



FONDATION

La main à la pâte

Centre pilote 54
La main à la pâte



Les machines

Sommaire

Préambule	3
Séance 1 à l'école : Etude de documents historiques	4
Séance 2 à l'école : Comment soulever un objet très lourd ?	7
<u>Séance 3 au Centre Pilote la MAP</u>	
Activité 1 : Etude du plan incliné	9
Activité 2 : Etude du levier	13
Activité 3 : Etude des poulies	17
Activité 4 : Fabrication d'une machine de levage	20
Séance 4 à l'école : Evolutions techniques des machines utilisées par l'homme	22
Sources	24
Annexes	25

Préambule

Ce parcours scientifique reprend le projet pédagogique élaboré dans le cadre de l'événement « Renaissance Nancy 2013 » organisé par la Métropole du Grand Nancy. Le Centre pilote la main à la pâte du Grand Nancy a participé à cet événement en reproduisant plusieurs exemplaires la machine conçue par l'équipe de la maison des sciences de Châtenay-Malabry en partenariat avec le CNAM. Ces machines ont été mises à la disposition de toutes les circonscriptions de l'agglomération de la ville de Nancy et peuvent être empruntées par les enseignants.

L'objectif de ce parcours est de montrer aux élèves comment l'Homme a réussi par l'invention de machines à s'affranchir des efforts physiques pour lever ou transporter des objets lourds. Il leur permettra également de découvrir comment les savoir-faire sont le résultat d'une évolution à travers les différentes périodes historiques.

Enfin, ce travail peut se poursuivre par l'étude des différents types de mouvements et de quelques mécanismes permettant leur transformation. Un parcours scientifique dédié à ces notions est disponible sur le site la main à la pâte de la Métropole du Grand Nancy. De même, la visite du musée de l'histoire du fer de Jarville permettra aux élèves de découvrir plusieurs machines et s'interroger sur leur fonctionnement en réinvestissant les connaissances acquises en classe.

Tout au long de ces deux projets, les élèves feront des observations, effectueront des mesures et rédigeront de courts textes. Toutes ces traces seront notées dans leur cahier des expériences et peuvent servir de « matériau » pour travailler des compétences en lien avec la maîtrise de la langue.

Domaine : les objets techniques

Ouverture vers d'autres disciplines : histoire.

SEANCE 1 : Ecole Etude de documents historiques	
Objectifs	<ul style="list-style-type: none">• 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.
Compétences envisageables	<ul style="list-style-type: none">• Exploiter un document constitué de divers supports (texte, image).• Extraire les informations pertinentes d'un document et les mettre en relation pour répondre à une question.
Matériel	Pour l'enseignant <ul style="list-style-type: none">• Annexe 1.1 Par élève : <ul style="list-style-type: none">• Annexe 1.2• Annexe 1.3
Phases de déroulement de la séance	<p>Les élèves travaillent seuls ou en binômes successivement sur deux documents, un datant de la fin du Moyen-âge, l'autre de la Renaissance. Les deux traitent de la construction d'un édifice.</p> <p>Mise en situation</p> <p>L'enseignant projette sur le TBI le document de l'Annexe 1.1 et leur précise qu'il s'agit d'enluminures. Il leur demande par la suite s'ils connaissent ce mot.</p> <p>Les élèves pourront chercher le sens de ce mot en utilisant leur dictionnaire et le noter sur leurs cahiers d'expériences.</p> <p>Ensuite, il précise que le petit texte situé en dessous des images s'appelle une légende. Enfin, il demande aux élèves de préciser les informations contenues dans la légende. Il les amène à proposer : le titre de l'enluminure, 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.</p> <p>Il conclut : grâce à la datation, on peut à présent dire à quelle époque correspond chaque enluminure (Moyen-âge ou Renaissance).</p> <p>1- Analyse de l'enluminure du Moyen-âge (15 min)</p> <p>L'enseignant distribue le document de l'Annexe 1.2 et demande aux élèves de noter l'époque et de répondre aux questions suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none">1) Existe-il un élément mis en valeur par l'artiste ? Décris-le ou donne son nom. Explique comment il a été mis en valeur. <i>Le roi, au premier plan, est beaucoup plus grand que l'ouvrier, pourtant jute à côté de lui.</i>2) Décris en quelques mots la scène qui est représentée. <i>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).</i>

- 3) Quelles sont les activités montrées sur cette enluminure ?
Cette image met en scène deux types d'activités : transporter les pierres et les tailler.
- 4) 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).

2- Analyse de l'enluminure Renaissance (15 min)

L'enseignant distribue le document de [l'Annexe 1.3](#) et demande aux élèves de noter l'époque et de répondre aux questions suivantes :

- 1- 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).
- 2- 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.
- 3- 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...

Mise en commun et trace écrite (collectivement – 15 min)

On pourra par exemple procéder par une 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.

Ensuite, 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. « 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 de taille 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. »

A la fin de cette séance l'enseignant demande aux élèves de trouver le point commun à ces deux enluminures. Il les amène à remarquer que les deux représentations montrent des ouvriers en train de bâtir des édifices. D'où la question : comment faisaient-ils à l'époque pour soulever des charges lourdes ? Il laisse les élèves s'exprimer et conclut en leur précisant qu'ils

	pourront répondre à cette question lors de la prochaine séance.
Durée	1 heure

SEANCE 2 : Ecole
Comment soulever un objet très lourd ?

