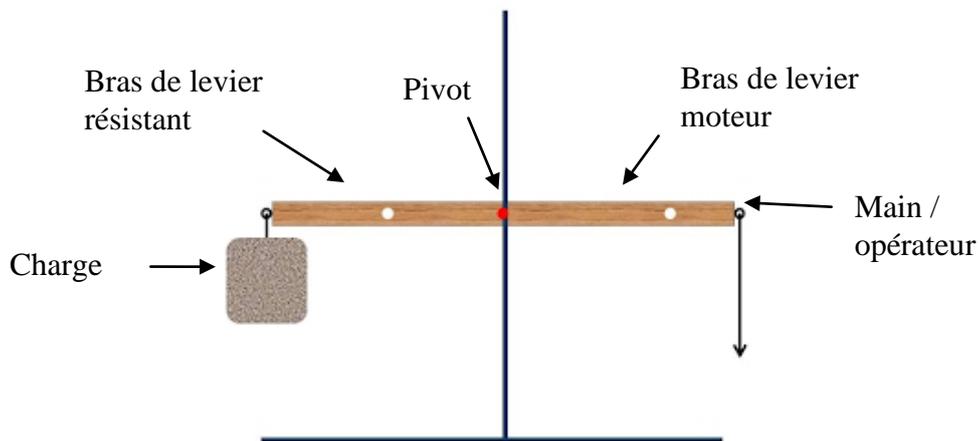


Fig. 1 : Illustration du vocabulaire autour du levier.

Un **levier** est une barre rigide et mobile autour d'un point fixe, appelé le pivot.

On parle de **bras de levier « moteur »** pour la partie du levier où l'on applique une force humaine, et de **bras de levier « résistant »** pour la partie où la masse est accrochée et exerce une résistance.

Cette phase collective pourra prendre la forme **d'un jeu d'étiquettes**, à replacer au tableau sur un schéma de levier. Si un schéma a été élaboré lors de la trace écrite de la séance 3, le réutiliser ; éventuellement le faire reproduire par un élève.

**Étiquettes à préparer :** bras de levier moteur, bras de levier résistant, pivot, charge, main

## 2. Atelier de technologie (demi-classe – 40 min)

### Objectifs :

- Découvrir le principe du levier.
- Etudier l'influence de la place du pivot.
- Effectuer des observations puis des mesures quantifiées.
- Utiliser des outils pour mesurer l'intensité d'une force.

### Matériel pour un groupe :

- 1 potence
- 1 axe
- 1 levier
- 1 pavé
- 1 ficelle
- 1 élastique
- 1 dynamomètre
- 1 crochet esse
- [1 fiche élève p.59](#)

### Installation du levier :

L'axe est installé au **niveau 2** (trou central de la potence). Pour la présentation de la machine, le levier passe par le **trou central** du levier. Ne pas oublier la **petite goupille de sécurité**, à placer sur l'axe.



Fig. 2 : Le levier installé sur la potence, dans sa position initiale pour les expériences.

Pour soulever une charge à l'aide d'un levier, il faut se placer **face au bras moteur**, de manière à pouvoir l'actionner aisément.

### Sécurité :

L'utilisation de la machine doit se faire dans les meilleures conditions de sécurité possibles : c'est pourquoi il convient d'être vigilant sur la fixation des **deux goupilles de sécurité** (fig. 3). De même, il faut veiller à **bloquer l'axe** avec l'aide de la petite goupille (fig. 4).

Les élèves ne doivent **jamais placer leurs mains dans le rectangle** défini par la base de la machine : risque de chute du pavé !

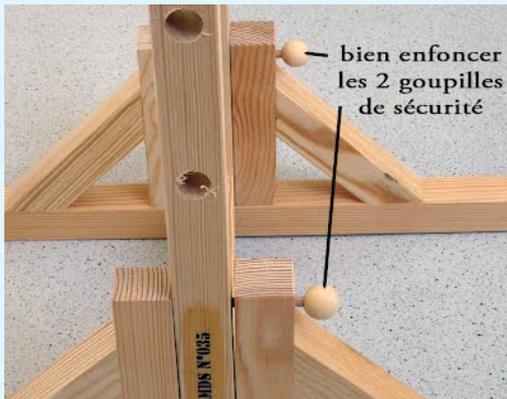


Fig. 3 : Placement des deux goupilles de sécurité



Fig. 4 : Petite goupille permettant de bloquer l'axe où est posé le plan incliné

### Présentation de la séance :

Les élèves expérimentent par groupes différentes situations correspondant à diverses longueurs du bras de levier moteur (fig. 5). Pour la situation 3, il suffit de changer le pavé de bras. **Remettre la petite goupille en place** après chaque changement de position du levier.

A chacune des situations expérimentées, les élèves devront observer et décrire ce qui se passe de manière comparative (exemple : le pavé est plus facile à soulever dans la situation 1 que dans la situation témoin...).

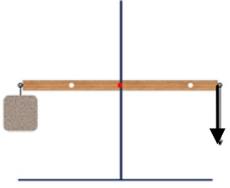
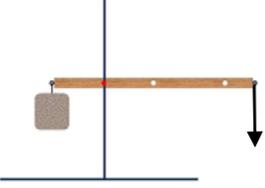
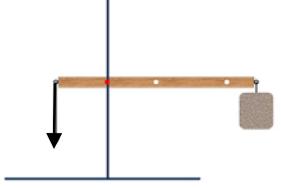
<b>Situation témoin :</b> Lever le pavé sans s'aider du levier	<b>Situation 1 :</b> Bras de levier résistant <b>de même longueur</b> que bras de levier moteur	<b>Situation 2 :</b> Bras de levier moteur <b>plus long</b> que bras de levier résistant	<b>Situation 3 :</b> Bras de levier moteur <b>plus court</b> que bras de levier résistant (inverser le levier)
			

Fig. 5 : Les différentes situations à expérimenter.

A l'issue des expérimentations, les élèves devront être capables de décrire la situation la plus favorable au soulèvement d'une charge avec un levier.

### **Manipulation et compte rendu :**

Afin de se mettre d'accord, les élèves sont invités à trouver un moyen de mesurer l'effort fourni. Pour cela, ils ont à leur disposition un élastique et un dynamomètre.

Ils devront tout d'abord chercher comment ces deux outils peuvent les aider à mesurer l'effort fourni, puis décrire précisément leur protocole en quelques mots et/ou avec des schémas, indiquant le placement des outils de mesure et précisant le sens dans lequel ils exercent un effort (du bas vers le haut, du haut vers le bas...).

**En pratique, il est conseillé d'attacher le pavé au levier au moyen de l'esse, et de placer l'outil de mesure sur le bras moteur :** on tire vers le bas sur ce bras par l'intermédiaire de l'outil.

De plus, pour être prises en compte, les manipulations doivent être faites en levant toujours la charge jusqu'au même point. Le plus simple est de lever le poids jusqu'à ce que le **levier soit horizontal**.

Enfin, pour chaque situation les élèves vont :

- faire l'expérience en tirant à l'aide d'une ficelle non élastique
- **décrire** ce qu'ils ressentent et observent (facile/difficile... avec des nuances)
- **mesurer avec un élastique** et renseigner le tableau
- **mesurer avec un dynamomètre** et renseigner le tableau
- **noter la conclusion** dans le tableau

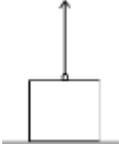
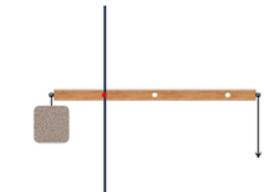
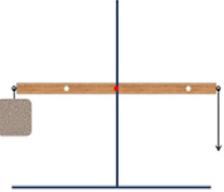
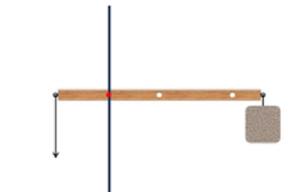
Le tableau de la page 29 donne un ordre de grandeur de ces mesures. Les différences de valeurs entre les groupes peuvent s'expliquer par : différence de masse entre les blocs, différence de qualité des élastiques utilisés, précision de la lecture...

Attention, dans le tableau de mesures, les situations ne sont pas dans l'ordre des manipulations, afin de faciliter la lecture et l'interprétation des résultats.

**NB :** Il est important lors des mesures que les élèves :

- prennent toujours le même repère pour effectuer les relevés avec l'élastique
- tirent toujours le bras moteur bien à la verticale vers le bas.

## Fiche élèves : Soulever une charge avec un levier

	Témoin	Situation 2	Situation 1	Situation 3
				
Ce que je ressens				
La mesure avec l'élastique		15 cm	25 cm	Impossible !
La mesure avec le dynamomètre	1,5 kg	0,5 kg	1,5 kg	4,5 kg à ne pas faire trop longtemps : usure prématurée du dynamomètre !
<p>Quelle installation permet de soulever la charge le plus facilement ?</p>				

### **3. Atelier « les différents types de leviers » (demi-classe – 40 min)**

#### **Objectifs :**

- Découvrir les différents types de leviers.
- Analyser des objets de la vie courante et comprendre leur principe de fonctionnement.
- Identifier les points communs aux objets étudiés et établir des critères de classement.
- Travailler en autonomie.

