

COMMENT CONCEVOIR UNE CATAPULTE QUI LANCE DES
PROJECTILES LE PLUS LOIN POSSIBLE?



PAR

CHRISTINA DUVAL

VINCENT D'ASTOUS

MALIK LALAMI

ANNY DUBOIS

TABLE DES MATIÈRES

BUT PÉDAGOGIQUE	4
COMPOSANTES DU PROGRAMME	4
NIVEAU SCOLAIRE VISÉ	4
DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION	4
COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES ET TRANSVERSALES	4
SAVOIRS ESSENTIELS	5
CONTENU NOTIONNEL	6
NOTIONS SCIENTIFIQUES	6
LA FORCE	7
LE LEVIER	8
LA STRUCTURE DE CATAPULTE	11
RÉFÉRENTS CULTURELS	13
HISTOIRE	13
PERSONNAGE	13
IDENTIFICATION DES CONCEPTIONS FRÉQUENTES	15
DOMAINE DE L'UNIVERS MATÉRIEL	15
LES FORCES ET LES MOUVEMENTS	15
LES TECHNIQUES MILITAIRES ET POLICIÈRES	15
MATÉRIEL REQUIS ET CONSIGNES DE SÉCURITÉ	16
MATÉRIEL VARIABLE	16
MATÉRIEL OBLIGATOIRE	17
CONSIGNES DE SÉCURITÉ	17
ACTIVITÉ FONCTIONNELLE	18
PRÉPARATION	18
Élément déclencheur	18
Retour sur les connaissances antérieures	18

RÉALISATION	19
Présentation du projet et activités de manipulations légères	19
INTÉGRATION	24
Retour sur les nouvelles notions	24
Présentation du carnet scientifique et formation des équipes	24
ACTIVITÉ DE RÉOLUTION DE PROBLÈME	26
PRÉPARATION	26
Présentation des différents modèles de catapulte et retour sur les consignes	26
RÉALISATION	28
Conception et fabrication de la catapulte	28
INTÉGRATION	29
Retour en grand groupe sur la fabrication de la catapulte	29
Concours de lancement d'un objet avec les catapultes des élèves	29
ACTIVITÉ DE STRUCTURATION	30
NOTIONS SCIENTIFIQUES ET RÉFÉRENT CULTUREL	30
LE CONTREPOIDS	30
LA STRUCTURE DES MACHINES DE GUERRE À CONTREPOIDS	31
HISTOIRE	32
PROBLÈME POSÉ	32
DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ	33
PRÉPARATION	33
RÉALISATION	36
INTÉGRATION	37
ÉVALUATION	38
GRILLE DE CORRECTION DU CARNET SCIENTIFIQUE DE L'ÉLÈVE	38
RÉFÉRENCES	39
NOTES PERSONNELLES « POUR UNE PROCHAINE FOIS »	41
ANNEXES	42
ANNEXE 1 - CATAPULTE	43

ANNEXE 2 - LES LEVIERS ET LES CATAPULTES – HISTOIRE ET PRINCIPES PHYSIQUES	44
ANNEXE 3 – FICHE : DIFFÉRENTS TYPES DE LEVIERS	54
ANNEXE 4 – TYPES DE CATAPULTE	58
ANNEXE 5 – CAHIER DE L'ÉLÈVE	61
ANNEXE 6 – TYPES DE MACHINES DE GUERRE À CONTREPOIDS	69

BUT PÉDAGOGIQUE

Concevoir et fabriquer une catapulte dans le but de projeter des objets le plus loin possible.

COMPOSANTES DU PROGRAMME

NIVEAU SCOLAIRE VISÉ

3e cycle du primaire (6e année)



DOMAINES GÉNÉRAUX DE FORMATION

Orientation et entrepreneuriat

- Axe de formation : Appropriation des stratégies liées à un projet

COMPÉTENCES DISCIPLINAIRES ET TRANSVERSALES

Domaine de la mathématique, de la science et de la technologie : Science et technologie

Compétences disciplinaires :

Compétence 1 : Proposer des explications ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique

Compétence 3 : Communiquer à l'aide des langages utilisés en science et en technologie

Compétences transversales :

Compétences qui seront mises en œuvre par l'élève durant cette situation d'apprentissage :

Ordre intellectuel	Ordre méthodologique	Ordre personnel et social	Ordre de la communication
Exploiter l'information	Se donner des méthodes de travail efficaces	Coopérer	Communiquer de façon appropriée
Résoudre des problèmes			
Mettre en œuvre sa pensée créatrice			

SAVOIRS ESSENTIELS

UNIVERS MATÉRIEL

<p><u>Techniques et instrumentation</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Utilisation de machine simple • Conception et fabrication d'instruments, d'outils, de machines, de structures (ex. : ponts, tours), de dispositifs (ex. : filtration de l'eau), de modèles (ex. : planeur), de circuits simples. 	<p>2 3 2 3</p>
<p><u>Langage approprié</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Terminologie liée à la compréhension de l'univers matériel • Dessins, croquis 	<p>2 3 2 3</p>

Domaine de la mathématique, de la science et de la technologie		Science et technologie	158
L'UNIVERS MATÉRIEL (SUITE)			
<ul style="list-style-type: none"> - Effet de l'attraction électrostatique (ex. : papier attiré par objet chargé) 2 - Effet de l'attraction électromagnétique (ex. : aimant, électroaimant) 3 - Pression (ex. : pression dans un ballon, aile d'avion) 3 - Effets d'une force sur la direction d'un objet (ex. : pousser, tirer) 2 - Effets combinés de plusieurs forces sur un objet (ex. : renforcement, opposition) 3 - Caractéristiques du mouvement (ex. : direction, vitesse) 2 			
• Systèmes et interaction			
<ul style="list-style-type: none"> - Machines simples (ex. : levier, plan incliné, vis, poulie, treuil) 2 - Autres machines (ex. : chariot, roue hydraulique, éolienne) 3 - Fonctionnement d'objets fabriqués (ex. : matériaux, formes, fonctions) 2 3 - Servomécanisme et robots 3 - Technologie du transport (ex. : automobile, avion, bateau) 2 3 - Technologie de l'électron (ex. : téléphone, radio, enregistrement du son, télévision, transistor, microprocesseur, ordinateur) 2 3 			
• Techniques et instrumentation			
<ul style="list-style-type: none"> - Fabrication (ex. : interprétation de plans, traçage, découpage, assemblage, finition) 2 3 - Utilisation d'instruments de mesure simples (ex. : règles, compte-gouttes, balance, thermomètre) 2 3 			
- Utilisation de machines simples			
<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation d'outils (ex. : pince, tournevis, marteau, dé, gabarit simple) 2 3 			
	<ul style="list-style-type: none"> - Conception et fabrication d'instruments, d'outils, de machines, de structures (ex. : ponts, tours), de dispositifs (ex. : filtration de l'eau), de modèles (ex. : planeur), de circuits simples 2 3 		
	• Langage approprié		
	Terminologie liée à la compréhension de l'univers matériel 2 3		
	<ul style="list-style-type: none"> - Conventions et modes de représentation propre aux concepts à l'étude 2 3 - Symboles (H₂O) 3 - Graphiques (ex. : pictogramme, histogramme) 2 3 - Tableaux 2 3 		
	- Dessins, croquis 2 3		
	- Normes et standardisation 2 3		
	LA TERRE ET L'ESPACE		
	• Matière		
	<ul style="list-style-type: none"> - Les propriétés et caractéristiques de la matière terrestre - sol, eau et air 2 - traces de vivant et fossiles 2 - classification de roches et minéraux 3 		
	<ul style="list-style-type: none"> - L'organisation de la matière : <ul style="list-style-type: none"> - cristaux 2 - structure de la Terre (ex. : continents, océans, calottes glaciaires, montagnes, volcans) 3 		
	<ul style="list-style-type: none"> - La transformation de la matière <ul style="list-style-type: none"> - cycle de l'eau 2 - phénomènes naturels (ex. : érosion, foudre) 3 		

CONTENU NOTIONNEL

NOTIONS SCIENTIFIQUES

Activité fonctionnelle, activité de résolution de problème et activité de structuration

La conception et la fabrication de la catapulte permettra aux élèves d'appliquer de nouvelles notions scientifiques liées au concept de la machine simple, le levier, et de mettre en application leur créativité et leur capacité à coopérer. Pour réaliser cette expérimentation, plusieurs connaissances scientifiques sont nécessaires. Différentes notions seront abordées durant l'activité fonctionnelle, afin de permettre aux élèves de réaliser l'activité de résolution de problème et l'activité de structuration. Certaines notions dites « principales » seront évaluées et les autres notions dites « secondaires » seront toutefois utiles, afin de réaliser l'activité de résolution de problème et l'activité de structuration.

NOTIONS « PRINCIPALES » :

L'UNIVERS MATÉRIEL

Technique et instrumentation :

- Utilisation de machines simples (PFÉQ. Ch.6.2 p.158)
- Conception et fabrication d'instruments, d'outils, de machines, de structures, de dispositifs, de modèles, de circuits simples. (PFÉQ. Ch.6.2 p.158)

Langage approprié :

- Terminologie liée à la compréhension de l'univers matériel (PFÉQ. Ch.6.2 p.158)
- Dessin, croquis (PFÉQ. Ch.6.2 p.158)

NOTIONS « SECONDAIRES » :

Les concepts suivants sont traités, mais ils ne font pas l'objet d'une évaluation.

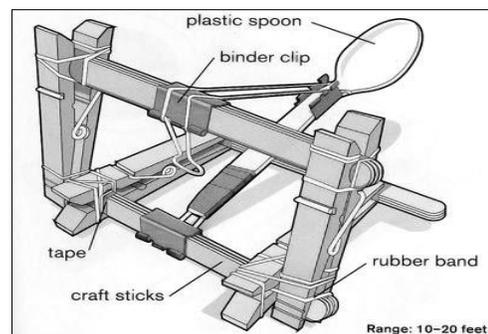
L'UNIVERS MATÉRIEL

Force et mouvement :

- Effets d'une force sur la direction d'un objet (PFÉQ. Ch.6.2 p.158)

Système et interaction :

- Machine simple (PFÉQ.Ch.6.2 p.158)



LA FORCE¹

Lorsqu'on exerce une force sur un objet, ceci permet de le déplacer (pousser, tirer, lancer, etc.)

Un objet ne peut bouger, démarrer, accélérer, ralentir, changer de direction, s'arrêter ou se déformer que s'il est activé par une force. C'est l'énergie qui produit la force. Elle permet de fournir un travail. Un homme peut soulever un haltère grâce à son énergie musculaire. Cette énergie lui permet d'exercer une force sur l'haltère.

Une force est une action mécanique qui peut :

- Mettre en mouvement un objet
- Modifier la vitesse et la trajectoire d'un objet
- Déformer un objet

Dans le cas de la catapulte, la force motrice peut être diminuée avec l'aide d'une machine simple, comme **le levier**. Il permet ainsi de faciliter le travail de l'utilisateur.



¹Source : http://www2.cslaval.qc.ca/cdp/UserFiles/File/telechargement/leviers_lab0.pdf

LE LEVIER

C'est une machine simple composée d'une barre rigide pivotant sur un point fixe appelé le « pivot » ou le « point d'appui ». Il est soumis à deux forces qu'on appelle la « force motrice » et la « force résistante ».