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
------------------	--

Compétences envisageables	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiquer une démarche d'investigation : proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ; proposer des expériences simples pour tester une hypothèse ; interpréter un résultat, en tirer une conclusion. • Rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis.
----------------------------------	---

Matériel	<ul style="list-style-type: none"> • 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)...
-----------------	--

Phases de déroulement de la séance	<p>1. Mise en situation (collectivement - 10 min)</p> <p>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.</p> <p><i>Cette première manipulation a pour but d'introduire la notion d'effort à fournir pour accomplir une tâche (soulever un objet).</i></p> <p>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.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Questionnement : Le petit personnage peut-il déplacer cette charge très lourde seul et à mains nues ?</p> <p>Les élèves doivent arriver à la conclusion qu'une personne ne peut pas porter une charge plus lourde qu'elle sans outil.</p> <p>2. Vers le concept de dispositif aidant à accomplir une tâche (collectivement - 10 min)</p> <p>Questionnement : Une personne ne peut pas porter sans assistance une charge lourde. Comment peut-elle se faciliter la tâche ?</p>
---	---

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 (grue, monte-charge...).

- Les élèves réfléchissent, et notent leurs idées sur leur cahier d'expériences.
- 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).

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.

Pour conclure, l'enseignant précise aux élèves qu'ils pourront étudier et comparer l'efficacité de certains de ces dispositifs lors de la prochaine séance qui aura lieu au centre pilote la main à la pâte.

Durée

Deux séances de 1h30

SEANCE 3 : Centre Pilote la MAP

Quatre activités :

- 1- Activité 1 : Etude du plan incliné
- 2- Activité 2 : Etude du levier
- 3- Activité 3 : Etude des poulies
- 4- Activité 4 : Fabrication d'une machine de levage

ACTIVITE 1	Etude du plan incliné
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> 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.
Compétences attendues	<ul style="list-style-type: none"> Pratiquer une démarche d'investigation : proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ; proposer des expériences simples pour tester une hypothèse ; interpréter un résultat, en tirer une conclusion. Rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis.
Matériel	<p>Pour chaque groupe</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 plan incliné 1 potence 1 pavé 1 ficelle non élastique (environ 40 cm) 1 élastique 1 dynamomètre Le document de l'Annexe 3.1.1 <p>Pour l'animateur</p> <ul style="list-style-type: none"> Le document : Activité_1.ppt
Phases de déroulement de l'activité	<p>1- Présentation de la machine et mise en place du plan incliné</p> <p>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).</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-top: 10px;"> <div style="margin-right: 10px;">Plan incliné, posé sur un axe</div>  <div style="margin-left: 10px;">Potence</div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Fig. 1 : Le plan incliné posé sur son axe.</p>

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 !

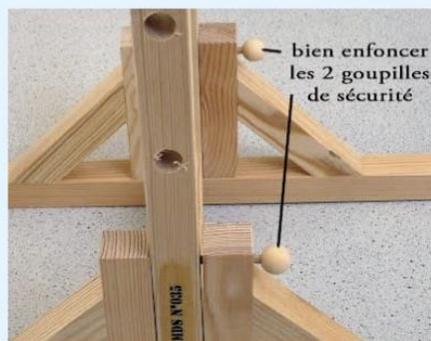


Fig. 2 : Placement des deux goupilles de sécurité



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

2- Mise en situation

Une fois le plan incliné installé et les règles de sécurité présentées aux élèves, l'animateur projette la figure 4 (Activité_1.ppt) et demande aux élèves de manipuler le pavé en le déplaçant selon les quatre situations.

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....)

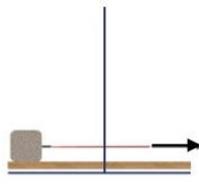
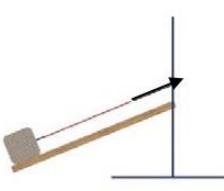
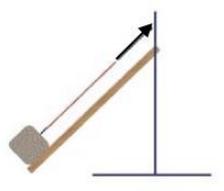
Situation témoin : Lever le pavé sans s'aider du plan incliné	Situation 1 : Faire glisser le pavé horizontalement	Situation 2 : Faire glisser le pavé sur le plan incliné posé au niveau 1	Situation 3 : Faire glisser le pavé sur le plan incliné posé au niveau 2
			

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.

3- Etude du plan incliné

L'animateur explique que certaines positions du plan incliné ont permis de déplacer facilement le pavé mais ceci est très subjectif puisque certains d'entre eux n'étaient pas d'accords. Il leur demande par la suite comment faut-il faire pour mesurer l'effort à fournir pour éviter tout désaccord.

Si les élèves ont suivi l'activité sur le levier, l'animateur les amène à faire un parallèle et proposer l'utilisation d'un élastique ou d'un dynamomètre. Ils pourront procéder directement à la manipulation.

Si les élèves n'ont pas suivi l'activité sur le levier et l'idée d'utiliser un élastique n'est pas proposée, l'animateur le propose. Il donne à chaque groupe un élastique et leur demande d'imaginer un protocole et de le dessiner.

Ce protocole doit préciser en particulier le placement de l'outil 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.

A la fin de cette phase, l'animateur procède à une mise en commun qui permettra de constater c'est la longueur de l'élongation de l'élastique qui permettra de comparer les efforts fournis : plus l'allongement est grand, plus l'effort est important.

Ensuite, il distribue à chaque groupe un dynamomètre et demande aux élèves de le manipuler et de décrire son fonctionnement. Ils constateront que plus ils tirent sur le ressort plus celui-ci s'allonge. Ils remarqueront la présence de graduations qui permettront de mesurer et quantifier l'effort.