#### **Matériel pour un groupe :**

- 1 fiche élève p.60

#### **Déroulement de l'activité :**

Individuellement ou par deux, les élèves complètent une fiche avec un petit questionnaire sur l'aspect historique et deux activités sur les différents types de levier.

Première activité :

Support : encyclopédies en ligne.

Durée : 15 min

Pour les deux autres activités, les objets sont proposés à titre d'exemple et peuvent être remplacés. De plus, il peut être utile aux élèves d'avoir sous la main les objets pour pouvoir expérimenter leur fonctionnement afin de répondre aux questions.

Durée : 25 à 30 min

# Correction de la fiche élèves – Les leviers

## Un peu d'histoire :

Pour répondre à ces questions, entre un mot clé dans une encyclopédie en ligne, Larousse ou Wikipédia par exemple.

- Quel savant a compris les différentes possibilités offertes par le levier ? Cite une phrase très célèbre de ce personnage à propos du levier.

*Archimède ;*

*« Que l'on me donne un point d'appui et je soulèverai le monde. »*

.....

- A quelle époque a vécu ce savant, et où ?

*Il vécut dans l'Antiquité, au IIIème siècle avant JC, à Syracuse, une colonie Grecque dans l'actuelle Sicile.*

.....

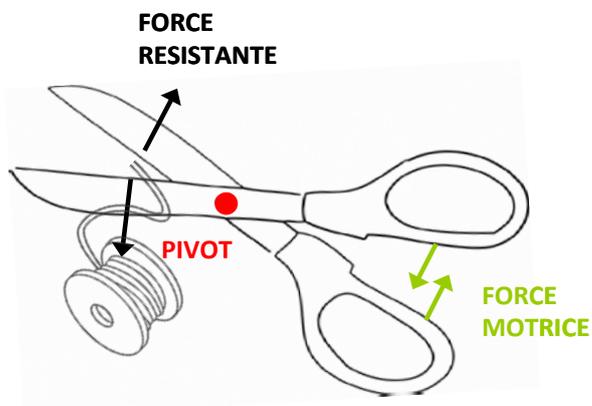
## Les différents types de levier :

- Dans ces objets de la vie quotidienne, entoure le pivot en rouge. Indique par une flèche verte l'endroit et la direction de l'appui de l'utilisateur et par une flèche noire la direction de la résistance.

Explique en quelques mots en quoi l'utilisation du levier est intéressante dans ces différents objets.

Tu peux t'aider de l'exemple des ciseaux ci-dessous.

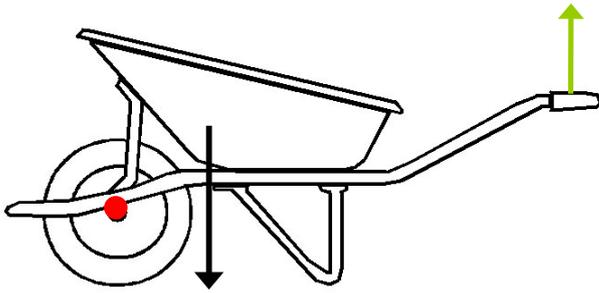
*Exemple : les ciseaux*



L'effet de levier permet de transmettre le mouvement de la main aux lames afin de couper le papier ou un fil.

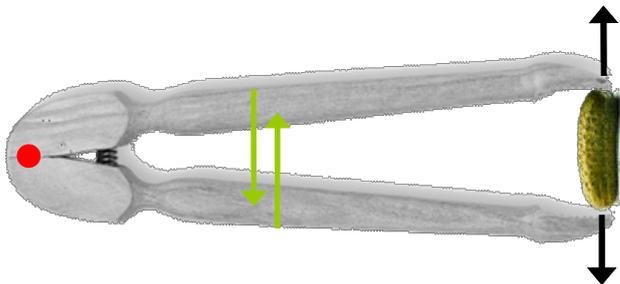
Rq : les ciseaux constituent un double levier.

*La brouette*



L'effet de levier permet de réduire l'effort à fournir pour soulever la charge se trouvant dans la brouette.

*La pince à cornichons*



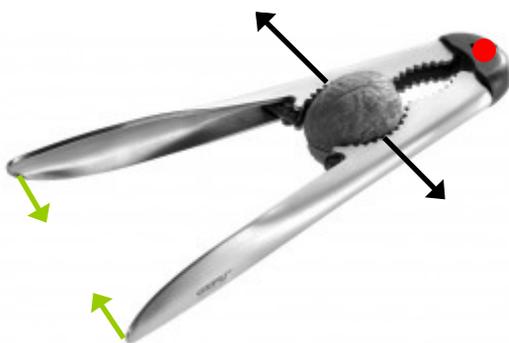
L'effet de levier permet de saisir à distance et avec précision un petit objet, ici un cornichon.

*Le pied de biche*



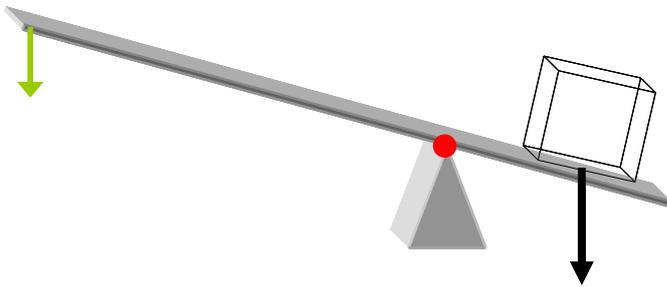
L'effet de levier permet de réduire l'effort à fournir pour arracher des clous.

*Le casse-noix*



L'effet de levier permet de diminuer l'effort à fournir pour casser la coque dure de la noix : la force appliquée sur la coquille est plus importante que la force motrice.

*La balançoire*



L'effet de levier permet de réduire l'effort à fournir pour soulever la charge placée à l'extrémité de la balançoire.

- Sauras-tu comme Archimède identifier les trois catégories de levier, et classer les exemples dans ces catégories ? Si tu as d'autres exemples, tu peux aussi les classer dans le tableau.

Pivot entre la charge et le point d'appui : <b>Charge – pivot – main</b> = <b>Levier inter-appui</b>	Charge entre le pivot et le point d'appui <b>Pivot – charge – main</b> = <b>Levier inter-résistant</b>	Point d'appui entre le pivot et la charge <b>Pivot – main – charge</b> = <b>Levier inter-moteur</b>
<i>balançoire, ciseaux, pied de biche, rame</i>	<i>brouette, casse noix</i>	<i>canne à pêche, pince à cornichons</i>

#### 4. Mise en commun et trace écrite (collectivement – 30 min) :

- **Mise en commun** des résultats des élèves pour les deux activités.

- **Trace écrite.**

Par exemple :

« Il existe trois types de leviers suivant la position du pivot par rapport aux bras moteur et résistant. On trouve de nombreuses applications des leviers dans la vie de tous les jours (éventuellement citer des exemples sur proposition des élèves).

D'une manière générale, les leviers inter-appui et inter-résistant permettent de diminuer l'effort à fournir, alors qu'un levier inter-moteur permet un gain de précision.

Nous avons fait des expériences pour déplacer une charge lourde, à l'aide d'un levier de type inter-appui. Nous avons observé que **soulever une charge demande moins d'effort si le bras de levier moteur est plus long** que le bras de levier résistant. »



# Séance 6 : Les poulies

## Objectif général :

Etre capable d'identifier les deux types de poulies simples, et connaître leurs avantages.

## 1. Atelier de technologie (demi-classe – 40 min)

### Objectifs :

- Découvrir et étudier les poulies placées dans différentes positions.
- Effectuer des observations puis des mesures quantifiées.
- Utiliser des outils pour mesurer l'intensité d'une force.

### Matériel pour un groupe :

- 1 potence
- 2 poulies
- 1 pavé
- 1 cordelette
- 1 crochet esse
- 1 élastique
- 1 dynamomètre
- 1 fiche élève p.64

### Installation des poulies :

La poulie est dans un premier temps accrochée sur un crochet au sommet de la potence (fig. 1). Le pavé est placé au centre de la base.



Fig. 1 : Placement d'une poulie sur la potence.

### Sécurité :

L'utilisation de la machine doit se faire dans les meilleures conditions de sécurité possibles : c'est pourquoi il convient d'être vigilant sur la fixation des deux goupilles de sécurité (fig. 2).

Il faudra toujours faire attention à ce que les élèves ne **placent pas leurs mains dans le rectangle délimité par la base de la potence** (fig. 3) ! La traction s'effectue donc un peu de biais.