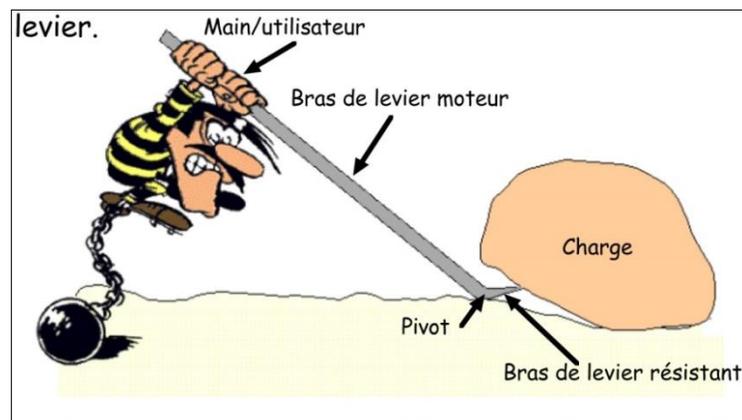
Éléments du levier :

Bras de levier moteur : La partie du levier où on applique une force humaine ou mécanique (force motrice).

Bras de levier résistant : la partie du levier où la charge exerce une résistance.

Pivot ou point d'appui : La partie qui soutient le bras de levier.

Charge : Ce qu'on veut soulever, peser, couper, casser, etc.



Loi élémentaire des leviers² :

Lors de l'utilisation du levier, on peut observer l'effet de deux efforts : l'effort humain ou mécanique pour actionner le levier, et l'effort produit par le levier, c'est-à-dire la partie du levier qui effectue le travail désiré.

Le levier subit une force de résistance et une force motrice.

- Ce qu'on veut soulever, pousser, casser ou couper est la force de résistance.
- La force qu'on exerce sur le levier est la force motrice.

² Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Levier_\(m%C3%A9canique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Levier_(m%C3%A9canique))

Utilisation du levier :

L'utilisation d'un levier permet d'augmenter l'effet de la force motrice appliquée sur la charge à soulever. Ainsi, pour effectuer une tâche, la force requise est moins grande. Le levier peut être utilisé pour amplifier un mouvement, en amplitude ou en vitesse ou pour amplifier un effort. Exemple d'utilisation :

- Soulever une charge lourde (ex. : brouette)
- Soulever une charge pour la peser (ex. : balance à plateau)
- Pincer un objet pour le prendre (ex. : pince à sourcils)
- Couper un objet (ex. : paire de ciseaux)
- Casser un objet (ex. : casse-noix)
- Projeter un objet (ex. : bâton de hockey)

Les types de leviers³

Il y a 3 types de leviers, en fonction de l'endroit où se situent **la force motrice**, **la charge** et **le point d'appui**.

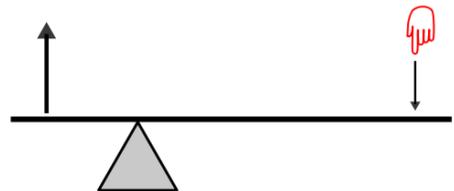
Légende des symboles utilisés :	Charge (force de résistance) 	Pivot ou point d'appui 	Force exercée (force motrice) 
---------------------------------	--	--	---

Le levier inter-appui (point d'appui au centre)

Le point d'appui est situé entre la force motrice et la charge (force de résistance). Le levier permet d'accomplir des travaux demandant de la force ou de la précision. Si la charge est près du point d'appui, l'effet de la force motrice est multiplié. Si la charge est éloignée du point d'appui, l'effet de la force motrice est diminué, mais on augmente la précision du mouvement.

Exemple dans la vie de tous les jours :

Une balance à plateaux, une paire de ciseaux, une balançoire à bascule et un pied-de-biche.



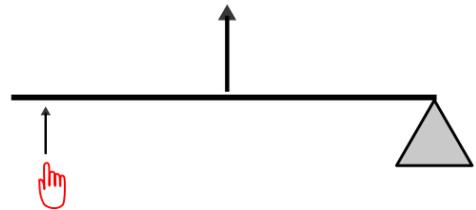
³Source : <http://www.alloprof.qc.ca/BV/Pages/s1427.aspx#levier>

Le levier inter-résistant (charge au centre)

La charge est située entre la force motrice et le point d'appui. Le levier permet de multiplier la force motrice exercée. Il exerce sur la charge une force supérieure à la force motrice réellement appliquée, car la charge est toujours plus près du point d'appui que la force motrice.

Exemple dans la vie de tous les jours :

Un décapsuleur, une brouette, un casse-noisette et un tremplin de plongeur.

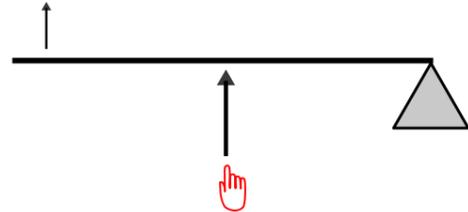


Le levier inter-moteur (force motrice au centre), par exemple, catapulte avec mécanisme de torsion et catapulte à arc.

La force motrice est située entre la charge et le point d'appui. Il permet de multiplier la vitesse et la distance et aussi d'augmenter la précision du mouvement. La force motrice située entre le point d'appui et la charge a pour effet de permettre le déplacement de la charge avec une amplitude et une vitesse plus grandes.

Exemple dans la vie de tous les jours :

Un bâton de hockey, une canne à pêche, une agrafeuse, une pince à épiler et une pelle.



Pour conclure, lorsque le système de levier est adapté à la situation et bien construit, on dit qu'il y a un avantage mécanique, puisque la force motrice nécessaire est inférieure à la force de résistance.

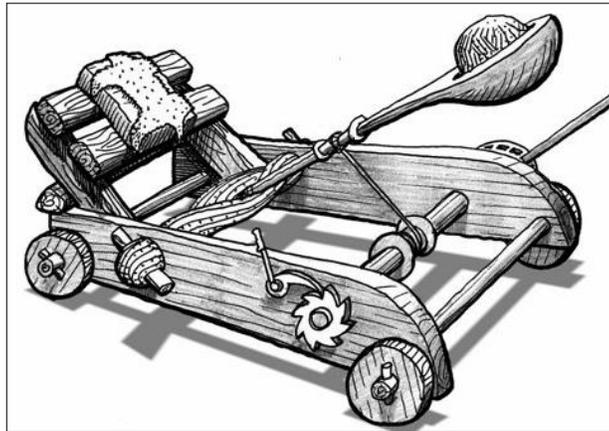
LA STRUCTURE DE CATAPULTE

Repérer le système de machine simple (le levier) sur chacune des images de catapultes. Revenir sur les types de leviers et faire réaliser aux élèves que sur les catapultes présentées il y a un levier de type inter-moteur où la force motrice est située entre la charge et le point d'appui. Cela permet de déplacer la charge avec une amplitude et une vitesse plus grande. Faire observer aux élèves la forme de la base (rectangulaire et allongée pour maintenir la catapulte en place), la forme de la structure verticale (souvent composée de triangles qui sont des formes géométriques très solides), ainsi que les différents mécanismes (mécanisme à torsion et à arc).

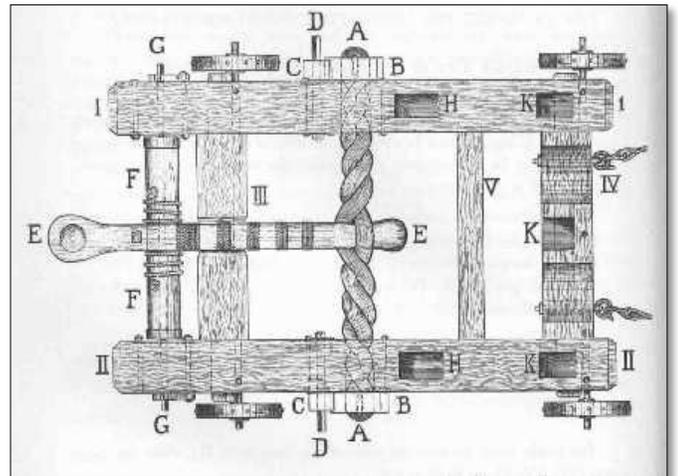
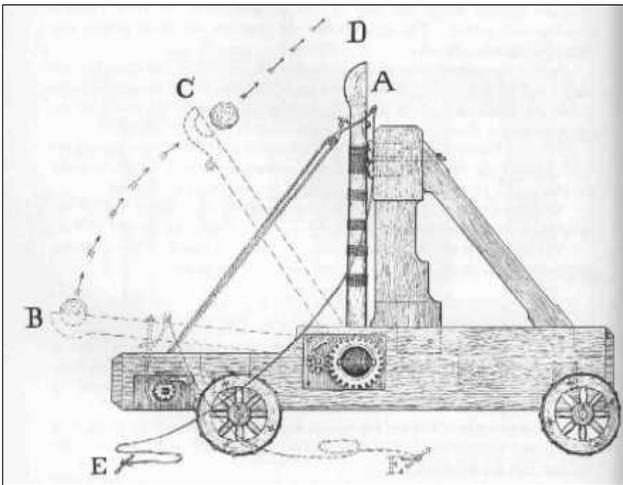
Les types de catapultes

Mécanisme de torsion :

Image⁴ :



Images⁵ :

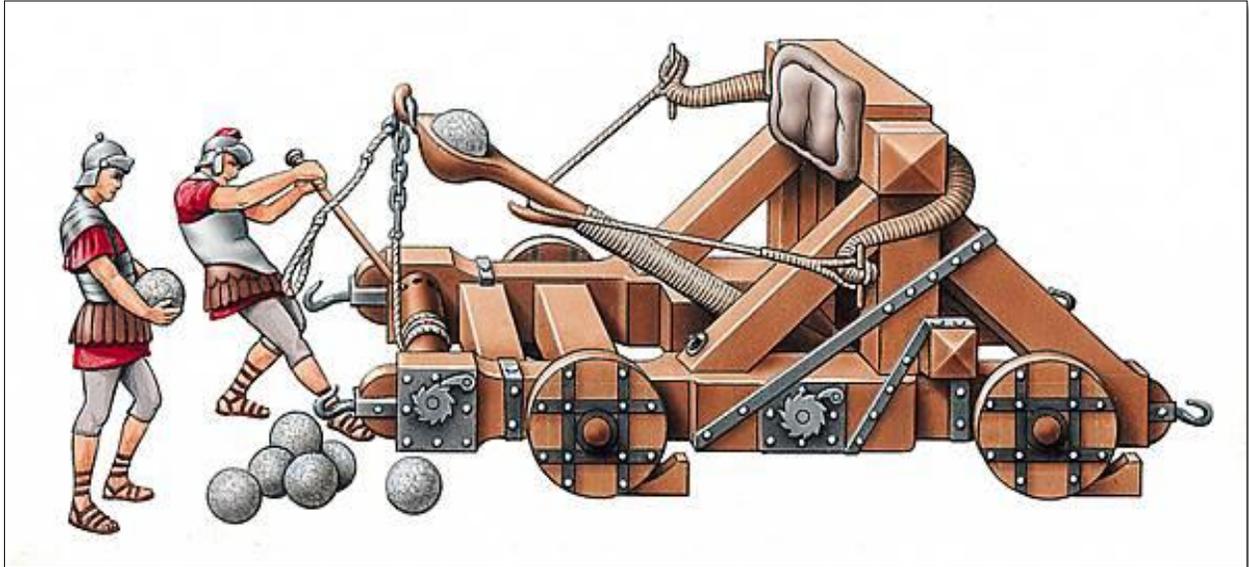


⁴Source image : <http://www.reicluos.com/pidapi-v6-la-cuvee-des-grenouilles-2012/>