Manipulation

L'animateur distribue à chaque groupe le tableau de [l'Annexe 3.1.1](#) et précise :

- 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.

	<ul style="list-style-type: none"> • prennent toujours le même repère pour effectuer les relevés avec l'élastique. • effectuent toujours une lecture sur la même échelle du dynamomètre. <p>Remarques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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...). • Le tableau de l'Annexe 3.1.2 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...
Durée	45 minutes

ACTIVITE 2 Eude du levier	
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Compétences attendues	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiquer une démarche d'investigation : proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ; proposer des expériences simples pour tester une hypothèse ; interpréter un résultat, en tirer une conclusion. • Rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis.
Matériel	<p>Pour chaque groupe</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 potence • 1 axe • 1 levier • 1 pavé • 1 ficelle • 1 élastique • 1 dynamomètre • 1 crochet esse • Document de l'Annexe 3.2.1 <p>Pour l'animateur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le document : Activité_2.ppt
Phases de déroulement de l'activité	<p>1- Définition du vocabulaire (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 à cette activité.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Fig. 1 : Illustration du vocabulaire autour du levier.</p> <p>L'animateur projette le document de la figure 4 (Activité_2.ppt) et dit : 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.</p> <p>2- Préparation du dispositif 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.</p>

Levier



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 !

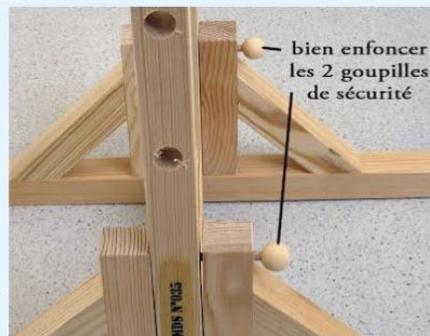


Fig. 3 : Placement des deux goupilles de sécurité



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

3- Mise en situation

L'animateur projette le document de la figure 5 (Activité_2.ppt) et demande aux élèves de manipuler le pavé en le déplaçant selon les quatre situations.

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...).

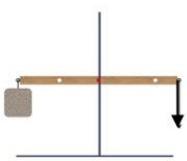
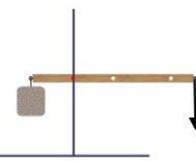
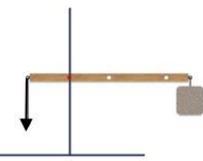
Situation témoin : Lever le pavé sans s'aider du levier	Situation 1 : Bras de levier résistant de même longueur que bras de levier moteur	Situation 2 : Bras de levier moteur plus long que bras de levier résistant	Situation 3 : Bras de levier moteur plus court que bras de levier résistant (inverser le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

4- Etude du levier

L'animateur explique que certaines positions du pivot ont permis de soulever facilement le pavé mais ceci est très subjectif puisque certains d'entre eux n'étaient pas d'accords. Il leur demande par la suite comment faut-il faire pour mesurer l'effort à fournir pour éviter tout désaccord.

Si les élèves ont suivi l'activité sur les plans inclinés, l'animateur les amène à faire un parallèle et proposer l'utilisation d'un élastique ou d'un dynamomètre. Ils pourront procéder directement à la manipulation.

Si les élèves n'ont pas suivi l'activité sur le plan incliné et l'idée d'utiliser un élastique n'est pas proposée, l'animateur le propose. Il donne à chaque groupe un élastique et leur demande d'imaginer un protocole et de le dessiner.

Ce protocole doit préciser en particulier le placement de l'outil de mesure et la direction dans laquelle ils exercent une force/un effort.

A la fin de cette phase, l'animateur procède à une mise en commun qui permettra de constater c'est la longueur de l'élongation de l'élastique qui permettra de comparer les efforts fournis : plus l'allongement est grand, plus l'effort est important.

Ensuite, il distribue à chaque groupe un dynamomètre et demande aux élèves de le manipuler et de décrire son fonctionnement. Ils constateront que plus ils tirent sur le ressort plus celui-ci s'allonge. Ils remarqueront la présence de graduations qui permettront de mesurer et quantifier l'effort.

Manipulation

L'animateur distribue à chaque groupe le tableau de [l'Annexe 3.2.1](#) et précise :

- **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 :

- prennent toujours le même repère pour effectuer les relevés avec l'élastique

	<ul style="list-style-type: none">• tirent toujours le bras moteur bien à la verticale vers le bas <p>Remarque : Le tableau de l'Annexe 3.2.2 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...</p>
Durée	45 minutes

ACTIVITE 3	Etude des poulies
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Compétences attendues	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiquer une démarche d'investigation : proposer une ou des hypothèses pour répondre à une question ; proposer des expériences simples pour tester une hypothèse ; interpréter un résultat, en tirer une conclusion. • Rendre compte des observations, expériences, hypothèses, conclusions en utilisant un vocabulaire précis.
Matériel	<p>Pour chaque groupe</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 potence • 2 poulies • 1 pavé • 1 cordelette <p>Pour l'animateur</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 crochet esse • 1 élastique • 1 dynamomètre • Document de l'Annexe 3.3.1 <p>• Le document : Activité_3.ppt</p>
Phases de déroulement de l'activité	<p>1- Préparation du dispositif</p> <p>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.</p> <div data-bbox="555 965 1235 1559" data-label="Image"> </div> <p>Fig. 1 : Placement d'une poulie sur la potence.</p>

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.