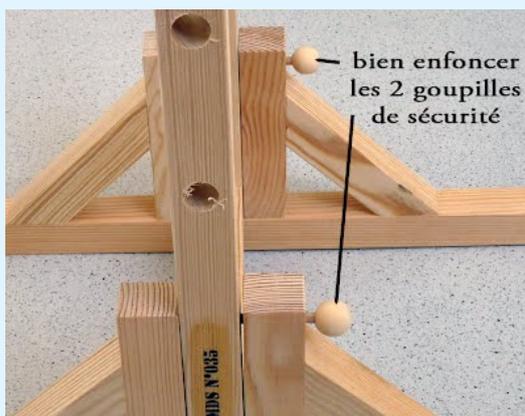


Fig. 2 : Placement des deux goupilles de sécurité.

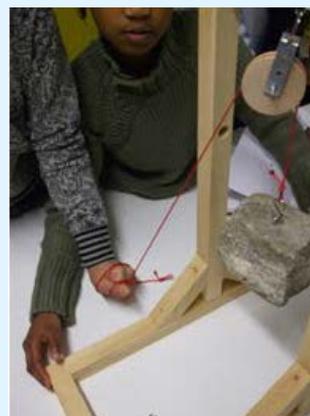


Fig. 3 : Les mains toujours en dehors du rectangle délimité par le socle de la machine.

### Présentation de la séance :

Les élèves expérimentent par groupes différentes situations correspondant à divers agencements des poulies (fig. 4). Pour la situation 2, il faut retourner la poulie pour pouvoir l'accrocher au pavé. Le pavé sera fixé à la cordelette ou à la poulie par **l'intermédiaire d'un crochet esse**.

A chacune des situations expérimentées, les élèves devront observer et décrire ce qu'ils font et ressentent (tirer vers le bas ou le haut, la charge est plus ou moins facile à soulever).

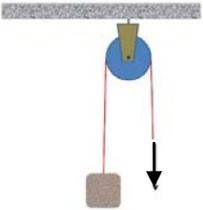
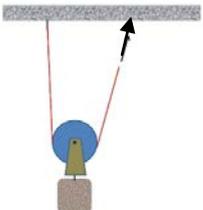
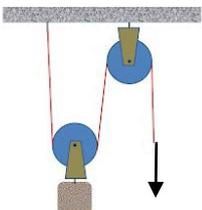
<b>Situation témoin :</b>	<b>Situation 1 :</b>	<b>Situation 2 :</b>	<b>Situation 3 :</b>
Lever le pavé sans s'aider de poulies	Poulie fixe. Poulie accrochée en haut de la potence	Poulie mobile. Poulie accrochée à la charge	1 poulie mobile + 1 poulie fixe
			

Fig. 4 : Les différentes situations à expérimenter.

A l'issue des expérimentations, les élèves devront être capables de donner les avantages et inconvénients des différentes situations. A partir de ces constats, ils pourront dire quelle est la situation qui permet de soulever une charge en fournissant le moins d'effort.

### **Manipulation et compte rendu :**

Afin de se mettre d'accord, les élèves sont invités à trouver un moyen de mesurer l'effort fourni. Pour cela, ils ont à leur disposition un élastique et un dynamomètre.

Ils devront tout d'abord chercher comment ces deux outils peuvent les aider à mesurer, puis décrire précisément leur protocole en quelques mots et/ou avec des schémas.

En pratique, ces deux outils seront accrochés à la cordelette par l'extrémité que l'on tient.

Ensuite, pour chaque situation les élèves vont :

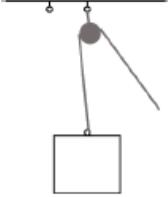
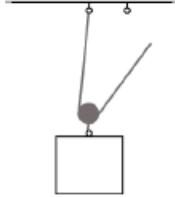
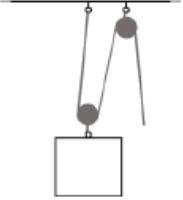
- faire l'expérience en tirant à l'aide d'une ficelle non élastique
- **décrire** ce qu'ils ressentent et observent (facile/difficile... avec des nuances)
- **préciser la direction** dans laquelle ils tirent
- **mesurer avec un élastique** et renseigner le tableau
- **mesurer avec un dynamomètre** et renseigner le tableau
- **décrire les avantages** du dispositif
- **noter la conclusion** dans le tableau

**NB :** Il est important lors des mesures que les élèves :

- prennent **toujours le même repère** pour effectuer les relevés avec l'élastique,
- lèvent toujours à peu près le pavé à la même hauteur.

Le tableau de la page 40 donne un ordre de grandeur des mesures attendues. Les différences de valeurs entre les groupes peuvent s'expliquer par : différence de masse entre les blocs, différence de qualité des élastiques utilisés, précision de la lecture...

## Fiche élèves : Soulever une charge avec des poulies

	Témoin	Situation 1	Situation 2	Situation 3
				
Ce que je ressens				
Direction de l'effort	<b>Vers le haut</b>	<b>Vers le bas</b>	<b>Vers le haut</b>	<b>Vers le bas</b>
La mesure avec l'élastique		<b>28 cm</b>	<b>21 cm</b>	<b>22 cm</b>
La mesure avec le dynamomètre	<b>1,5 kg</b>	<b>1,6 kg</b>	<b>0,9 - 1 kg</b>	<b>0,9 - 1 kg</b>
Avantages du dispositif		<b>Effort vers le bas</b>	<b>Effort moins important</b>	<b>Effort moins important + vers le bas</b>
Quelle installation permet de soulever la charge avec le moins d'efforts ?				

## 2. Atelier d'histoire des sciences et techniques (demi-classe – 40 min)

### Objectifs :

- Travailler sur l'aspect historique de l'utilisation des poulies pour soulever des charges.
- Apprendre à extraire des informations à partir de croquis de machines.
- Réinvestir ses connaissances pour expliquer le fonctionnement d'une machine inconnue.
- Travailler en autonomie.

### Déroulement de l'activité :

Support : [Fiches élève p.65 et p.66.](#)

Ces quatre documents sont des images de grues, utilisées à différentes époques : depuis l'Antiquité, au cours du Moyen-âge, à partir de la Renaissance, et de nos jours.

Les élèves travailleront par petits groupes de 3 ou 4 ; ils recevront les consignes suivantes :

Depuis l'Antiquité, l'Homme construit des machines utilisant des poulies pour monter de lourdes charges, afin de construire des édifices. On appelle ces machines des **grues**. Au fil du temps, l'aspect, les matériaux et les performances des grues ont évolué.

- Retrouver à quelle époque (Antiquité, Moyen-âge, Renaissance, époque contemporaine) correspond chacune des machines représentées sur les documents.

(Miniature à coller sur le tableau-fiche élèves)

- Pour chacune des grues, identifier :

- où se trouve la charge,
- où se trouve la poulie ou l'ensemble de poulies,
- le chemin de la corde ou du câble permettant de lever la charge.

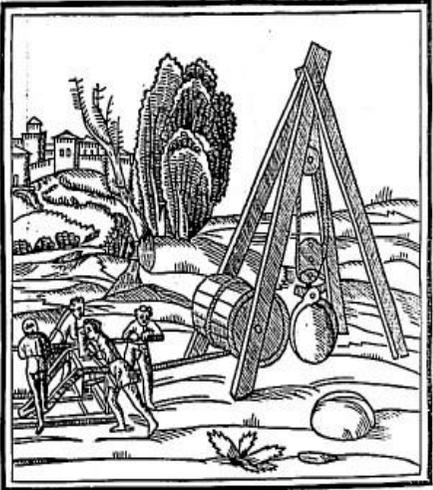
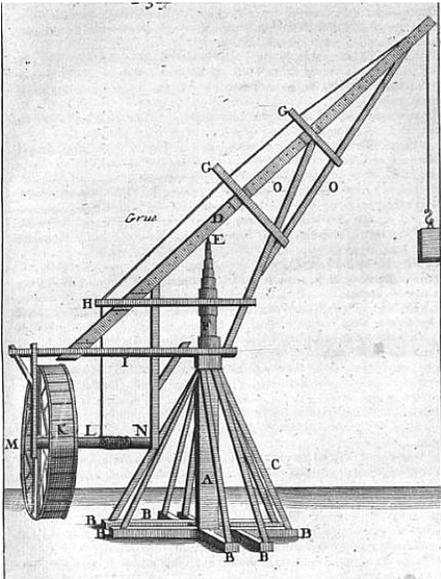
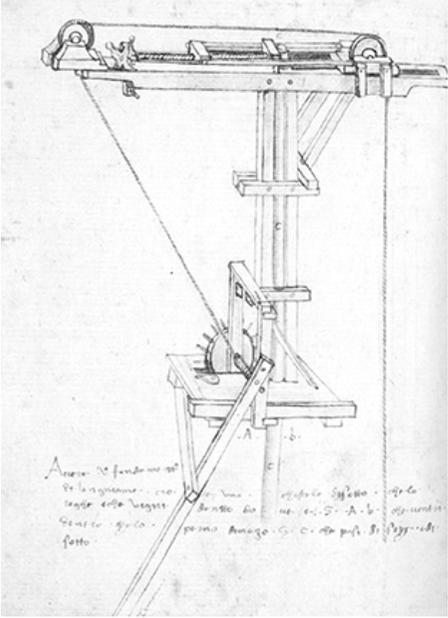
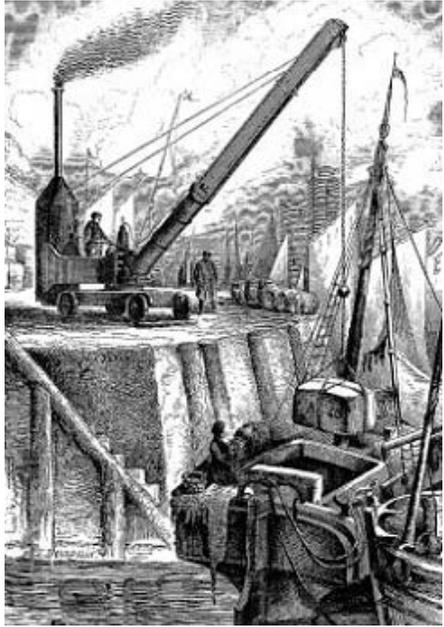
(à repérer sur les images en grand format, mais annoter la miniature)