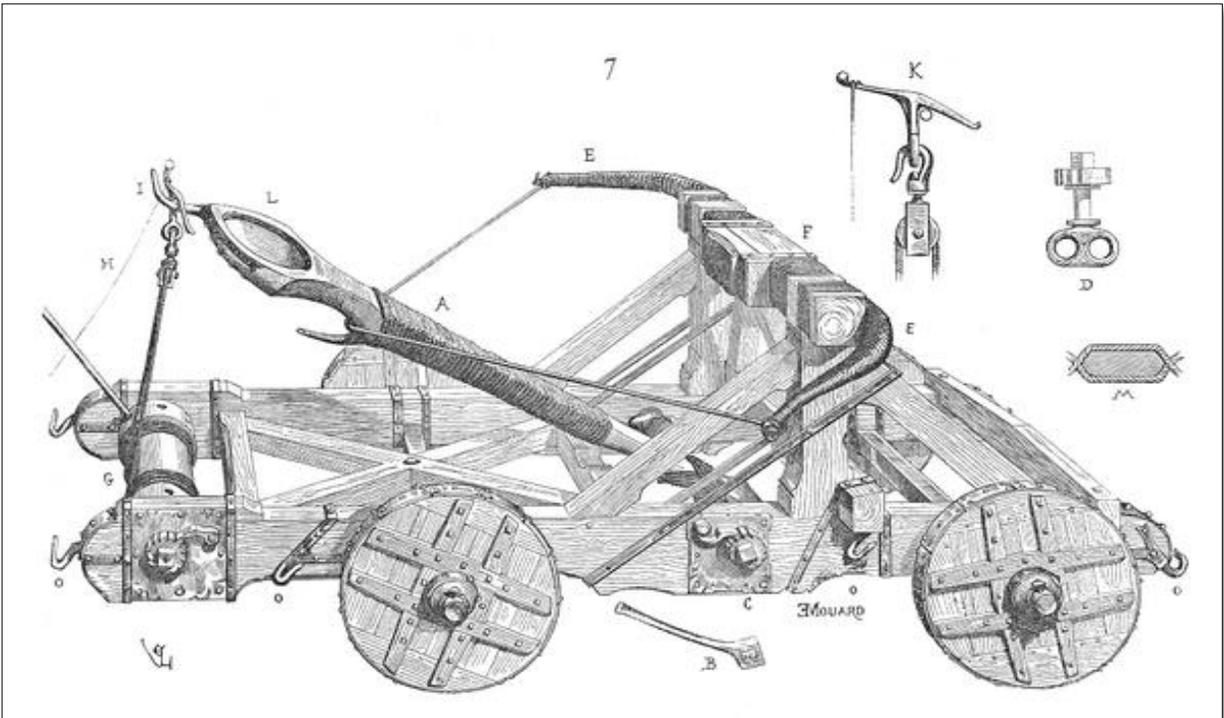
⁵Source image : <http://www.trollcalibur.com/node/1212>

Mécanisme à arc :

Image⁶ :



Image⁷ :



⁶ Source image : http://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Catapulte_romaine/1000912

⁷ Source image : <http://theswedishparrot.com/mots-d%E2%80%99un-vocabulaire-oublie-iv/>

RÉFÉRENTS CULTURELS

HISTOIRE⁸

Bref historique de la catapulte

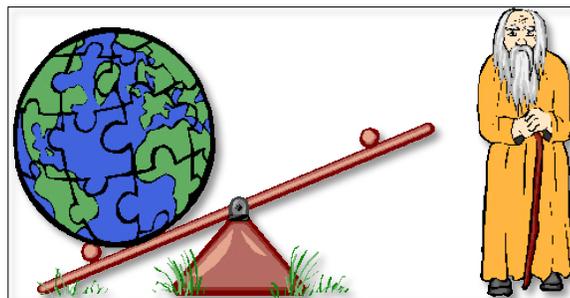
Puisqu'il y avait des guerres en permanence, les Grecs ont inventé la catapulte au IXe siècle avant Jésus Christ. Cet outil a notamment été utilisé à l'époque de l'Antiquité et au Moyen-Âge. Cette machine de guerre permettait aux soldats de projeter des pierres, des flèches incendiaires, des carcasses infectées d'animaux ou des ordures putréfiées dans le but de propager des maladies à l'ennemi. Plus tard, les Romains ont ajouté des roues à la catapulte afin de pouvoir la déplacer facilement. C'est finalement lors de la Première Guerre mondiale que la dernière utilisation militaire a été faite à l'aide de la catapulte.

PERSONNAGE⁹

Archimède

Il est né à Syracuse vers 287 av. J.-C. C'est un grand scientifique : physicien, mathématicien et ingénieur. Il est considéré comme l'un des principaux scientifiques de l'Antiquité classique. Parmi ses domaines d'étude en physique, on peut citer l'hydrostatique, la mécanique statique et l'exploitation du principe de levier dans des machines mécaniques. Il a découvert les trois principaux types de leviers. Par ses découvertes, il a contribué à perfectionner les catapultes. Il a conçu plusieurs outils innovants, comme la vis d'Archimède.

Phrase célèbre : « Donnez-moi un point d'appui et je soulèverai le monde! »



⁸ Source : <http://cybersavoir.csdm.qc.ca/rouetteg/files/2011/12/les-leviers-et-les-catapultes-partie-1.pdf>

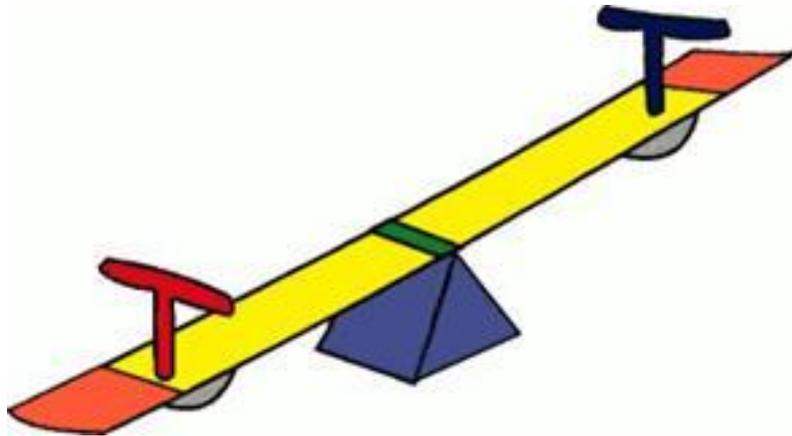
⁹ Source : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Archim%C3%A8de>

UTILISATION DANS LA VIE QUOTIDIENNE

Contexte signifiant

Utilisation des trois types de systèmes de levier dans la vie courante.

- Le levier inter-appui : balance à plateaux, paire de ciseaux, balançoire à bascule, pied-de-biche, etc.
- Le levier inter-résistant : décapsuleur, brouette, casse-noisette, tremplin de plongeon, etc.
- Le levier inter-moteur : bâton de hockey, canne à pêche, agrafeuse, pince à épiler, pelle, etc.



Source image : <http://villemin.gerard.free.fr/aScience/Physique/Levier.htm>

IDENTIFICATION DES CONCEPTIONS FRÉQUENTES



DOMAINE DE L'UNIVERS MATÉRIEL

Conceptions fréquentes	Explication des conceptions	Conceptions scientifiques
LES FORCES ET LES MOUVEMENTS¹⁰		
<i>LES FORCES</i>		
Les objets lourds tombent plus vite que les objets légers.	À cause de la résistance de l'air, certains objets légers, comme une feuille de papier, tombent plus lentement que des objets plus lourds.	Les objets légers qui opposent peu de résistance à l'air tombent avec la même accélération que les objets lourds
<i>LES MACHINES SIMPLES</i>		
Les machines simples ne font que modifier la direction des forces appliquées.	La modification de la direction des forces est l'effet le plus évident de l'utilisation d'une machine simple.	Plusieurs machines simples permettent de multiplier les forces appliquées.
LES TECHNIQUES MILITAIRES ET POLICIÈRES¹¹		
<i>LES MACHINES DE GUERRE</i>		
Dans l'Antiquité, il était impossible de lancer des projectiles de plusieurs dizaines de kilogrammes.	Impression basée sur le fait que la poudre à canon était inconnu dans l'Antiquité.	Dans l'Antiquité, il existait des catapultes très puissantes.

Autre conception possible :

Certains élèves pourraient penser qu'on ne peut lancer des projectiles qu'avec des fusils ou des canons.

¹⁰Source : Enseigner les sciences et les technologies au préscolaire et au primaire par Thouin Ch.7, p.157

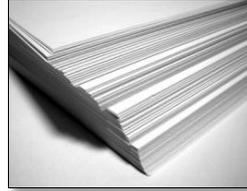
¹¹Source : Enseigner les sciences et les technologies au préscolaire et au primaire par Thouin Ch.7, p.164

MATÉRIEL REQUIS ET CONSIGNES DE SÉCURITÉ

MATÉRIEL VARIABLE

Boîtes de carton (ex. : boîte de papiers mouchoir)

Papier



Carton

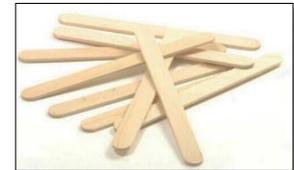
Pinces de bureau



Bandes élastiques

Cuillères de plastique

Bâtonnets de café



Bâtons de « Popsicle »

Brochettes de plastique

Épingles à linge en bois

Bouchons de bouteille

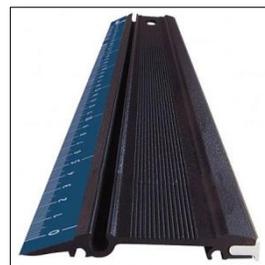
Ficelle

Ciseaux

Ruban adhésif

Règles de un mètre

Des crayons (pour tendre la corde...)



MATÉRIEL OBLIGATOIRE

3 OBJETS SERVANT DE PROJECTILE :

1 pièce de « Lego » à 4 trous

1 boule de gommette

1 pompon



CONSIGNES DE SÉCURITÉ



Règle de un mètre

Aviser les élèves que lorsqu'ils se déplacent avec la règle de un mètre, ils doivent faire attention pour ne pas accrocher les autres élèves. Demander aux élèves de tenir le mètre en position verticale pour éviter de blesser leurs camarades.

Catapulte

Interdire aux élèves de lancer des projectiles en direction d'autres élèves ou des objets pouvant être brisés, comme les fenêtres. Inviter les élèves à s'installer à l'arrière de la classe parallèle aux fenêtres ou dans le corridor.