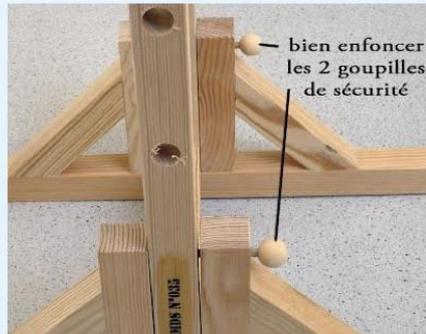


Fig. 2 : Placement des deux goupilles de sécurité.



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

2- Mise en situation

L'animateur projette le document de la figure 4 (Activité_3.ppt) et demande aux élèves de manipuler le pavé en le déplaçant selon les quatre situations.

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).

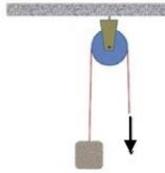
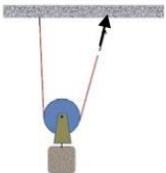
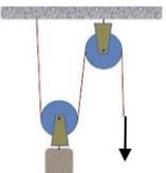
Situation témoin :	Situation 1 :	Situation 2 :	Situation 3 :
Lever le pavé sans s'aider de poulies	Poulie fixe. Poulie accrochée en haut de la potence	Poulie mobile. Poulie accrochée à la charge	1 poulie mobile + 1 poulie fixe
			

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.

3- Etude des poulies

L'animateur demande : « *comment faut-il faire pour mesurer l'effort à fournir pour vérifier laquelle des situations permet de fournir le moins d'effort ?* ». Les élèves proposeront sans doute d'utiliser un élastique ou un dynamomètre. Il leur demande de faire un schéma pour expliquer comment procéder. En

	<p>pratique, ces deux outils seront accrochés à la cordelette par l'extrémité que l'on tient.</p> <p>Ensuite, l'animateur distribue à chaque groupe le tableau de l'Annexe 3.3.1 et précise :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • <p>NB : Il est important lors des mesures que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • prennent toujours le même repère pour effectuer les relevés avec l'élastique, • lèvent toujours à peu près le pavé à la même hauteur. • <p>Remarque Le tableau de l'Annexe 3.3.2 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...</p>
Durée	45 minutes

ACTIVITE 4 Fabrication d'une machine de levage	
Objectif	<ul style="list-style-type: none"> • Apprendre à manipuler des outils pour fabriquer un objet technique. • Fabriquer un objet répondant à cahier des charges
Compétences attendues	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser en équipe tout ou une partie d'un objet technique répondant à un besoin.
Matériel	<p>Pour un groupe d'élèves</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tasseaux de 50 cm x 3 cm x 0.5 cm • Baguette de 50 cm x 1 cm x 1 cm • Crochets • Vis • Poulies • Bouteille en plastique 1.5 L • Tige métallique • Ficelle • Trombone <p>Outils</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perceuse à colonne • Scie • Tourne vis • Double décimètre • Crayon <p>Documents</p> <p>Annexe 3.4.1 Annexe 3.4.2</p>
Phases de déroulement de l'activité	<p>Mise en situation</p> <p>L'animateur présente la machine à fabriquer et demande aux élèves de la décrire.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Il leur demande par la suite de lister les matériaux nécessaires à sa fabrication qu'il note au tableau. Ensuite, il leur demande d'expliquer les étapes nécessaires à la fabrication de cette maquette.</p> <p>Ce qui est attendu est qu'ils précisent qu'ils scier, viser, percer</p> <p>Présentation du cahier des charges</p> <p>L'animateur dit aux élèves qu'ils doivent fabriquer une maquette identique à celle présentée. Les crochets de fixation des poulies ainsi que l'emplacement du pivot du levier doivent être placés comme sur la maquette.</p>

D'où la question : qu'est-ce qu'il faut faire avant de commencer la fabrication ?

Si les élèves ne pensent pas à prendre des mesures sur le modèle, l'animateur les amène à proposer l'utilisation d'un instrument de mesure pour relever les côtes à respecter.

Il désigne un élève pour prendre les mesures et un autre qui les reporte sur le document de [l'Annexe 3.4.1](#).

Une fois la feuille du document de l'Annexe 3.4.1 complétée, se déplacer à l'atelier.

Fabrication

Une fois dans la salle, et avant de répartir les élèves dans les différents ateliers, l'animateur doit préciser les règles à respecter :

- Les élèves ne doivent pas quitter leur atelier sans l'ordre de l'animateur,
- Il est interdit de courir dans l'atelier
- Il est interdit de toucher à d'autres machines que celle utilisée dans leur atelier

Ensuite, l'animateur dit : « vous allez fabriquer chacun la même maquette mais chacun d'entre vous sera responsable d'une tâche bien définie. Vous serez réparti en 5 groupes pour préparer toutes les pièces nécessaires à la fabrication de la maquette. Une fois toutes les pièces préparées, chacun procédera à l'assemblage de sa maquette.

L'animateur répartit ensuite les élèves en groupe en précisant pour chacun d'eux ce qu'il doit faire.

Atelier 1 : 2 élèves seront chargés de reporter les côtes sur la potence en bois. Pour cela, ils vont utiliser les mesures qui figurent dans le document de [l'Annexe 3.4.2](#)

Atelier 2 : 2 élèves seront chargés de reporter les côtes de l'emplacement des trous sur la baguette en bois qui servira de levier. Pour cela, ils vont utiliser les mesures qui figurent dans le document de [l'Annexe 3.4.2](#). Ensuite, ils perceront les trous à l'aide de la perceuse à colonne.