- Dans la case « observations » :

- décrire comment les hommes actionnent ces machines pour soulever une charge,
- décrire les améliorations apportées aux grues aux différentes époques.

**NB :** Le tableau de la page 42 donne la correction de l'activité.

## Correction de la fiche élèves – Les grues

	Antiquité	Moyen-âge	Renaissance	XIX <sup>e</sup> siècle
Auteur	Illustration de Jean Goujon, d'après Vitruve (I <sup>er</sup> siècle av.J.C.), <i>De architectura</i> . D'après [1]	Jacques Ozanam. <i>Idee générale des mathématiques. Grue médiévale</i> , 1691. D'après [2]	Bonaccorso Ghiberti, <i>La grue avec treuil de Brunelleschi</i> , fin XV <sup>e</sup> s. D'après [3]	Bourdelin, <i>Grue locomobile en fonte à vapeur</i> , 1866
Image correspondante				
Observations	Les hommes font tourner un rondin de bois vertical (= treuil à tambour vertical). La corde s'enroule autour du rondin et la charge s'élève. On peut remarquer l'usage de deux poulies en palan.	Un homme se trouve dans la roue, nommée cage à écureuil. Lorsqu'il avance dans la cage, la corde s'enroule autour d'une barre en bois (= treuil), et la charge s'élève. Amélioration : cage d'écureuil.	Les hommes manœuvrent une roue. Elle met en rotation un axe (= treuil), autour duquel s'enroule la corde. La grue est pivotante et la vis située en haut de la grue permet de déplacer latéralement les charges.	La force motrice est celle de la vapeur, la grue est en fonte : la machine est plus solide et permet de soulever de plus lourdes charges.

### 3. Mise en commun et trace écrite (collectivement – 30 min)

- **Mise en commun** des observations des élèves pour les deux activités.

- **Trace écrite.**

Par exemple :

« Nous avons essayé de déplacer le pavé en utilisant une ou plusieurs poulies, disposées de différentes manières. La situation 3 avec une poulie simple mobile et une poulie simple fixe combine les avantages des deux types de poulies :

- on tire vers le bas,
- la force est réduite ; pour la connaître, il suffit de diviser par le nombre de brins de corde sur la poulie mobile

Cette situation est la plus favorable ! »

« Les hommes ont compris depuis l'Antiquité l'utilité de la poulie dans les opérations de levage. Dès l'Antiquité, on retrouve des témoignages de l'utilisation de grues en bois, comportant une ou deux poulies, et actionnées par l'homme. Les grues ont été beaucoup perfectionnées à la Renaissance : on peut à cette époque placer précisément les charges en hauteur.

A partir du XIX<sup>ème</sup> siècle une autre force motrice est utilisée : la vapeur. Aujourd'hui les grues fonctionnent grâce à des moteurs. »



# Séance 7 : Synthèse de la séquence

## **Objectifs :**

- Réinvestir dans des activités ludiques les connaissances acquises au cours de la séquence.
- Utiliser l'outil informatique.
- Travailler en autonomie.

## **Support :**

- Site internet : <http://www.universcience.fr/juniors/machines-simples/experiences-ludiques/index.html>
- [1 fiche élève p.67](#)

## **Déroulement de la séance :**

- Les élèves réalisent les différentes activités interactives sur le levier, la roue, la poulie et le plan incliné et visionnent le film « De simples machines ».
- En parallèle, ils ont un questionnaire à remplir, qui servira de trace écrite.
  - Mise en commun des résultats des élèves.

**NB :** Le corrigé du questionnaire en rapport avec les activités du jeu en ligne se trouve pages 46 et 47.

## Correction de la fiche élèves – Séance 7

Rends-toi sur le site internet suivant :

<http://www.universcience.fr/juniors/machines-simples/experiences-ludiques/index.html>

Réalise les activités sur les leviers, la roue, la poulie et les plans inclinés et réponds au questionnaire suivant :

A quoi sert un plan incliné ?	<i>Monter ou descendre des charges</i>
Vrai ou faux : Un plan incliné diminue l'effort à fournir	<i>Vrai</i>
Vrai ou faux : Un plan incliné diminue la distance à parcourir	<i>Faux</i>

Quel type de poulie permet de diminuer l'effort ?	<i>Poulie mobile</i>
Quel type de poulie permet de changer la direction de la force appliquée ?	<i>Poulie fixe</i>
Vrai ou faux : Avec une poulie mobile la longueur de corde à tirer ne change pas	<i>Faux : elle augmente</i>

Comment peut-on rétablir l'équilibre d'une balançoire ?	<i>En déplaçant le pivot</i>
Pour lancer très loin une charge avec une catapulte, il faut que le bras de levier sur lequel se trouve la charge soit long ou court ?	<i>Long</i>

Regarde attentivement le film et complète le questionnaire et le texte :

Qui a dit : « Donnez-moi un point d'appui et je soulèverai le monde » ?	<i>Archimède</i>
Vrai ou faux : Une machine simple fonctionne sans moteur	<i>Vrai</i>
Cite des exemples de plan incliné	<i>Vis, rampe pour handicapés, route de montagne</i>
Citer une machine où l'on peut voir un système de poulies	<i>Grue</i>

« Nous avons travaillé au cours de plusieurs séances sur des dispositifs astucieux permettant .....*de faciliter*..... le déplacement de charges, à savoir :

- *le plan incliné...*
- *le levier.....*
- *les poulies.....*

Ces dispositifs astucieux sont appelés des .. *machines simples*.....

Ces machines simples peuvent être combinées, et deviennent alors des .....*machines complexes*..... A l'aide des ....*machines simples*...., on peut facilement expliquer le fonctionnement des ...*machines complexes*... ! »



## Sources et références

- [1] gallica.bnf.fr, Bibliothèque nationale de France.
- [2] Wikimedia Commons.
- [3] Galluzzi, Paolo. *Les ingénieurs de la Renaissance de Brunelleschi à Leonard de Vinci* (1995). Giunti.
- [4] <http://www.delcampe.fr/page/item/id,153596658,var,GRAVURE-de-1866-Grue-locomotive-a-vapeur-Dessin-Bourdelin,language,F.html>.

---

Annexe VI-1 Bourdelin, Grue locomobile en fonte à vapeur (1866).

Gravure extraite d'un journal, disponible à l'adresse :

<http://www.delcampe.fr/page/item/id,153596658,var,GRAVURE-de-1866-Grue-locomotive-a-vapeur-Dessin-Bourdelin,language,F.html>

Annexe VI-2 Bonaccorso Ghiberti, La grue avec treuil de Brunelleschi (fin XV<sup>e</sup> s).

Paru dans *Les ingénieurs de la renaissance de Brunelleschi à Leonard de Vinci* de Paolo Galluzzi (1995), chez Giunti.

Annexe VI-3 Illustration de Jean Goujon (XVI<sup>e</sup> siècle) de l'ouvrage *Architecture ou Art de bien bastir*, traduction française par Ian Martin de *De architectura* de Marc Pollion Vitruve (Ier siècle av. J.-C.).

gallica.bnf.fr, Bibliothèque nationale de France.

Annexe VI-4 Jacques Ozanam, Grue médiévale.

Gravure issue de l'ouvrage *Idée générale des mathématiques* (1691).  
Wikimedia Commons.



# Compléments scientifiques pour l'enseignant

Pour aller plus loin dans la compréhension des différents mécanismes vous pouvez consulter le site de La Maison des Sciences consacré aux "**Carnets d'ingénieurs du Moyen-Age et de la Renaissance**". <https://sites.google.com/site/carnetsdingenieursdumoyenage/> et en cliquant sur « les machines simples ».