ACTIVITÉ FONCTIONNELLE

Durée : 2 ½ périodes

PRÉPARATION

(15 minutes)

Élément déclencheur

Présenter aux élèves une grande image de catapulte sur le tableau blanc interactif (TNI), afin de susciter leur intérêt (ANNEXE 1).

Retour sur les connaissances antérieures

L'enseignant questionne les élèves concernant l'élément déclencheur. Types de questions à poser :

- Connaissez-vous cet objet?
- À quoi sert-il?
- En avez-vous déjà vu? Si c'est le cas; dans quelle revue, dans quel livre ou dans quelle émission?

Les élèves observent l'image et participent à l'échange de groupe. Ils partagent leurs hypothèses et leurs connaissances sur le sujet de discussion.

Lorsque les élèves ont bien compris l'utilité de la catapulte, l'enseignant questionne les élèves sur les principes entourant celle-ci, afin de faire ressortir leurs conceptions. Types de questions à poser :

- Est-ce possible de lancer des projectiles lourds avec des catapultes comme celle de l'image?
- Quel objet tombe le plus rapidement au sol, un objet lourd ou un objet léger?
- Dans la catapulte, il y a une barre rigide au bout de laquelle on installe un objet à projeter. Quel effet a cette barre sur le lancer de la catapulte ou sur l'objet projeté?

Ces questionnements permettront à l'enseignant de cibler les conceptions erronées les plus fréquemment observées chez des enfants du primaire.

RÉALISATION

(110 minutes)

Présentation du projet et activités de manipulations légères

(30 minutes)

Référents culturels :

- Histoire de la catapulte
- Personnage – Archimède (les machines simples, en particulier le levier)
- Le levier dans les objets de la vie quotidienne

Théorie univers matériel :

- Forces et mouvements
 - Effets d'une force sur la direction d'un objet
- Technique et instrumentation
 - Utilisation de machine simple
- Langage approprié :
 - Terminologie liée à la compréhension de l'univers matériel

Histoire des catapultes

L'enseignant explique aux élèves le projet qu'ils s'appêtent à commencer. Il présente le document « Les leviers et les catapultes – Histoire et principes physiques » au TNI ¹² (ANNEXE 2). Utiliser le document en annexe ou projeter le document à l'aide du lien internet sur le TNI. **Arrêter à la section « L'emplacement du pivot », et conserver cette section pour faire un retour après la première manipulation des élèves.**

Cette présentation permettra à l'élève de connaître la catapulte et son utilisation passée. Il prendra conscience des éléments qui la constituent, tout particulièrement le levier. Il fera la connaissance d'un grand scientifique de l'Antiquité, Archimède, qui s'est illustré dans plusieurs domaines scientifiques. Celui-ci a travaillé sur les possibilités que pouvait offrir le levier. Il a su exploiter le concept du levier et il a participé à l'amélioration des catapultes. L'élève apprendra les principes physiques du levier et la notion de la force.

¹²Source : <http://cybersavoir.csdm.qc.ca/rouetteg/files/2011/12/les-leviers-et-les-catapultes-partie-1.pdf>

Premières manipulations à objectif léger

(40 minutes)

Maintenant, les élèves comprennent que le levier sert à amplifier la vitesse ou la force s'il est bien construit. Autrement dit, on peut utiliser le levier pour soulever une charge ou pour projeter une charge. Avant de procéder à la manipulation, questionner les élèves sur leur perception de la meilleure façon de placer le pivot, afin de :

- soulever une charge en fournissant le moins d'effort possible.
- projeter une charge le plus loin possible.

➤ Manipulation pour soulever une charge

Proposer aux élèves de soulever un livre lourd avec un système de levier composé d'une règle rigide de 30 cm ou tout objet long et rigide (bras du levier) et d'une gomme à effacer (pivot ou point d'appui) en variant la position du pivot. Déterminer où doit être placé le pivot, afin de fournir le moins d'effort possible. Autrement dit, l'endroit **où doit être placé le pivot pour que la force soit amplifiée au maximum**.

Le pivot est au centre



Le pivot est loin de la charge



Le pivot est près de la charge



➤ Manipulation pour projeter une charge

Proposer aux élèves de projeter un objet (une gomme à effacer) avec un système de levier composé d'une règle de 15 cm (bras du levier) et d'une gomme à effacer (pivot ou point d'appui). Déterminer **quel emplacement du pivot permet de projeter la gomme à effacer le plus loin.**

Le pivot est au centre



Le pivot est près de la charge



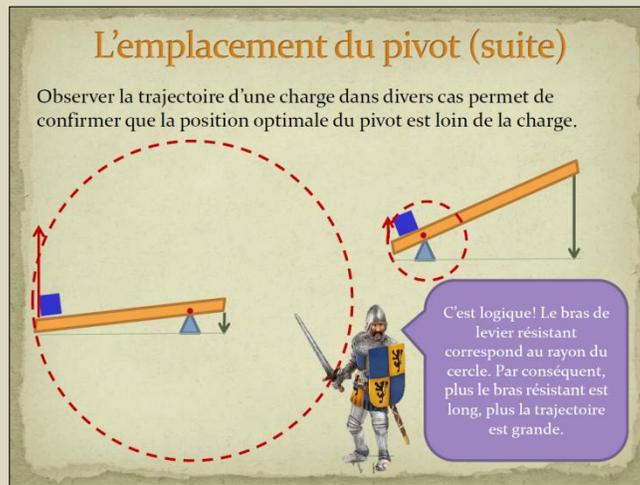
Le pivot est loin de la charge



➤ Retour en grand groupe sur les résultats des manipulations obtenus

Les élèves partagent leurs observations, ainsi que la confirmation ou l'infirmité de leurs hypothèses quant à la meilleure position du pivot pour soulever et pour projeter une charge.

L'enseignant amène la notion liée à l'emplacement du pivot pour diminuer l'effort à fournir pour soulever une lourde charge. De plus, il utilise la section « L'emplacement du pivot » du document « Les leviers et les catapultes – Histoire et principes physiques », afin de faire réaliser aux élèves l'effet mécanique du levier sur la projection d'un objet. À partir de la page « L'emplacement du pivot », on nous démontre trois modèles de positionnement du pivot, soit au centre, près de la charge et loin de la charge. Des explications sont données sur chacune des positions du pivot. L'enseignant termine en présentant la dernière page du document afin de démontrer à l'aide d'une image les principes du levier qui permettent de projeter un objet très loin.

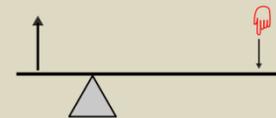


À la fin de la présentation du document, l'enseignant fait un enseignement sur les principaux types de leviers découverts par Archimède, et qui étaient mentionnés dans le document. Il précise qu'il y a 3 types de leviers, en fonction de l'endroit où se situent **la force motrice**, **la charge** et **le point d'appui**. L'enseignant définit chacun des 3 types de leviers avec de courtes définitions et des images simples (voir la section de contenu notionnel « Les types de leviers ») :

Légende des symboles utilisés :	Charge	Pivot ou point d'appui	Force exercée (humaine)
---------------------------------	--------	------------------------	-------------------------

Le levier inter-appui (point d'appui au centre)

Le point d'appui est situé entre la force motrice et la charge.



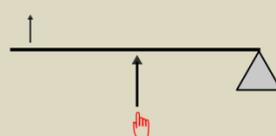
Le levier inter-résistant (charge au centre)

La charge est située entre la force motrice et le point d'appui



Le levier inter-moteur (force motrice au centre) Catapulte

La force motrice est située entre la charge et le point d'appui



Seconde manipulation à objectif léger, contextualisation signifiante :

(40 minutes)

L'enseignant dit aux élèves qu'on utilise quotidiennement des objets faisant office de levier. Il propose le visionnement d'une courte vidéo sur le TNI avant de procéder à une seconde série de manipulations.

- Utiliser le TNI pour présenter la vidéo suivante (1 minute) :
<https://www.youtube.com/watch?v=WlisOMXsEfA>

À la suite du visionnement de la vidéo, l'enseignant propose une seconde manipulation à objectif léger. Elle a pour but de rendre signifiant l'apprentissage de la notion de levier et d'en réaliser son utilisation dans la vie courante. L'enseignant distribue une fiche à remplir par les élèves sur les différents types de leviers (ANNEXE 3)¹³.

L'enseignant met à la disposition des élèves des objets comportant différents types de leviers :

- Des paires de ciseaux
- Des tenailles
- Des pinces à épiler
- Des râpes à fromage
- Des marteaux
- Des balances à plateaux
- Des casse-noix
- Une petite brouette à jardinage (une équipe à la fois)

Les élèves, en équipe de deux, pourront manipuler les objets, les observer et discuter ensemble des éléments présents sur la fiche. L'enseignant explique aux élèves qu'ils doivent manipuler les objets afin de trouver à quel type de levier l'objet appartient.

Pour ce faire, ils devront :

- Identifier le pivot.
- Identifier l'endroit où se trouve la charge ou la résistance.
- Identifier l'endroit où l'utilisateur va agir, c'est-à-dire exercer une force.

Ils devront expliquer sommairement à quoi sert le levier dans la composition de l'objet. Ensuite, l'enseignant fait un retour en grand groupe et permet aux élèves de partager leurs observations, quant aux objets manipulés. Il s'assure que les élèves ont compris les trois types de leviers et qu'ils utilisent le vocabulaire approprié relatif aux termes scientifiques des notions abordées. Il invite les élèves à ranger la fiche dans leur cartable de science.

¹³Source : http://crdp-pupitre.ac-clermont.fr/upload/310_726_2014-03-28_17-25-43_.pdf

INTÉGRATION

(25 minutes)

Retour sur les nouvelles notions

L'enseignant effectue un retour sur les notions abordées avec les élèves. Il peut procéder par questionnement en grand groupe, par exemple :

- Quel est le nom du grand scientifique de l'Antiquité qui s'est illustré dans plusieurs domaines scientifiques?
- Où doit-on placer le pivot pour projeter un objet le plus loin possible?
- Où doit-on placer le pivot pour soulever une charge avec le moins d'effort possible?
- Quels sont les trois types de leviers et leur utilité au travers d'objets de la vie quotidienne?

Présentation du carnet scientifique et formation des équipes

L'enseignant remet aux élèves le carnet scientifique (ANNEXE 5). Il lit avec eux les consignes de l'expérimentation scientifique.

Consignes du carnet scientifique :

Tu devras, en équipe de quatre, construire une machine qui lance des projectiles en s'inspirant des catapultes. La machine à propulsion devra avoir un système de levier et projeter les objets le plus loin possible. Tu disposeras de trois objets à projeter (une pièce de « Lego », un morceau de gommette roulé en boule et un pompon). Tu devras déterminer préalablement lequel des objets se rendra le plus loin (du plus loin au moins loin) avec la catapulte que tu construiras. À la suite de chaque lancer, tu devras prendre la mesure en donnée chiffrée de la distance parcourue de chaque objet. À la fin de l'expérimentation, on fera un concours qui consistera à lancer un même objet le plus loin possible avec la catapulte que tu auras construite avec ton équipe. L'équipe qui propulsera son objet le plus loin sera l'équipe gagnante!