Atelier 3 : 2 élèves seront chargés de scier les supports de fixation du levier. Pour cela, ils doivent commencer par tracer la longueur de chaque support en utilisant le gabarit mis à leur disposition.

Atelier 4 : 2 élèves seront chargés de fixer les crochets de fixation des poulies sur la potence. Pour cela ils doivent commencer par amorcer le trou avec la vrille avant de visser le crochet.

Atelier 5 : 2 élèves seront chargés fixer les crochets de fixation de la charge sur le levier. Pour cela ils doivent commencer par amorcer le trou avec la vrille avant de visser le crochet

Atelier 6 : 2 élèves seront chargés de percer à l'aide de la perceuse à colonne les trous de passage de la tige métallique qui servira de pivot. Pour cela, ils doivent commencer par positionner l'emplacement des trous en utilisant le gabarit mis à leur disposition.

Atelier 7 : 2 élèves seront chargés scier la tige métallique qui servira de pivot.

Une fois toutes les pièces préparées, chaque élève procédera à leur assemblage. Cette opération se fera dans la salle B04.

Durée

45 minutes

SEANCE 4 : Ecole <i>Evolutions techniques des machines utilisées par l'homme</i>	
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Compétences envisageables	<ul style="list-style-type: none"> • Exploiter un document constitué de divers supports (texte, image). • Extraire les informations pertinentes d'un document et les mettre en relation pour répondre à une question.
Matériel	Par groupe d'élèves : <ul style="list-style-type: none"> • Tableau de l'Annexe 4.1 • Tableau de l'Annexe 4.2
Phases de déroulement de la séance	<p>Les documents du tableau de l'Annexe 4.1 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.</p> <p>L'enseignant répartit les élèves en 4 ou groupes et dit : « 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. »</p> <p>Il distribue les vignettes de l'Annexe4.1 , le tableau de l'Annexe 4.2 et donne la consigne suivante : « Retrouver à quelle époque (Antiquité, Moyen-âge, Renaissance, époque contemporaine) correspond chacune des machines représentées sur les documents».</p> <p>Ensuite, Il note au tableau : Pour chacune des grues, identifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> • où se trouve la charge, • où se trouve la poulie ou l'ensemble de poulies, <p>le chemin de la corde ou du câble permettant de lever la charge.</p> <p>Dans la case « observations » :</p> <ul style="list-style-type: none"> • décrire comment les hommes qui actionnent ces machines pour soulever une charge, • décrire les améliorations apportées aux grues aux différentes époques. <p>A l'issue de ce travail, procéder à une mise en commun. Le document de l'Annexe 4.3 vous aidera dans cette synthèse.</p> <p>Trace écrite</p> <p>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 XIXème siècle une autre force motrice est utilisée : la vapeur. Aujourd'hui les grues fonctionnent grâce à des moteurs.</p>
Durée	45 minutes

Sources des documents de l'Annexe 4.1

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>

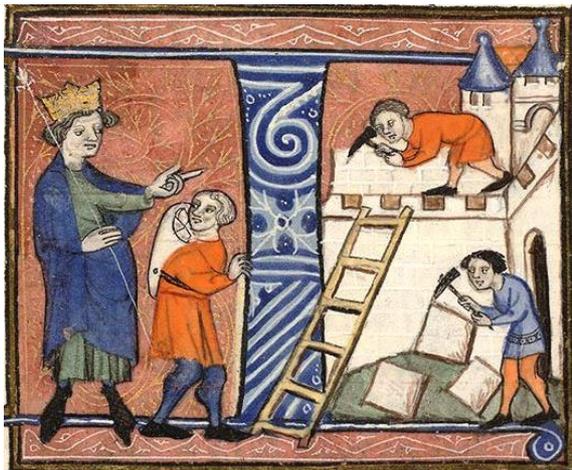
Annexe VI-2 : Bonaccorso Ghiberti, La grue avec treuil de Brunelleschi (fin XV^e s). Paru dans *Les ingénieurs de la renaissance de Brunelleschi à Leonard de Vinci* de Paolo Galluzzi (1995), chez Giunti.

Annexe VI-3 : Illustration de Jean Goujon (XVI^e siècle) de l'ouvrage *Architecture ou Art de bien bastir*, traduction française par Ian Martin de *De architectura* de Marc Pollion Vitruve (I^{er} 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.

Annexe 1.1

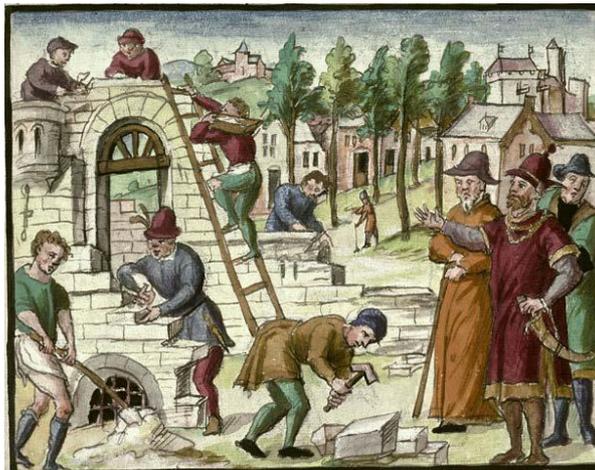
Epoque :



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

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

Annexe 1.2

Epoque :



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

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

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

.....