## Carnets d'ingénieurs du Moyen-Age et de la Renaissance

<b>Accueil</b>	<b>Accueil</b>
<b>Introduction</b>	
<b>Contexte pédagogique</b>	
▼ <b>De l'ingénieur du Moyen-Age à l'ingénieur d'aujourd'hui</b>	
Qu'est-ce qu'un ingénieur ?	
Des ingénieurs à l'école	
A l'école des ingénieurs	
L'écrit et les carnets	
Dessins, croquis, schémas...	
Taccola et les autres	
▼ <b>Un peu de technique</b>	
Outils et machines	
Machine et modèle	
Machine et travail	
Energie et avantage mécanique	
▼ <b>Notre machine</b>	
Caractéristiques	
Montage	
Sécurité	
Fabriquer sa machine	
▶ Accessoires	
Développements	
▼ <b>Les modules pédagogiques</b>	
Le contexte des séances	
Une séance introductive	
▶ <b>Les machines simples</b>	
▶ La mesure	
▶ Les machines complexes	
...	



Bienvenue sur le site de La Maison des Sciences consacré aux "**Carnets d'ingénieurs du Moyen-Age et de la Renaissance**".

Vous y trouverez l'essentiel d'un travail destiné aux élèves de cycle III des écoles que nous menons depuis plusieurs années.

Les notions scientifiques abordées sont complexes : elles sont un prétexte à s'interroger sur des systèmes qui depuis l'Antiquité ont permis à l'Homme de s'affranchir d'efforts trop importants ou insurmontables.

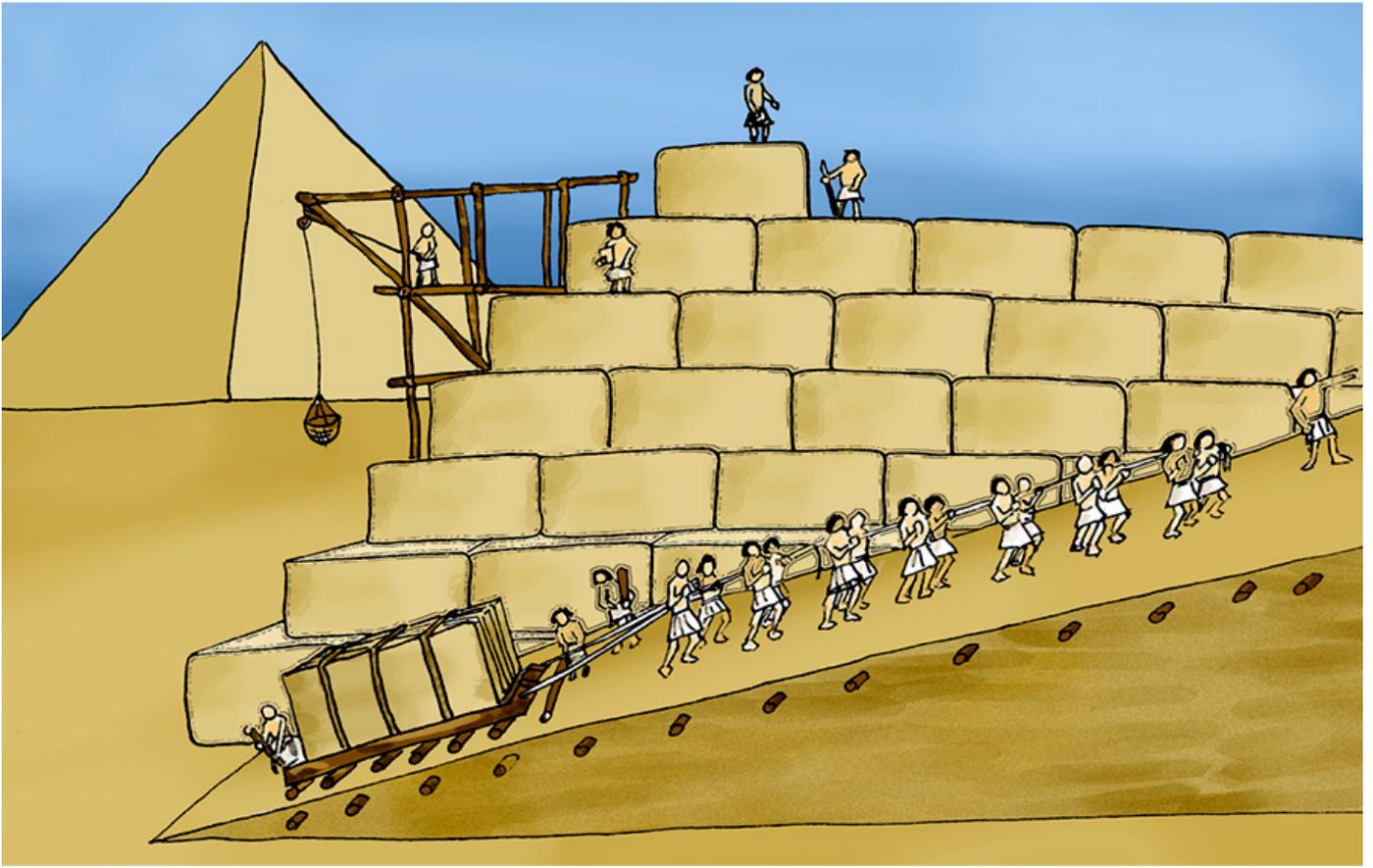
Bonne visite, et à vos machines !

Et n'hésitez pas à nous faire part de vos remarques en nous écrivant sur le lien ci-dessous.