Ensuite, l'enseignant explique le contenu du carnet scientifique et répond aux questions des élèves. Pour finir, il invite les élèves à former des équipes de quatre pour travailler sur l'activité de résolution de problème.

Les élèves écoutent les explications de l'enseignant, forment leurs équipes et se choisissent un nom d'équipe. Ensuite, ils remplissent la première page de leur cahier en y inscrivant leur nom, le nom de leur équipe et le nom de leurs coéquipiers.



ACTIVITÉ DE RÉOLUTION DE PROBLÈME

Durée : 2 ¾ périodes

PRÉPARATION

(30 minutes)

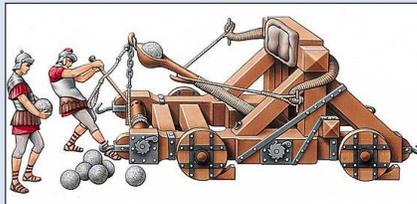
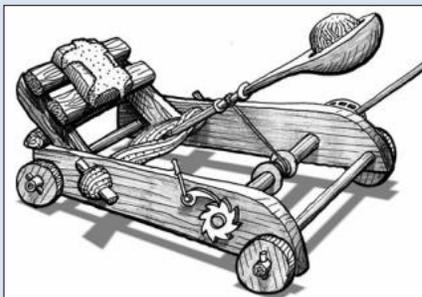
Présentation des différents modèles de catapulte et retour sur les consignes

Théorie univers matériel :

- Système et interaction
 - Machines simples
- Technique et instrumentation
 - Conception et fabrication d'instruments, d'outils, de machines, de structures, de dispositifs, de modèles, de circuits simples.
- Langage approprié :
 - Dessins, croquis.

Présenter différents modèles de catapulte sur le TNI (ANNEXE 4).

- Mécanisme de torsion
- Mécanisme à arc
- Mécanisme de contre



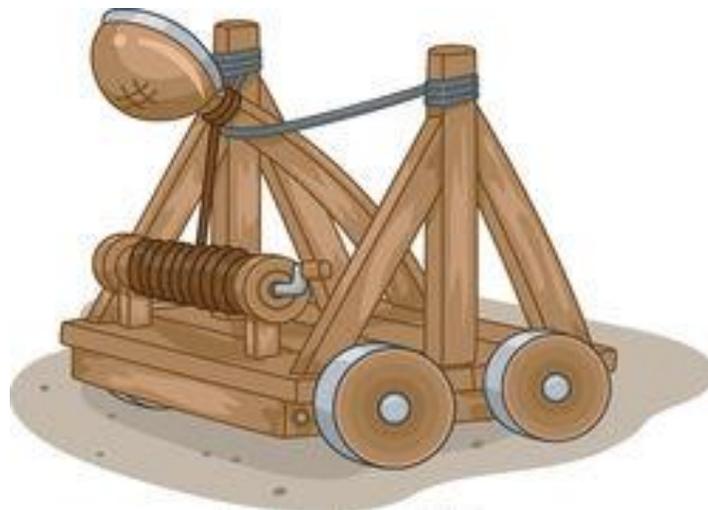
L'enseignant invite les élèves à s'exprimer sur les catapultes observées. Il les guide dans leur observation, par exemple :

- Observation de la forme de la base (rectangulaire et allongée pour maintenir la catapulte en place).
- Observation de la forme de la structure verticale (souvent composée de triangles qui sont des formes géométriques très solides).
- Observation des différents mécanismes (mécanisme à torsion, à arc et à contrepoids).
- Observation du système de machine simple (le levier) sur chacune des images de catapultes. Amener les élèves à déterminer quel est le type de levier des catapultes observées.

Ces observations seront utilisées pour la réalisation de l'activité de résolution de problème.

Retour sur les consignes et rappel de points importants

L'enseignant rappelle aux élèves que dans un premier temps, ils devront individuellement remplir la première page de leur carnet scientifique, avant de se placer en équipe. Il s'assure que les consignes et les explications sont bien comprises et il répond aux questions s'il a lieu.



RÉALISATION

(90 minutes)

Conception et fabrication de la catapulte

Durant cette étape, l'enseignant supervise la classe, répond aux questions, aide les élèves au besoin et s'assure que les élèves complètent bien leur carnet scientifique.

Les élèves

INDIVIDUEL : (l'enseignant affiche la liste du matériel sur le TNI)

Les élèves complètent la première page de leur carnet scientifique. Ils décrivent le problème posé et ils dessinent un croquis d'une machine à projeter des objets. Ensuite, ils sont amenés à poser une hypothèse sur les distances parcourues par chacun des trois projectiles.

ÉQUIPE : (l'enseignant distribue le matériel aux équipes)

Les élèves se rejoignent en équipe et présentent leur croquis à leurs coéquipiers. Ils les mettent en commun et décident de la meilleure manière de fabriquer une machine à projeter des objets. Ils dessinent un nouveau croquis final qui servira à l'équipe pour la construction de la machine. Ils font aussi une liste du matériel dont ils auront besoin, afin de réaliser l'activité.

Ensuite, les élèves procèdent à la fabrication de leur machine à projeter des objets. Ils apportent des ajustements ou des changements à leur machine (protocole) s'ils rencontrent des problèmes durant la fabrication. Ils notent dans leur carnet scientifique, les étapes de l'expérimentation, leurs observations, les problèmes rencontrés, ainsi que des solutions apportées.

Finalement, les élèves essaient leur machine à projeter des objets avec les trois projectiles obligatoires. Ils doivent mesurer chacune des trois lancements en donnée chiffrée (projectiles obligatoires : pièce de « Lego », morceau de gomme en boule et pompon). Ils notent dans leur carnet scientifique le résultat, par exemple : la pièce de « Lego » a parcouru une distance de 30 cm.

INTÉGRATION

(45 minutes)

Retour en grand groupe sur la fabrication de la catapulte

L'enseignant invite les équipes à présenter leur modèle de catapulte devant la classe. L'enseignant questionne les élèves sur les difficultés rencontrées durant la fabrication de la machine à propulser des objets. De plus, il leur demande ce qu'ils ont appris pendant cette expérience.

Les équipes présentent leur catapulte devant la classe et elles partagent leurs difficultés rencontrées durant la fabrication de la machine à propulser des objets. Les élèves expriment devant le groupe ce qu'ils ont appris au courant de cette expérience.

Concours de lancement d'un objet avec les catapultes des élèves

L'enseignant demande aux élèves de déplacer les bureaux et de les coller le long des murs. Lorsque la classe est dégagée, les équipes d'élèves se placent au fond de la classe et déposent leur catapulte par terre sur une ligne droite. Chaque équipe installe le projectile désigné par l'enseignant dans leur catapulte et le propulse avec leur machine le plus loin possible. L'équipe qui propulse son objet le plus loin est l'équipe gagnante. Elle a réussi à construire la machine qui lance des projectiles le plus loin possible.



ACTIVITÉ DE STRUCTURATION

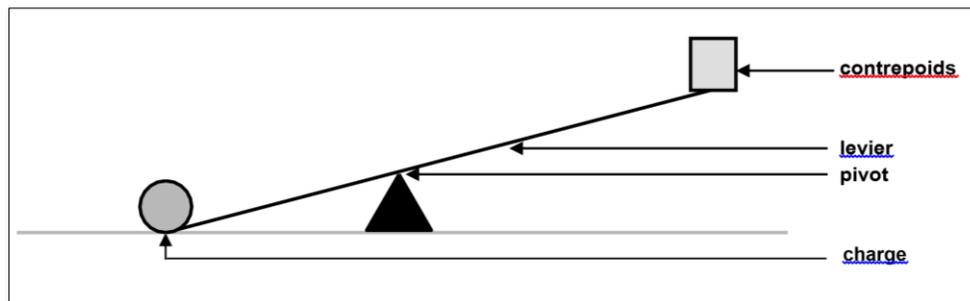
NOTIONS SCIENTIFIQUES ET RÉFÉRENT CULTUREL

La conception et la fabrication d'une machine qui lance des projectiles avec contrepoids permettra aux élèves de réinvestir leurs nouvelles notions scientifiques liées au concept de la machine simple, le levier, et de mettre en application leur créativité et leur capacité à coopérer. Lors de cette expérimentation, on amène plus loin les notions reliées au concept de levier en proposant d'inclure au système de levier un contrepoids. Le contrepoids correspond à la force motrice abordée précédemment.

LE CONTREPOIDS

Précision des forces qui agissent dans le système de levier à contrepoids¹⁴.

Un contrepoids est une masse utilisée pour contrebalancer le poids de la charge dans un mécanisme de levage. Disposé à l'extrémité opposée de la charge à soulever, dans un système à levier, le contrepoids facilite la manœuvre des charges lourdes¹⁵.



Dans une machine à propulsion, le contrepoids est une masse utilisée comme force motrice destinée à projeter la charge. La force de l'homme est utilisée pour élever le contrepoids avant l'utilisation de l'engin de guerre. Lorsque le contrepoids est relâché, le projectile est lancé par effet de levier. Il s'agit du même principe que le levier inter-appui.

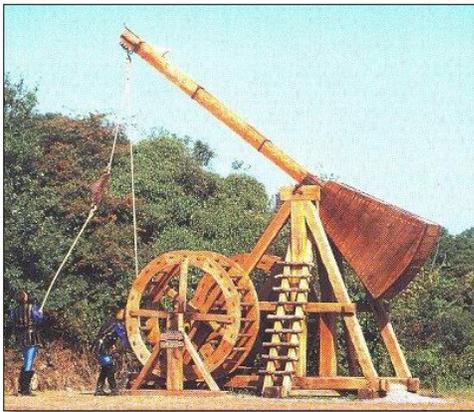
¹⁴ Source image : http://www.acgrenoble.fr/ecole/74/maths.sciences/74/IMG/pdf/module_de_formation_sciences_cycle_3_leviers_balances.pdf

¹⁵ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Contrepoids>

LA STRUCTURE DES MACHINES DE GUERRE À CONTREPOIDS¹⁶

Repérer le système de machine simple (le levier) sur chacune des images de machines de guerre à contrepoids. Revenir sur les types de leviers et faire réaliser aux élèves que sur les machines présentées il y a un levier de type inter-appui où le pivot est situé entre la charge et la force motrice. Cela permet de déplacer la charge avec plus de précision. Faire observer aux élèves la forme de la base (rectangulaire et allongée pour maintenir la machine en place), la forme de la structure verticale (souvent composée de triangles qui sont des formes géométriques très solides), ainsi que les différents types de contrepoids (grosseur, forme et quantité).