.....

.....

- 2- Décris en quelques mots la scène qui est représentée.

.....

.....

.....

- 3- Quelles sont les activités montrées sur cette enluminure ?

.....

.....

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

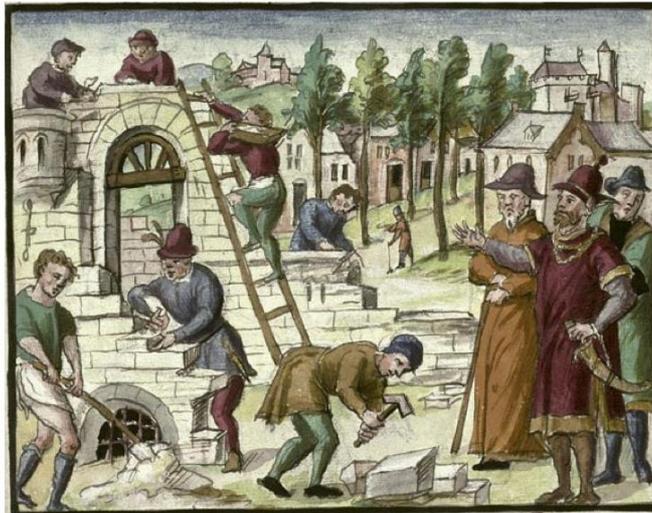
.....

.....

.....

Annexe 1.3

Epoque :



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

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

1- Décris en quelques mots la scène qui est représentée

.....

.....

.....

.....

2- Quelles sont les activités montrées sur cette enluminure ?

.....

.....

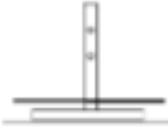
3- La scène te semble-t-elle détaillée, précise ? Te paraît-elle réaliste ?

.....

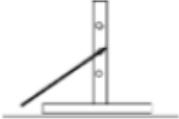
.....

.....

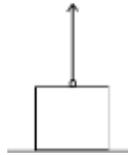
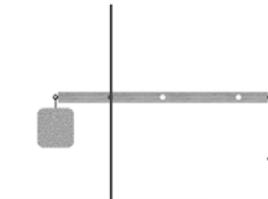
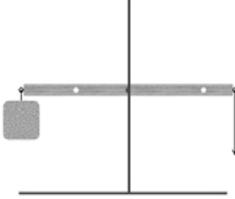
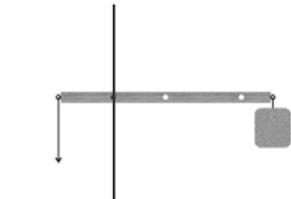
Annexe 3.1.1 : Fiche de manipulation

	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>				

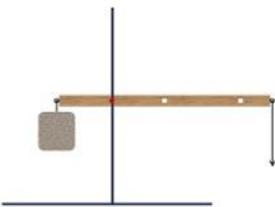
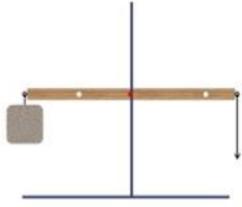
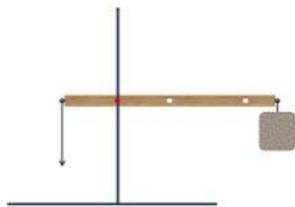
Annexe 3.1.2 : Fiche de manipulation (document pour l'enseignant)

	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>				

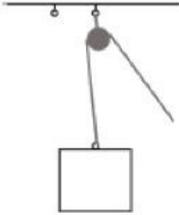
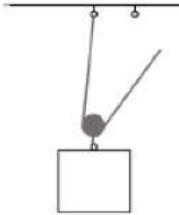
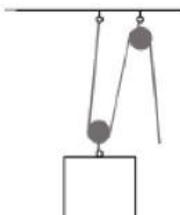
Annexe 3.2.1 : Fiche de manipulation

	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 ?				

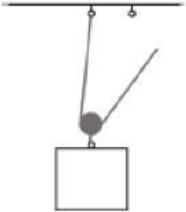
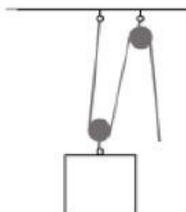
Annexe 3.2.2 : Fiche de manipulation (document pour l'enseignant)

	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 !
Quelle installation permet de soulever la charge le plus facilement ?				

Annexe 3.3.1 : Fiche de manipulation

	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 ?				