Fabrice KROT

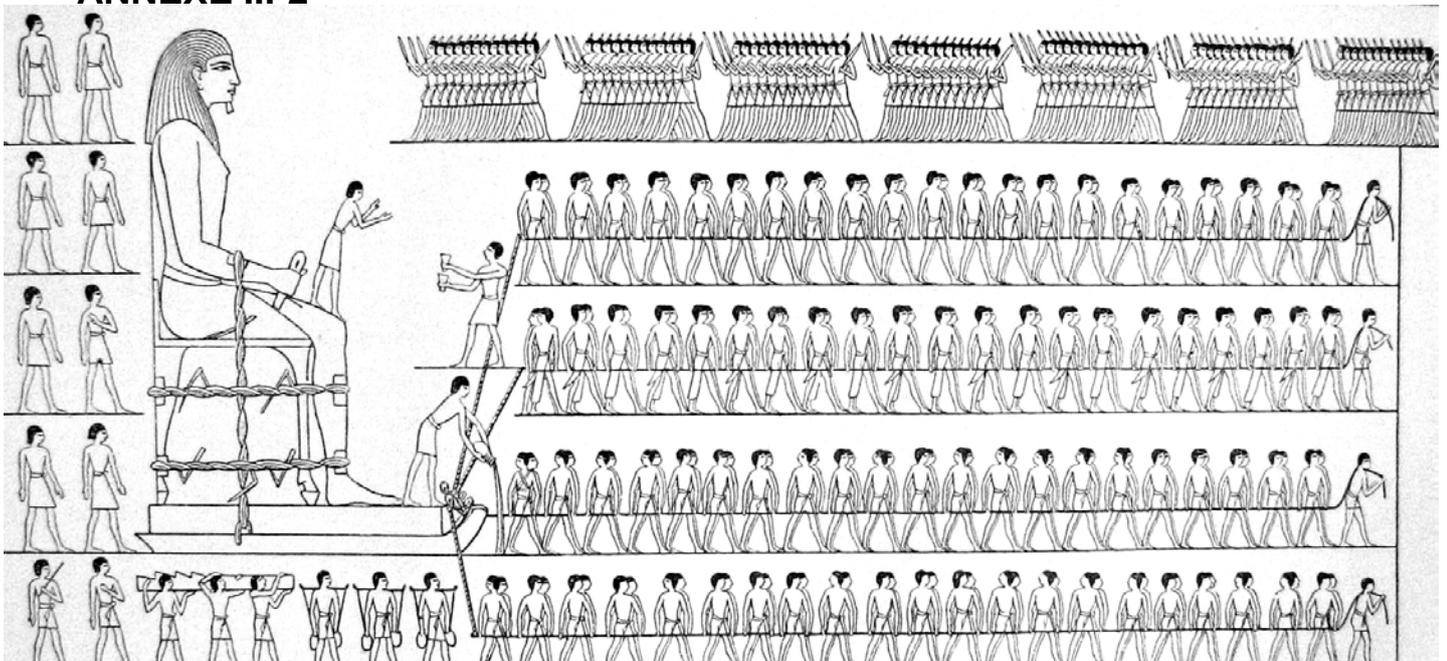
# Fiches élèves

### ANNEXE III-1



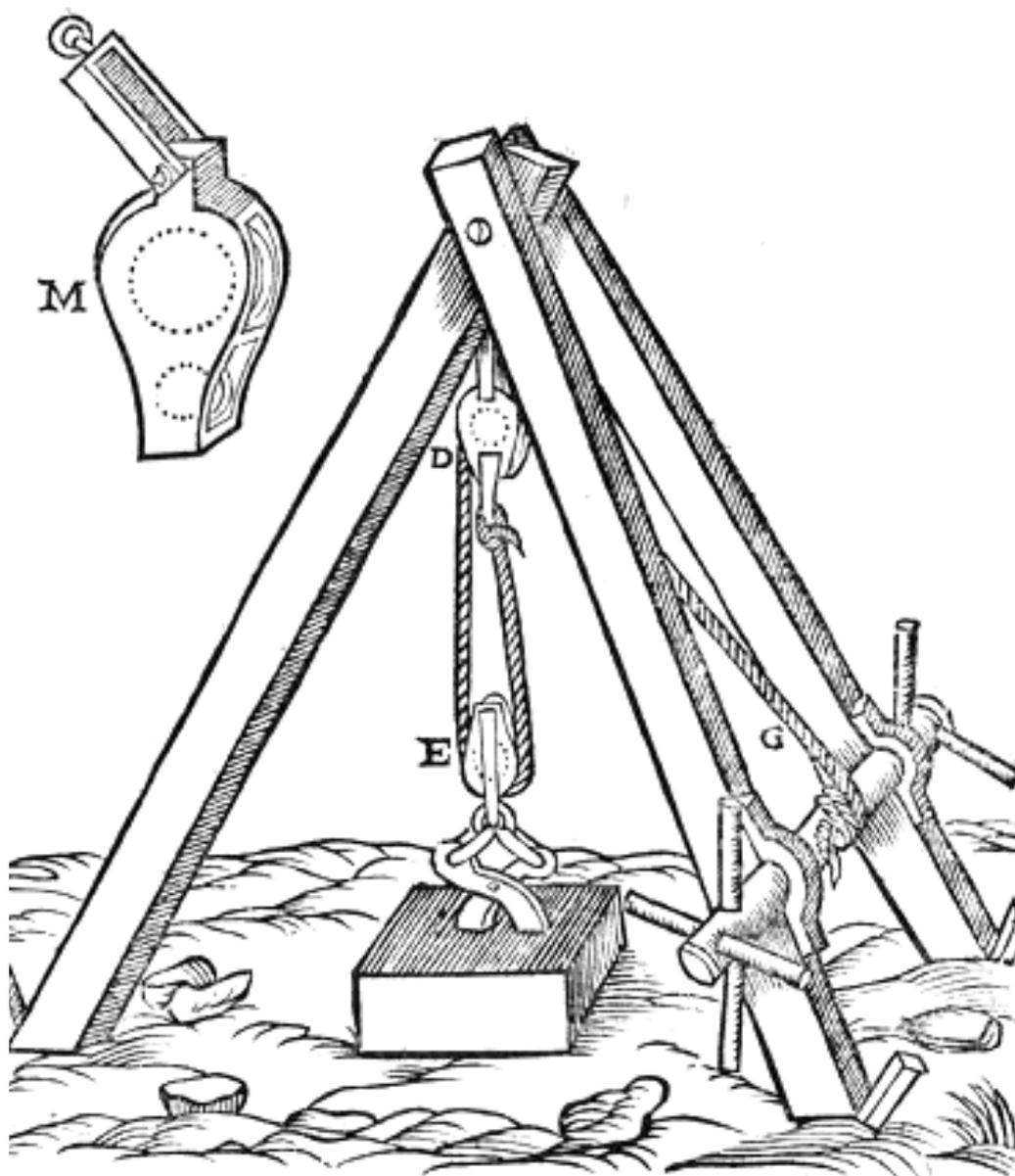
© Steve Quirion, Construction d'une pyramide.

### ANNEXE III-2



Sir John Gardner Wilkinson, dessin du transport du colosse de Djéhouthiétep, d'après un bas-relief de el-Bersheh (1854).

ANNEXE III-3



Salomon de Caus, *Les Raisons des Forces mouvantes* (1615).

gallica.bnf.fr, Bibliothèque nationale de France

## ANNEXE III-4



Innocent III et la construction de l'hôpital du Saint-Esprit de Rome,  
*Fondation de l'hôpital du Saint-Esprit de Dijon en images* (1450-1460).

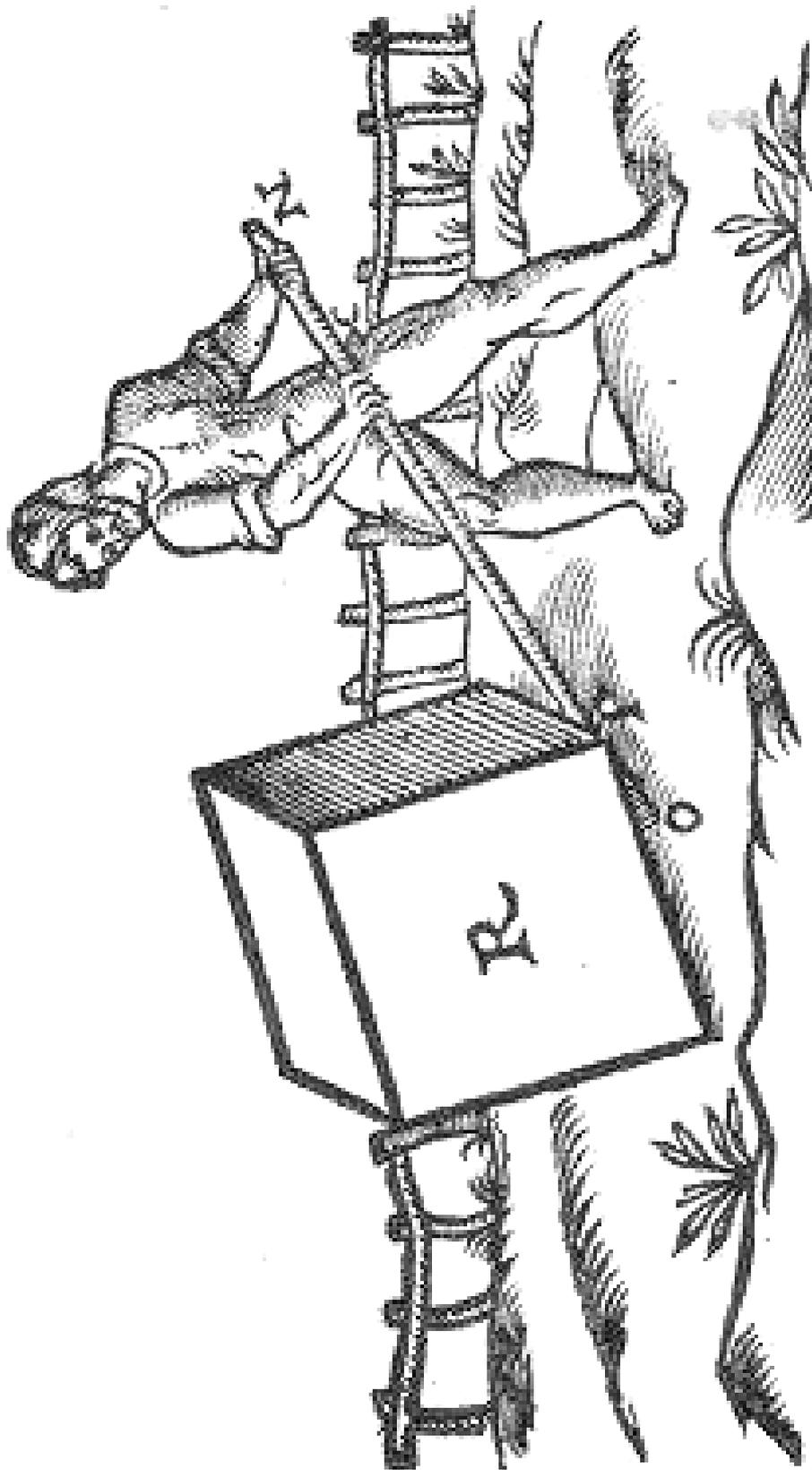
Ministère de la culture, Base Enluminures