Mangonneau



Couillard



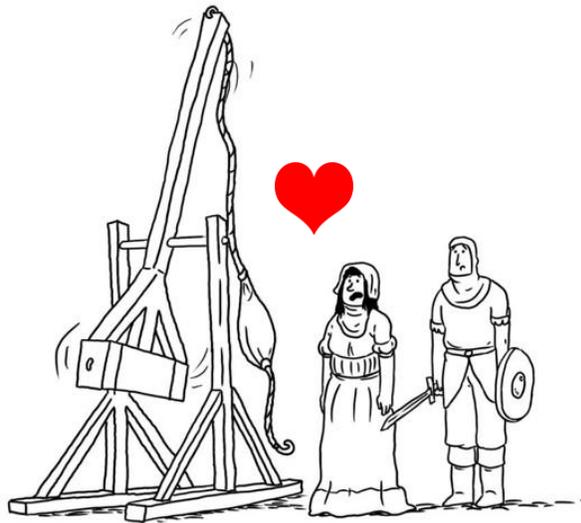
Trébuchet



¹⁶ Source image : <http://medieval.mrugala.net/Armes%20de%20siege>

HISTOIRE

À cause de leur faible résistance de leurs matériaux à l'humidité, les catapultes ont été abandonnées dès le VI^e siècle et remplacées par des engins à contrepoids plus efficaces comme le *mangonneau*, le *trébuchet* et le *couillard*. Ce sont les machines de guerre qui ont succédé à la catapulte durant l'époque médiévale (Moyen-Âge). Leur puissance augmentée, ils la doivent à l'union de deux systèmes : *le levier à contrepoids et la fronde*.



PROBLÈME POSÉ

Construire une machine qui lance un projectile le plus loin possible en s'inspirant des machines de guerre à contrepoids, comme le mangonneau, le trébuchet et le couillard. La machine à propulsion devra être munie d'un système de levier comprenant un contrepoids. Les élèves disposeront des mêmes objets servant de projectiles (une pièce de « Lego », un morceau de gommette roulé en boule et un pompon). Lors de la formulation de leur hypothèse, les élèves devront déterminer préalablement laquelle des deux machines à propulser (catapulte et machine de guerre à contrepoids) lancera le plus loin en s'appuyant sur les notions liées au concept de levier. Finalement, à la suite de chaque lancer, les élèves devront prendre la mesure de la distance parcourue de chaque objet avec des données chiffrées.

DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

PRÉPARATION



Image¹⁷

Durée : 1 période (50 minutes)

Présentation du projet et retour sur les notions scientifiques

L'enseignant informe les élèves qu'ils feront une activité de construction d'une nouvelle machine de guerre. Lors de cette expérimentation, ils devront réinvestir les notions reliées au concept de levier en construisant une machine qui inclut un système de levier avec contrepoids.

L'enseignant introduit une brève notion historique sur l'évolution des machines de guerre. Il explique en quoi l'évolution du système de levier dans la composition de celles-ci a permis l'amélioration des tirs à l'époque médiévale.

L'enseignant fait un retour sur les notions reliées au concept de levier et sur les différents types de levier. Il amène des précisions sur les forces qui agissent dans le système de levier à contrepoids.

Structure des machines de guerre à contrepoids

L'enseignant projette au tableau blanc interactif (TNI) les trois images de machines de guerre à contrepoids (ANNEXE 6). Ils feront des observations qui seront utiles pour la réalisation de l'activité de résolution de problème. Il invite les élèves à s'exprimer sur les machines observées. Il les guide dans leur observation, par exemple :

- Observation de la forme de la base (rectangulaire et allongée pour maintenir la machine en place).
- Observation de la forme de la structure verticale (souvent composée de triangles qui sont des formes géométriques très solides).
- Observation des différents types de contrepoids (la grosseur, la forme et la quantité).
- Observation du système de machine simple (le levier) sur chacune des images de machines de guerre. Amener les élèves à déterminer quel est le type de levier des machines observées.

¹⁷ <https://fr.wikipedia.org/wiki/Mangonneau>

Consignes relatives à la construction de la machine de guerre à contrepoids

L'enseignant informe les élèves des consignes de l'activité :

La machine à propulsion devra :

- Comprendre un système de levier comprenant un contrepoids
- Projeter des objets le plus loin possible

Trois projectiles obligatoires :

- Une pièce de « Lego »
- Un morceau de gommette roulé en boule
- Un pompon

Question : Laquelle des deux machines de guerre, entre la catapulte et la machine à contrepoids, projette des objets le plus loin?

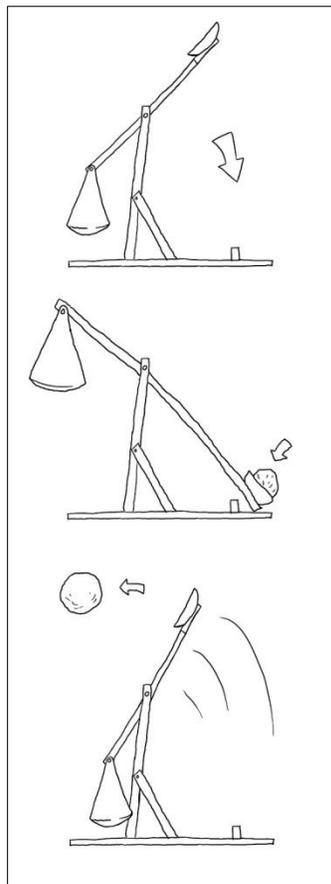


Image ¹⁸

¹⁸ <http://riensavoirsurtout.blogspot.ca/>

MATÉRIEL

L'enseignant présente le matériel qui pourra être utilisé pour la réalisation de la machine de guerre.

<u>MATÉRIEL VARIABLE</u>	
Boîte de carton (ex. : boîte de papiers mouchoir)	Brochettes de plastique
Papier	Épingles à linge en bois
Carton	Bouchons de bouteille
Pinces de bureau	Ficelle
Bandes élastiques	Ciseaux
Cuillères de plastique	Ruban adhésif
Bâtonnets de café	Règles de un mètre
Bâtons de « Popsicle »	Des crayons
OBJETS AJOUTÉS	
Billes (masse du contrepoids)	
Sacs de plastique étanches (« Ziploc »)	

<u>MATÉRIEL OBLIGATOIRE</u>	
3 OBJETS SERVANT DE PROJECTILE :	1 pièce de « Lego » à 4 trous
	1 boule de gommette
	1 pompon

CONSIGNES DE SÉCURITÉ

L'enseignant rappelle les consignes de sécurité :



Règle de un mètre

Aviser les élèves que lorsqu'ils se déplacent avec la règle de un mètre, ils doivent faire attention pour ne pas accrocher les autres élèves. Demander aux élèves de tenir le mètre en position verticale pour éviter de blesser leurs camarades.

Machine de propulsion

Interdire aux élèves de lancer des projectiles en direction d'autres élèves ou des objets pouvant être brisés, comme les fenêtres. Inviter les élèves à s'installer à l'arrière de la classe parallèle aux fenêtres ou dans le corridor.

RÉALISATION

Durée : 1 ½ période (90 minutes)

Conception et fabrication de la machine de guerre à propulser avec contrepoids

Durant cette étape, l'enseignant supervise la classe, répond aux questions et aide les élèves au besoin.

Les élèves se rejoignent en équipe et procèdent à la fabrication de leur machine à projeter des objets. Ils apportent des ajustements ou des changements à leur machine s'ils rencontrent des problèmes durant la fabrication. Finalement, les élèves essaient leur machine à projeter des objets avec les trois projectiles obligatoires. Ils doivent mesurer chacune des trois lancers avec des données chiffrées (projectiles obligatoires : pièce de « Lego », morceau de gommette en boule et pompon). Ils notent les résultats, par exemple : la pièce de « Lego » a parcouru une distance de 30 cm.

INTÉGRATION

Durée : ½ période (30minutes)

Retour en grand groupe sur la fabrication de la machine à propulser à contrepoids

L'enseignant invite les équipes à présenter leur modèle de machine à contrepoids devant la classe. L'enseignant questionne les élèves sur les difficultés rencontrées durant la fabrication de la machine à propulser des objets. L'enseignant demande aux élèves ce qu'ils ont appris pendant cette expérience, et il leur demande si leur hypothèse a été confirmée ou si elle a été infirmée.

Les équipes présentent leur machine à propulser devant la classe et elles partagent leurs difficultés rencontrées durant la fabrication de la machine à propulser des objets. Les élèves expriment devant le groupe ce qu'ils ont appris au courant de cette expérience et ils partagent leurs résultats.

ÉVALUATION

Nom de l'élève :				
GRILLE DE CORRECTION DU CARNET SCIENTIFIQUE DE L'ÉLÈVE¹⁹ (troisième cycle)				
Critères d'appréciation	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Le carnet comporte un croquis individuel qui propose une solution réaliste à la problématique	Le croquis de l'élève ne propose pas de solution réaliste selon la problématique.	Le croquis de l'élève propose une solution peu réaliste selon la problématique.	Le croquis de l'élève propose une solution réaliste, mais peu fonctionnelle à partir de la problématique.	Le croquis de l'élève propose une solution réaliste et fonctionnelle à partir de la problématique.
Le système de levier est présent sur le croquis	Il n'y a pas de levier – Niveau 0		Il y a un levier – Niveau 2	
L'hypothèse de l'élève est présente et bien justifiée	L'élève ne justifie pas l'hypothèse.	L'élève justifie l'hypothèse de façon peu adéquate.	L'élève justifie l'hypothèse de façon adéquate, mais peu précise.	L'élève justifie l'hypothèse de façon adéquate et précise.
Le carnet comporte des traces des essais et des expériences faits par l'élève	L'élève ne prend pas de notes.	L'élève prend peu de notes.	L'élève prend des notes complètes.	L'élève prend des notes complètes et détaillées.
Modifications et ajustements (changements apportés au protocole)	Aucune modification n'est effectuée malgré la nécessité.	L'élève effectue des changements nécessaires et/ou il ne les inscrit pas dans son cahier de l'élève.	L'élève effectue quelques changements nécessaires et il les inscrit dans son cahier de l'élève.	L'élève effectue tous les changements nécessaires et il les inscrit dans son cahier de l'élève.
Respect des contraintes de transmission des résultats (distance parcourue par chaque objet en données chiffrées)	L'élève ne transmet aucune distance en données chiffrées.	L'élève transmet seulement une distance en données chiffrées.	L'élève transmet deux distances en données chiffrées.	L'élève transmet trois distances en données chiffrées.
Le carnet comporte les termes scientifiques appropriés.	L'élève n'utilise pas les termes scientifiques appropriés.	L'élève utilise de façon peu adéquate les termes scientifiques appropriés.	L'élève utilise bien les termes scientifiques appropriés.	L'élève utilise bien et de façon précise les termes scientifiques appropriés.
			Total des points	/20

¹⁹ Source : Enseigner les sciences et les technologies au préscolaire et au primaire par Thouin Ch.20, p.360, et document Rivière-Action par Véronique Massé p.35-36

RÉFÉRENCES

MANUEL

Thouin, M. (2009). *Enseigner les sciences et les technologies au préscolaire et au primaire*. Québec : Éditions MultiMondes.