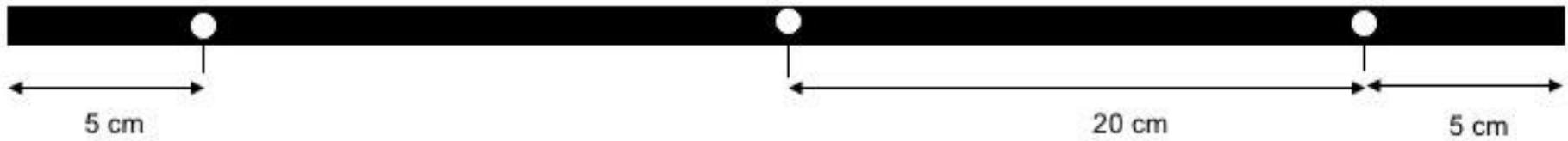
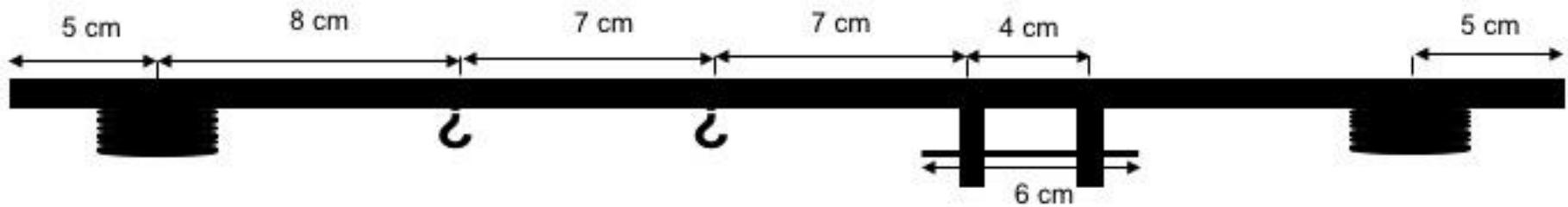
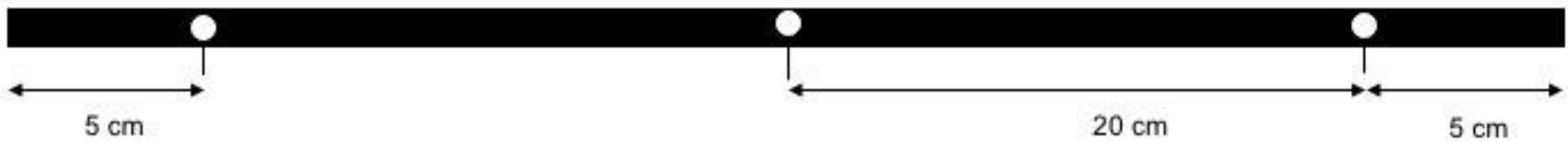
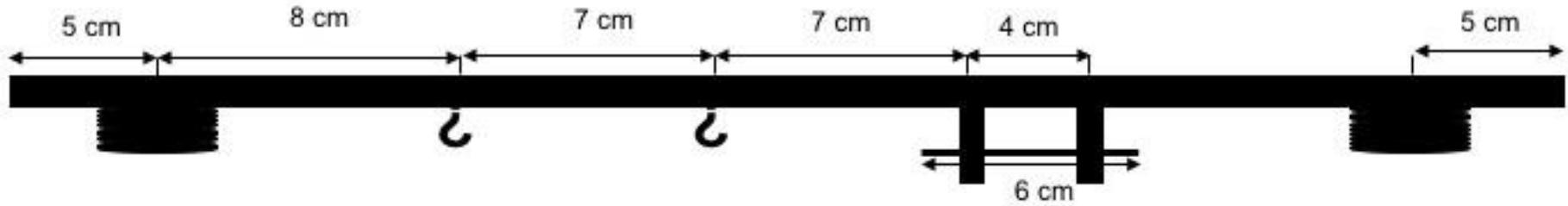
Annexe 3.3.2 : Fiche de manipulation (document pour l'enseignant)