© Institut de recherche et d'histoire des textes – CNRS,

**ANNEXE III-5**

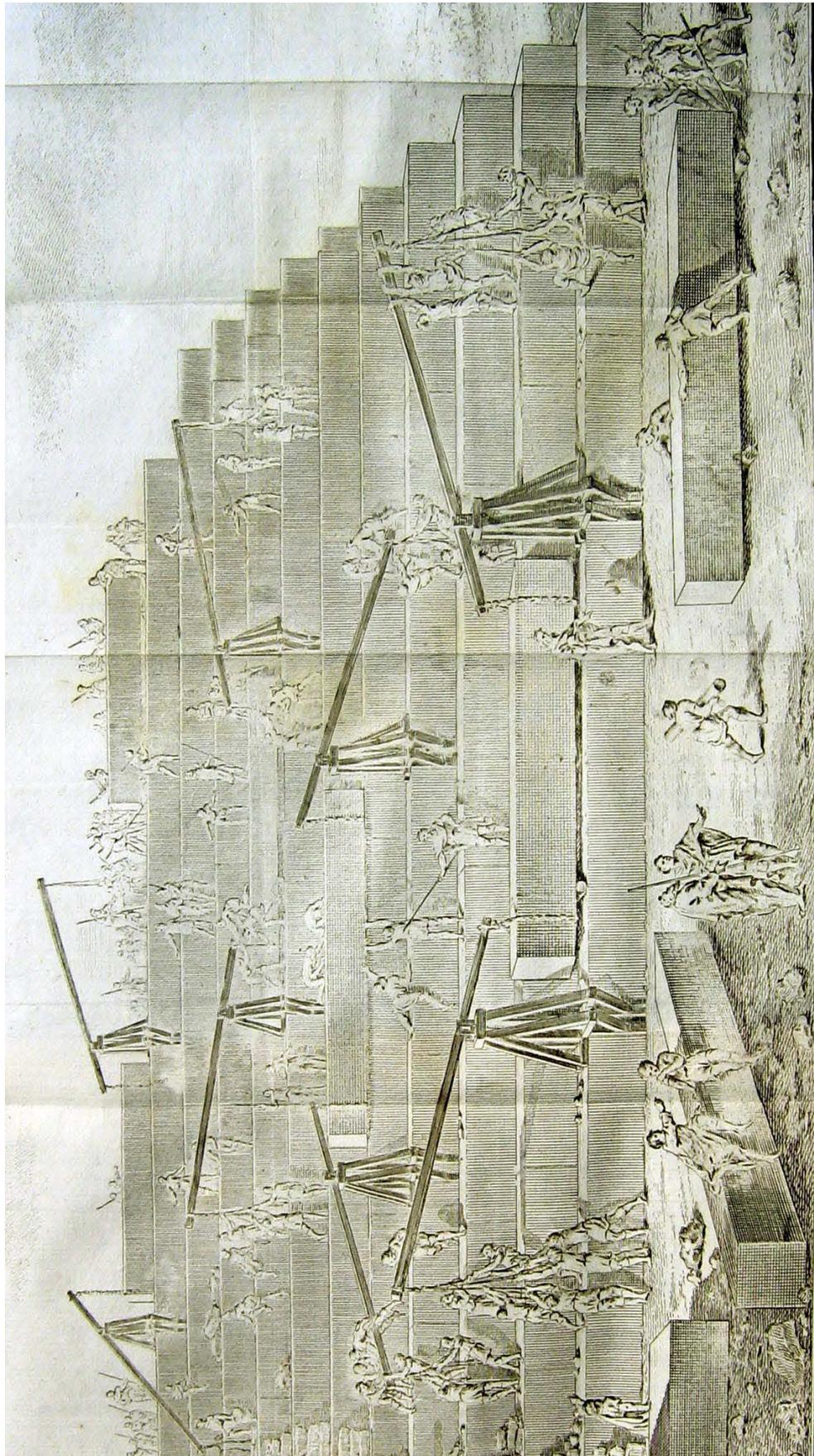
Salomon de Caus, *Les Raison des Forces mouvantes* (1615).

gallica.bnf.fr, Bibliothèque nationale de France

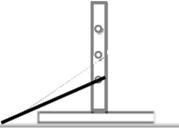
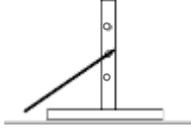


**ANNEXE III-6**

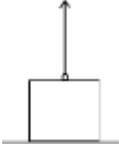
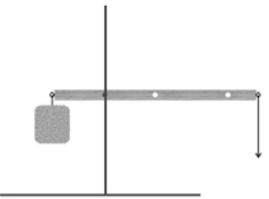
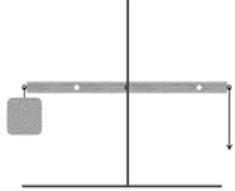
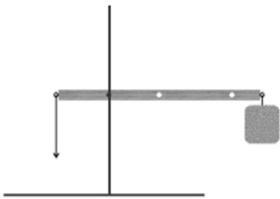
Antoine-Yves Goguet, *L'origine des lois, des arts et des sciences* (1820),  
Interprétation du témoignage d'Hérodote (construction d'une grande  
pyramide).



## Soulever une charge avec un plan incliné

	Témoin	Situation 1	Situation 2	Situation 3
				
Ce que je ressens				
La mesure avec l'élastique				
La mesure avec le dynamomètre				
<p>Pour élever la charge au niveau 1, je fournis un effort mesuré de ..... avec l'élastique.            Pour élever la charge au niveau 2, je fournis un effort mesuré de ..... avec l'élastique.            C'est donc : <input type="checkbox"/> plus facile      de monter la charge au niveau 2.  <input type="checkbox"/> moins facile</p>				
<p>Comment ferais-tu pour monter efficacement une charge avec un plan incliné ?</p>				

## Soulever une charge avec un levier

	Témoin	Situation 2	Situation 1	Situation 3
				
Ce que je ressens				
La mesure avec l'élastique				
La mesure avec le dynamomètre				
Quelle installation permet de soulever la charge le plus facilement ?				

# Les différents types de leviers

## Un peu d'histoire :

Pour répondre à ces questions, saisis un mot-clé dans une encyclopédie en ligne, Larousse ou Wikipédia par exemple.

- Quel savant a compris les différentes possibilités offertes par le levier ? Cite une phrase très célèbre de ce personnage à propos du levier.

.....

.....

.....

.....

- A quelle époque a vécu ce savant, et où ?

.....

.....

.....

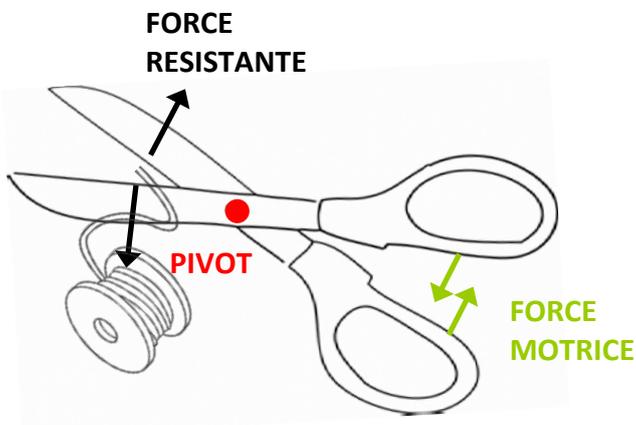
## Les différents types de levier :

- Dans ces objets de la vie quotidienne, entoure le pivot en rouge. Indique par une flèche verte l'endroit et la direction de l'appui de l'opérateur et par une flèche noire la direction de la résistance.

Explique en quelques mots en quoi l'utilisation du levier est intéressante dans ces différents objets.

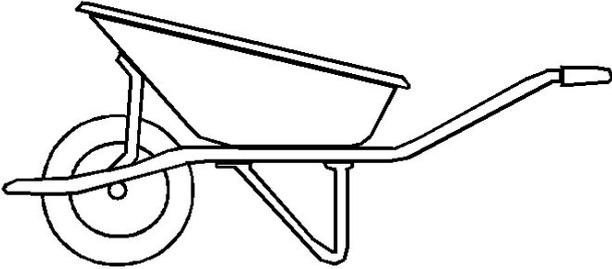
Tu peux t'aider de l'exemple des ciseaux ci-dessous.

*Exemple : les ciseaux*



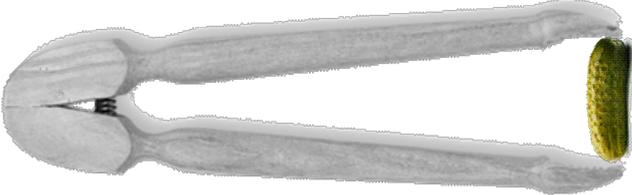
L'effet de levier permet de transmettre le mouvement de la main aux lames afin de couper le papier ou un fil.  
Rq : les ciseaux constituent un double levier.

*La brouette*



.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*La pince à cornichons*



.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*Le pied de biche*



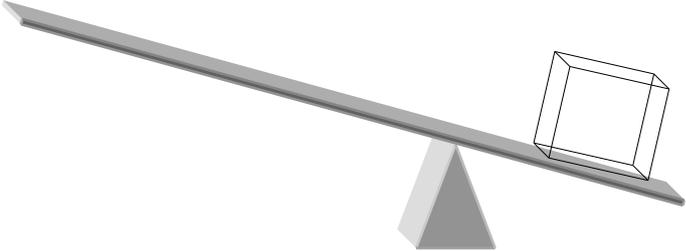
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*Le casse-noix*



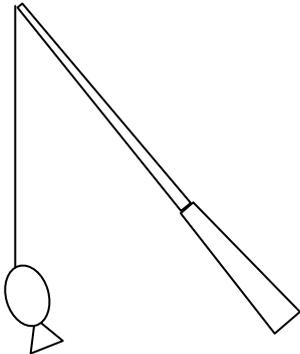
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*La balançoire*



.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*La canne à pêche*



.....  
.....  
.....  
.....  
.....