SITES WEB

Alloprof. [s.d.]. *Les types de machines simples. Le levier*. [Page Web]. Récupéré le 14 mars de <http://www.alloprof.qc.ca/BV/Pages/s1427.aspx#levier>

Centre de développement pédagogique pour la formation générale en science et technologie. [s.d.]. *Les leviers – la théorie*. [Document PDF]. Récupéré le 14 mars de http://www2.cslaval.qc.ca/cdp/UserFiles/File/telechargement/leviers_lab0.pdf

Cybersavoir. Les TIC à la CSDM. [s.d.]. *Les leviers et les catapultes. Histoire et principes physiques*. [Document PDF]. Récupéré le 14 mars de <http://cybersavoir.csdm.qc.ca/rouetteg/files/2011/12/les-leviers-et-les-catapultes-partie-1.pdf>

Massé, V. (2014). *Rivière-ACTION. Situation d'apprentissage pour le primaire*. [Document PDF]. Récupéré le 14 mars de https://www.moodle2.uqam.ca/coursv3/pluginfile.php/1557138/mod_resource/content/2/1889-sae - riviere-action.pdf

Pupitre publicationweb. [s.d.]. *Les leviers – Cycle 3. Fiche du maître*. [Document PDF]. Récupéré le 14 mars de http://crdp-pupitre.ac-clermont.fr/upload/310_726_2014-03-28_17-25-43.pdf

Québec, Ministère de l'Éducation du Québec. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Version approuvée. Éducation préscolaire. Enseignement primaire*. Québec : Gouvernement du Québec. [Document PDF]. Récupéré le 14 mars de <http://www1.education.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/pdf/prform2001.pdf>

Wikipedia. (2017). *Archimède*. [Page Web]. Récupéré le 14 mars de <https://fr.wikipedia.org/wiki/Archim%C3%A8de>

Wikipedia. (2016). *Catapulte*. [Page Web]. Récupéré le 14 mars de <https://fr.wikipedia.org/wiki/Catapulte>

Wikipedia. (2017). *Contrepoids*. [Page Web]. Récupéré le 14 mars de <https://fr.wikipedia.org/wiki/Contrepoids>

Wikipedia. (2017). *Levier (mécanique)*. [Page Web]. Récupéré le 14 mars de [https://fr.wikipedia.org/wiki/Levier_\(m%C3%A9canique\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Levier_(m%C3%A9canique))

Wikipedia. (2017). *Trébuchet*. [Page Web]. Récupéré le 22 mars de <https://fr.wikipedia.org/wiki/Tr%C3%A9buchet>

<http://www.guichetdusavoir.org/viewtopic.php?t=14040>

VIDÉO

You Tube. (2013). *Une minute de science, s.v.p.! : Opération levier*. [Vidéo]. Récupéré le 14 mars de <https://www.youtube.com/watch?v=WlisOMXsEfA>

NOTES PERSONNELLES « POUR UNE PROCHAINE FOIS »

ANNEXES

ANNEXE 1 - CATAPULTE



Source image : <http://kingofwallpapers.com/catapult/img-001.php?pic=/catapult/catapult-001.jpg>

ANNEXE 2 - LES LEVIERS ET LES CATAPULTES – HISTOIRE ET PRINCIPES PHYSIQUES



Histoire des catapultes

L'ennemi attaque!

- Au Moyen Âge, la guerre était permanente. En effet, les conflits entre seigneurs rivaux étaient fréquents. En cas d'attaque, tout le monde se réfugiait au château. Cela faisait en sorte que les batailles étaient peu nombreuses. La principale stratégie militaire utilisée était plutôt le siège. Les assaillants encerclaient le château, empêchant quiconque d'y entrer ou d'en sortir. Ils souhaitaient ainsi affamer les assiégés afin de les faire céder.
- Si, au début, la guerre de siège était plutôt passive, les deux camps, afin d'accélérer le dénouement des conflits, ont peu à peu développé diverses stratégies:



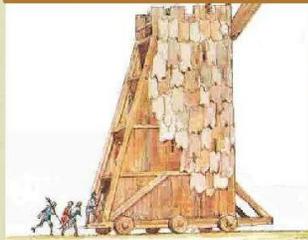
Les armes de siège

Les assaillants utilisaient de nombreuses armes afin de percer les défenses du château.

le bélier



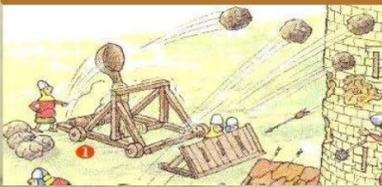
la tour de siège



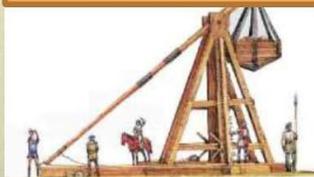
la baliste, une arbalète géante



la catapulte



le trébuchet

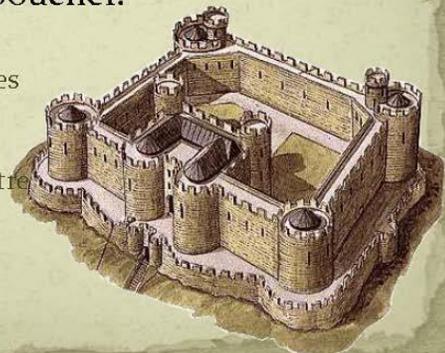


Clique ici pour voir certaines de ces armes de siège en action!

Les catapultes

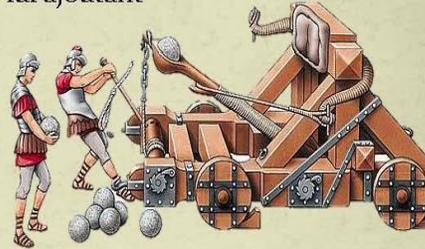
Parmi les armes de siège, la catapulte est sans doute la plus connue.

- Une catapulte est une machine de guerre utilisée pour lancer des projectiles sur de grandes distances ou au-dessus des fortifications.
- Le mot catapulte vient du grec « kata » qui signifie transpercer et « pelte » qui signifie bouclier.
- Avec les catapultes, on projetait:
 - des pierres afin de créer des brèches dans les fortifications;
 - des flèches incendiaires dans l'espoir de provoquer l'embrasement d'édifices de l'autre côté des murs;
 - des carcasses infectées d'animaux ou des ordures putréfiées afin d'initier la propagation de maladies.



Histoire des catapultes

- Les catapultes ont été principalement utilisées lors de l'Antiquité et du Moyen Âge.
- Ce sont les Grecs qui ont inventé la catapulte, IX siècles avant Jésus Christ.
- Les Romains ont perfectionné la catapulte en lui ajoutant des roues afin qu'elle soit mobile.
- Les catapultes ont progressivement été remplacées par les canons, au cours du XIVe siècle.



- La dernière utilisation militaire à grande échelle des catapultes remonte à la Première Guerre mondiale. Elles avaient alors été utilisées pour lancer des grenades dans les tranchées ennemies.

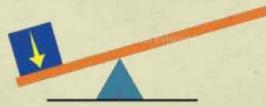
La science au service de la technologie militaire

Les catapultes et les autres armes de siège sont de fabuleux engins qui permettent à l'homme de décupler sa force. Créer et perfectionner de telles machines implique la maîtrise de plusieurs concepts scientifiques, le plus important étant les leviers.

Derrière ces avancées technologiques se cachent également de grands scientifiques. Ainsi, bien que la catapulte aie été inventée en -399, c'est Archimède, un savant grec, qui l'a transformé, environ un siècle plus tard, en véritable arme de guerre.

Archimède: un grand scientifique

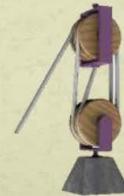
- Archimède est né en 287 avant Jésus Christ et est mort en 212 avant Jésus Christ.
- Il s'est illustré dans plusieurs domaines scientifiques:
 - mathématiques: étudie le cercle et le nombre π
 - physique: explique la flottabilité des corps
 - mécanique: étudie et explique le fonctionnement



des leviers



des poulies



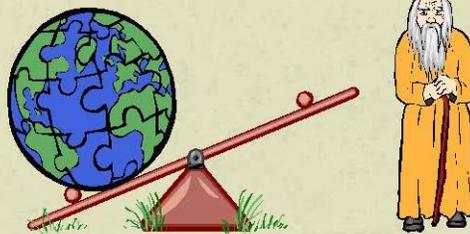
des palans



des engrenages

Archimède et les leviers

« Donnez moi un point d'appui et je soulèverai le monde! »



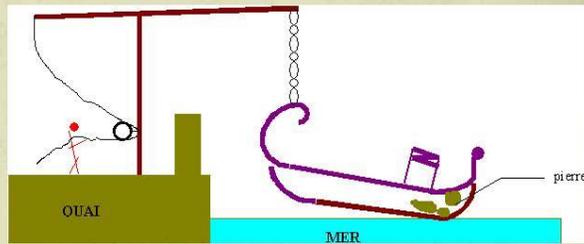
Dans son traité, *De l'équilibre des figures planes*, Archimède s'intéresse aux leviers et aux poulies. Il découvre, entre autres, qu'il y a 3 principaux types de leviers.

Les inventions d'Archimède

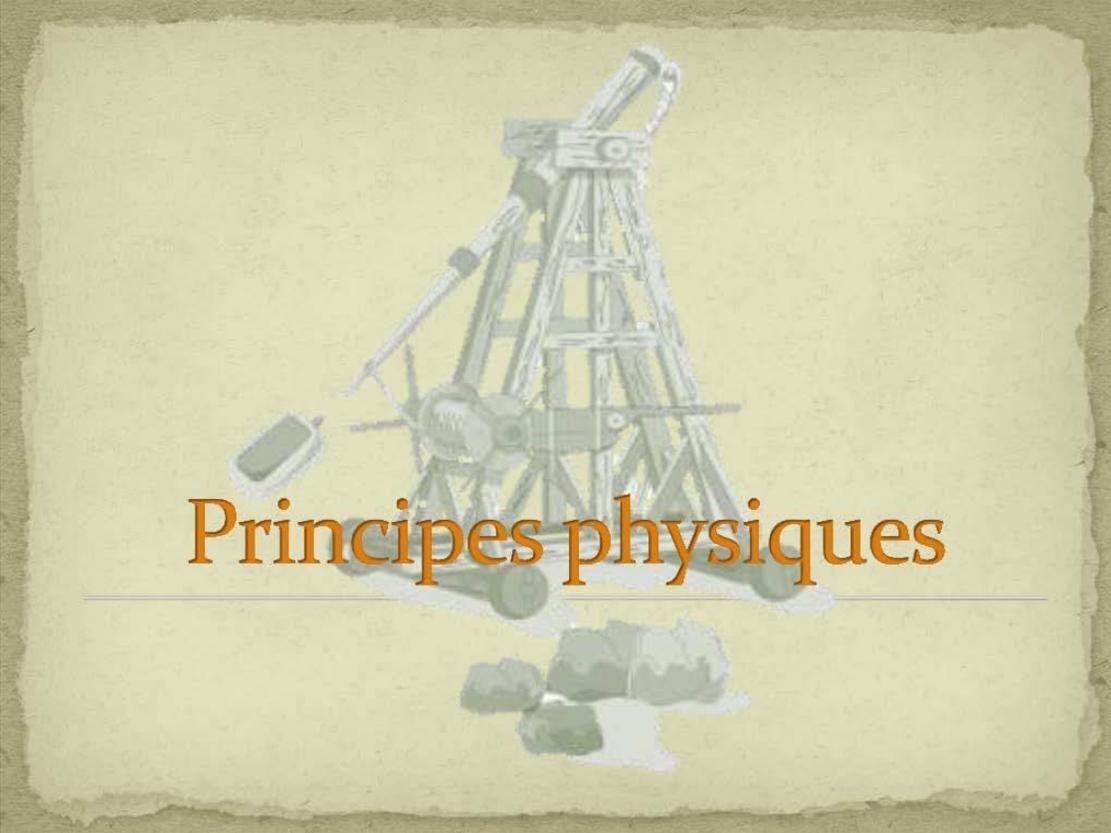
Archimède appliquera les principes découverts afin de concevoir des armes qui serviront à défendre sa ville natale, Syracuse, assiégée pendant 3 ans par les Romains.