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

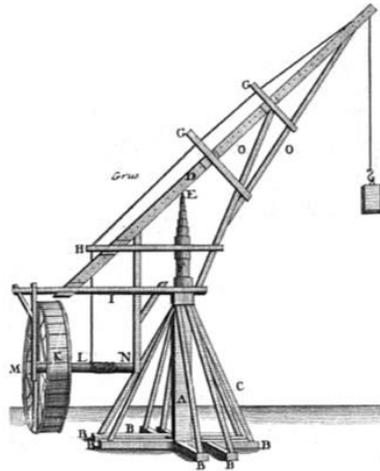
Annexe 3.4.1



Annexe 3.4.2



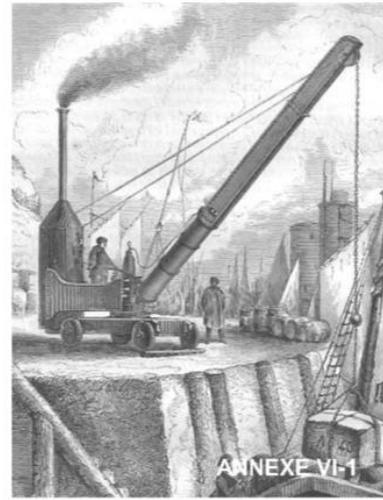
Annexe 4.1



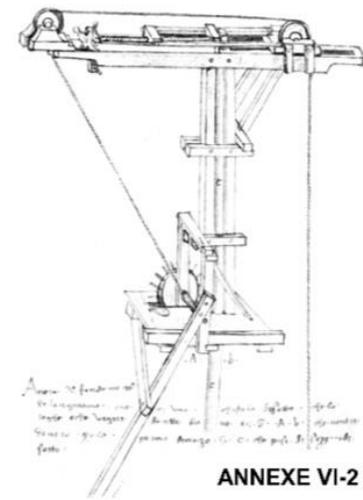
ANNEXE VI-4



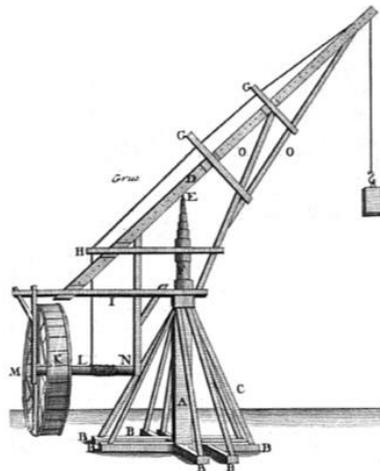
ANNEXE VI-3



ANNEXE VI-1



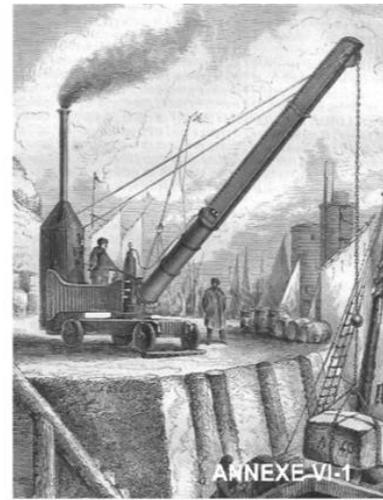
ANNEXE VI-2



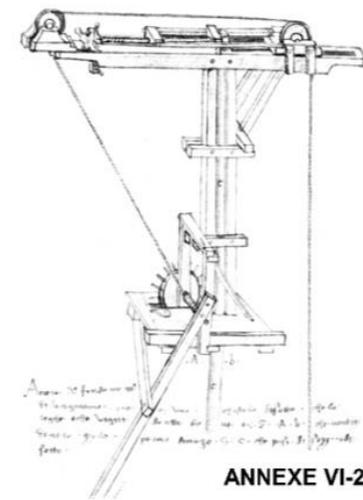
ANNEXE VI-4



ANNEXE VI-3



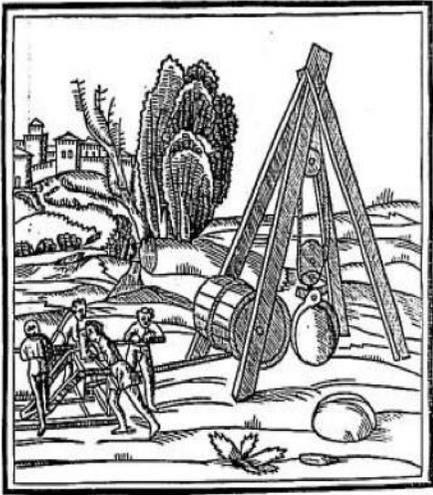
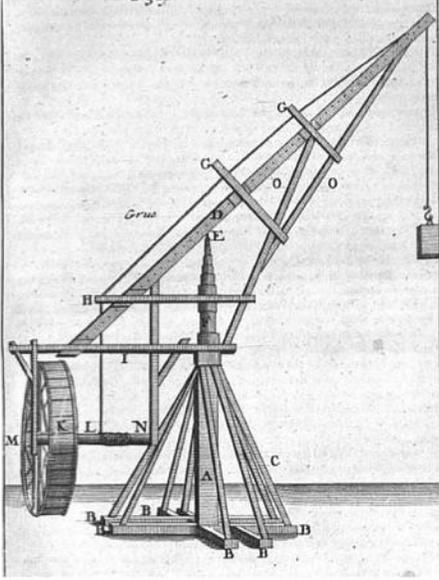
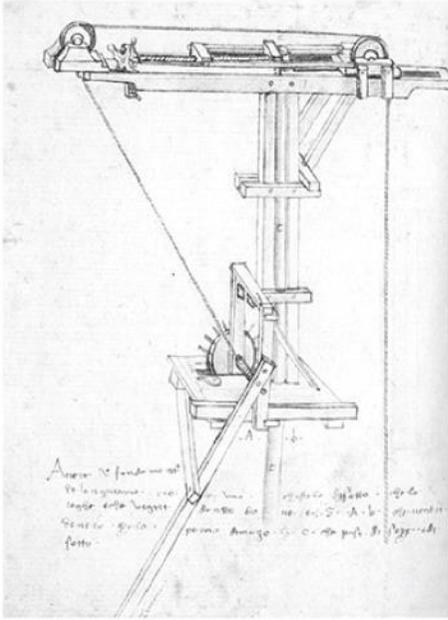
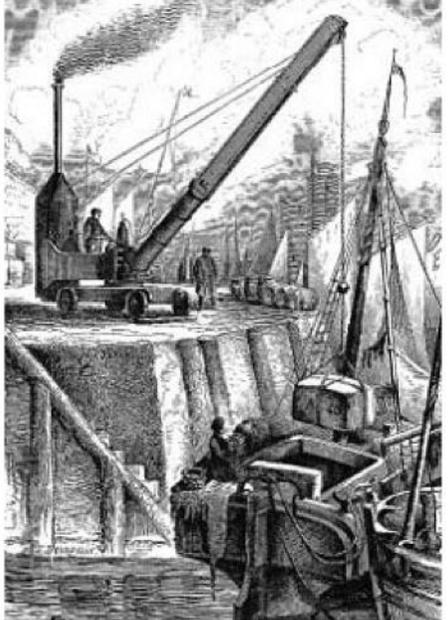
ANNEXE VI-1



ANNEXE VI-2

	Antiquité	Moyen-âge	Renaissance	XIX^e siècle
Auteur	Illustration de Jean Goujon, d'après Vitruve, <i>De architectura</i> . I ^{er} 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 ^e s.	Bourdclin, <i>Grue locomobile en fonte à vapeur</i> , 1866
Image				
Observations				

Annexe 4.3

	Antiquité	Moyen-âge	Renaissance	XIX ^e siècle
Auteur	Illustration de Jean Goujon, d'après Vitruve (I ^{er} 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 ^e 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.