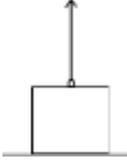
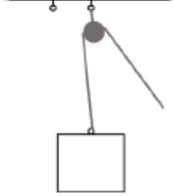
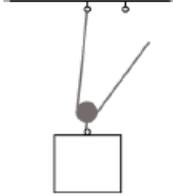
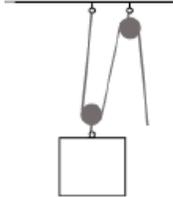
*Les rames d'un bateau*

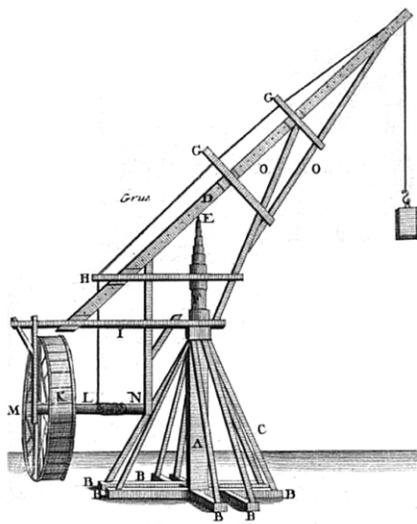


.....  
.....  
.....  
.....  
.....

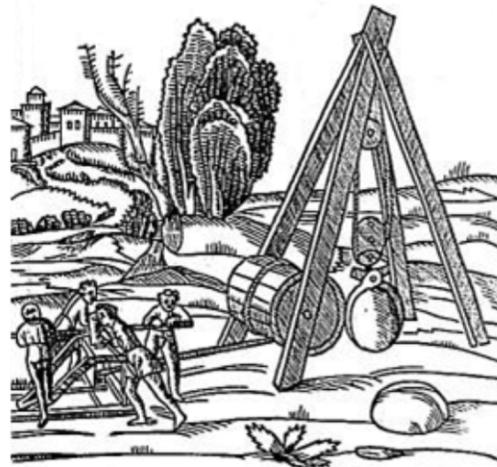
- Sauras-tu, comme Archimède, identifier les trois catégories de levier, et classer les exemples dans ces catégories ? Si tu as d'autres exemples, tu peux aussi les classer dans le tableau.


# Soulever une charge avec des poulies

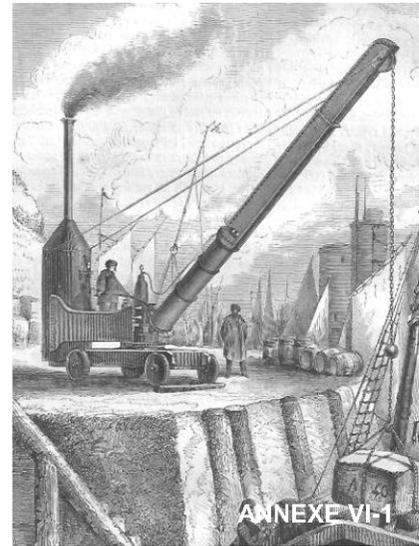
	Témoin	Situation 1	Situation 2	Situation 3
				
Ce que je ressens				
Direction de l'effort				
La mesure avec l'élastique				
La mesure avec le dynamomètre				
Avantages du dispositif				
Quelle installation permet de soulever la charge avec le moins d'efforts ?				



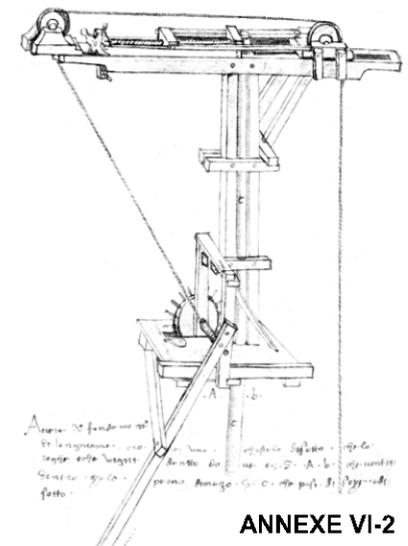
ANNEXE VI-4



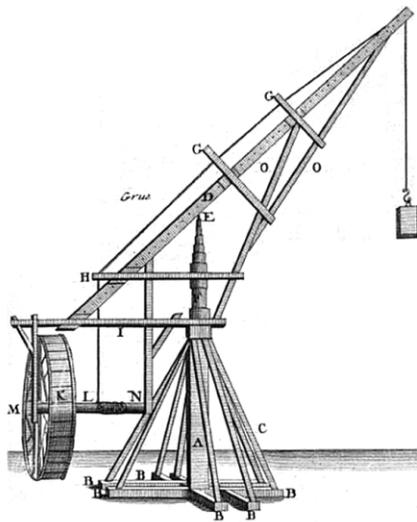
ANNEXE VI-3



ANNEXE VI-1



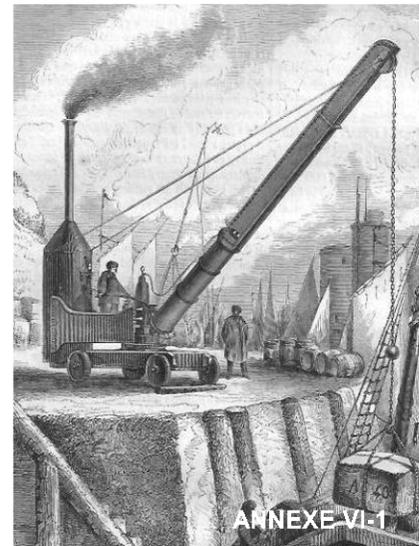
ANNEXE VI-2



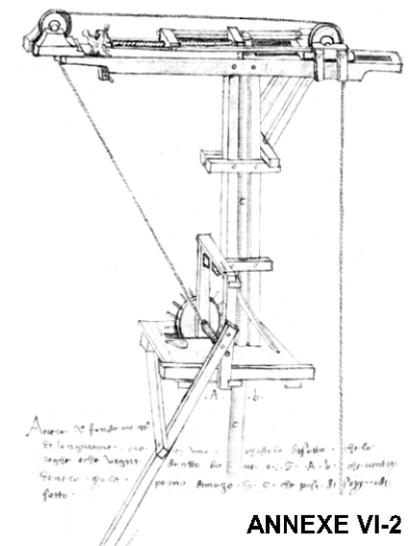
ANNEXE VI-4



ANNEXE VI-3



ANNEXE VI-1



ANNEXE VI-2

	<b>Antiquité</b>	<b>Moyen-âge</b>	<b>Renaissance</b>	<b>XIX<sup>e</sup> siècle</b>
<b>Auteur</b>	Illustration de Jean Goujon, d'après Vitruve, <i>De architectura</i> . I <sup>er</sup> siècle av. J.C.	Jacques Ozanam. <i>Idee générale des mathématiques</i> . Grue médiévale, 1691	Bonaccorso Ghiberti, <i>La grue avec treuil de Brunelleschi</i> , fin XV <sup>e</sup> s.	Bourdelin, <i>Grue locomobile en fonte à vapeur</i> , 1866
<b>Image</b>				
<b>Observations</b>				

# Fiche élèves séance 7

Rends-toi sur le site internet suivant :

<http://www.universcience.fr/juniors/machines-simples/experiences-ludiques/index.html>

Réalise les activités sur les leviers, la roue, la poulie et les plans inclinés, et réponds au questionnaire suivant :

A quoi sert un plan incliné ?	
Vrai ou faux : Un plan incliné diminue l'effort à fournir	
Vrai ou faux : Un plan incliné diminue la distance à parcourir	

Quel type de poulie permet de diminuer l'effort ?	
Quel type de poulie permet de changer la direction de la force appliquée ?	
Vrai ou faux : Avec une poulie mobile la longueur de corde à tirer ne change pas	

Comment peut-on rétablir l'équilibre d'une balançoire ?	
Pour lancer très loin une charge avec une catapulte, il faut que le bras de levier sur lequel se trouve la charge soit long ou court ?	

Regarde attentivement le film et complète le questionnaire et le texte :

Qui a dit : « Donnez-moi un point d'appui et je soulèverai le monde » ?	
Vrai ou faux : Une machine simple fonctionne sans moteur	
Cite des exemples de plan incliné	
Citer une machine où l'on peut voir un système de poulies	

« Nous avons travaillé au cours de plusieurs séances sur des dispositifs astucieux permettant ..... le déplacement de charges, à savoir :

- .....
- .....
- .....

Ces dispositifs astucieux sont appelés des .....

Elles peuvent être combinées, et deviennent alors des .....

A l'aide des ....., on peut facilement expliquer le fonctionnement des ..... ! »