Il perfectionne les catapultes.



Il invente la Griffe, une grue capable de soulever les navires romains hors de l'eau et de les renverser ou les faire chavirer.



Principes physiques

Forces et machines simples

- Tout ce qui se passe dans l'Univers est provoqué par des forces. Une force est une poussée ou une traction qui provoque le déplacement ou la rotation des objets. Il faut également une force pour mettre fin au déplacement ou à la rotation d'objets. On distingue donc:
 - les forces motrices: provoquent le mouvement
 - les forces résistantes: s'opposent au mouvement
- Ainsi, normalement, pour qu'un objet se déplace, il faut que la force motrice exercée soit plus grande que les forces résistantes. Toutefois, plusieurs machines simples facilitent la vie de l'homme, lui permettant de diminuer la force motrice qu'il doit fournir pour exécuter un travail.



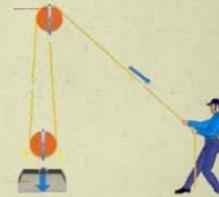
Grâce au **plan incliné**, il devient plus facile de déplacer ce réfrigérateur.



Grâce au **levier**, cet homme préhistorique est capable de soulever cette pierre.



Grâce à la **roue**, qui réduit le frottement, il est facile de déplacer ce panier.

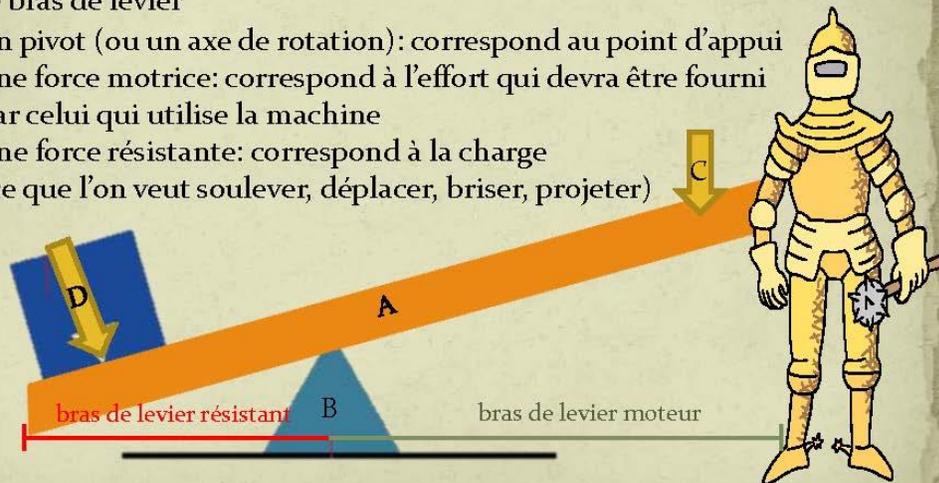


Grâce aux **poulies**, cet homme peut soulever une grande charge.

Les leviers: des machines simples efficaces

Les leviers sont des machines simples qui permettent de soulever, déplacer ou projeter plus efficacement une charge. Dans un levier, il y a quatre éléments importants:

- A. le bras de levier
- B. un pivot (ou un axe de rotation): correspond au point d'appui
- C. une force motrice: correspond à l'effort qui devra être fourni par celui qui utilise la machine
- D. une force résistante: correspond à la charge (ce que l'on veut soulever, déplacer, briser, projeter)



Les leviers: des variables importantes

Les leviers permettent d'amplifier soit la force, soit la vitesse. Toutefois, pour cela, ils doivent être bien construits. En effet, plusieurs variables ont un impact sur l'efficacité d'un levier.

Ainsi, lorsqu'on conçoit une machine qui comporte un levier, il faut songer à:

- ✓ la position du pivot;
- ✓ la longueur du bras de levier;
- ✓ la circonférence du pivot.

Si un levier est mal construit, son utilisateur dépensera inutilement son énergie. Il devra forcer autant ou plus que sans levier ou encore n'obtiendra pas le résultat souhaité.

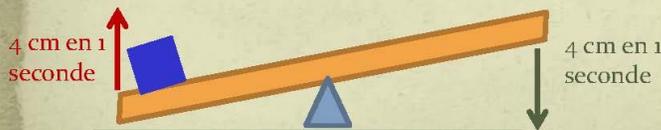


L'emplacement du pivot

Les leviers peuvent être utilisés pour soulever une charge ou encore pour la projeter. Pour qu'un levier projette efficacement une charge, il doit amplifier la vitesse. Pour cela, l'emplacement du pivot est une variable importante.

Pivot est au centre:

distance parcourue par le bras moteur =
distance parcourue par le bras résistant



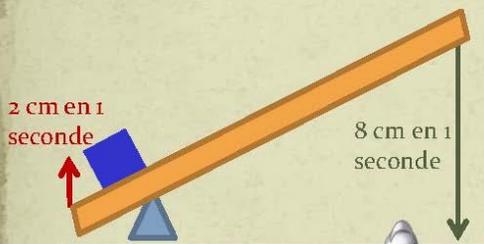
Cela n'est pas très efficace. La vitesse transmise au bras de levier résistant est la même que celle appliquée sur le bras moteur. Donc, il n'y a pas de gain, l'efficacité de la machine simple est nulle.



L'emplacement du pivot (suite)

Pivot est près de la charge:

distance parcourue par le bras moteur
est supérieure à la distance
parcourue par le bras résistant



Cela n'est pas efficace. La vitesse transmise au bras de levier résistant est inférieure à celle fournie par le bras moteur.



Pivot est loin de la charge:

distance parcourue par le bras moteur
est inférieure à la distance parcourue
par le bras résistant

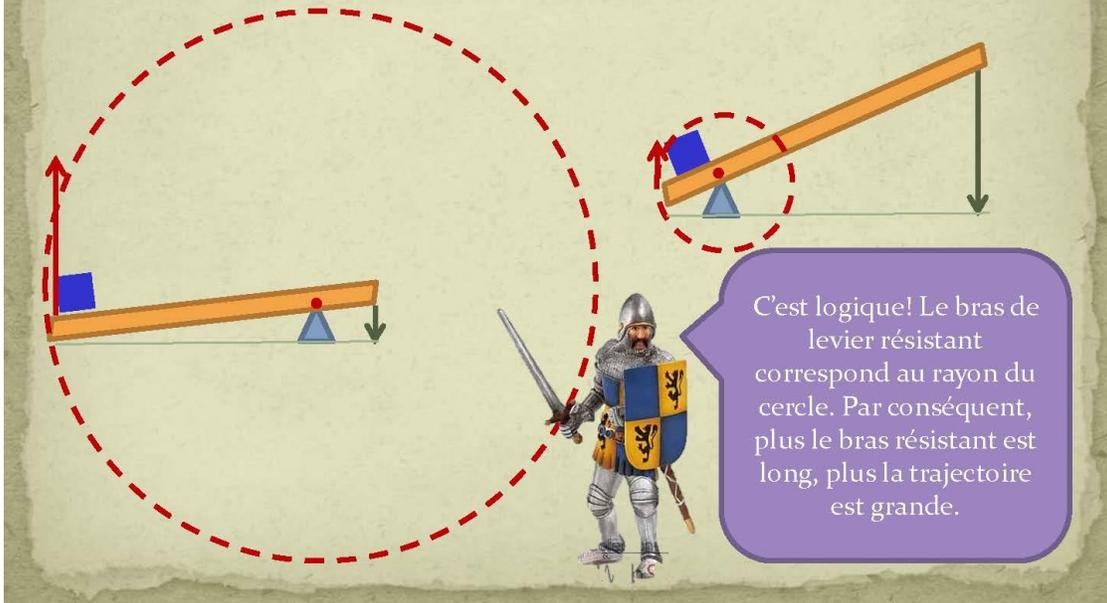


Cela est très efficace. Une grande vitesse est transmise au bras de levier résistant, donc à la charge.



L'emplacement du pivot (suite)

Observer la trajectoire d'une charge dans divers cas permet de confirmer que la position optimale du pivot est loin de la charge.



Source : <http://cybersavoir.csdm.qc.ca/rouetteg/files/2011/12/les-leviers-et-les-catapultes-partie-1.pdf>

ANNEXE 3 – FICHE : DIFFÉRENTS TYPES DE LEVIERS

Les différents types de leviers - Fiche de l'élève

Sur les images des objets de la vie quotidienne :

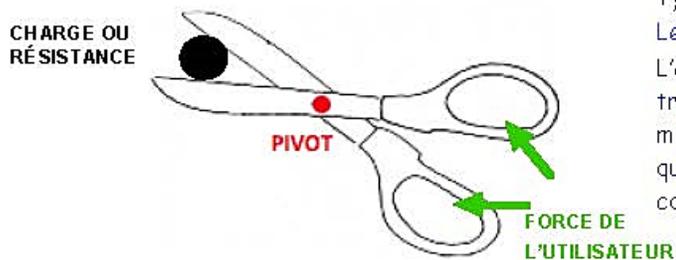
- Identifier le pivot en rouge.
- Identifier l'endroit où l'utilisation va exercer une force par une ou des flèches vertes.
- Identifier l'endroit où se trouve la charge ou la résistance par un point noir

À droite de l'objet :

- Indique le type de levier
- Explique en quelques mots ce que le levier permet d'accomplir.

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

Exemple : les ciseaux



Type :

Levier inter-appui

L'effet de levier permet de transmettre le mouvement de la main aux lames afin de couper quelque chose (les ciseaux constituent un double levier).

La brouette



Type :

L'effet de levier permet de

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

La pince à épiler



Type :

L'effet de levier permet de

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

Le marteau, arracher des clous



Type :

L'effet de levier permet de

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

Le casse-noix



Type :

L'effet de levier permet de

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

La balance romaine



Type :

L'effet de levier permet de

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

La râpe à fromage



Type :

L'effet de levier permet de

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

Les tenailles



Type :

L'effet de levier permet de

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

Les différents types de leviers - **Corrigé**

Sur les images des objets de la vie quotidienne :

- Identifier le pivot en rouge.
- Identifier l'endroit où l'utilisation va exercer une force par une ou des flèches vertes.
- Identifier l'endroit où se trouve la charge ou la résistance par un point noir

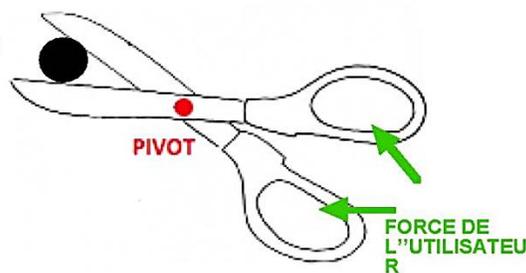
À droite de l'objet :

- Indique le type de levier
- Explique en quelques mots ce que le levier permet d'accomplir.

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

Exemple : les ciseaux

CHARGE OU
RÉSISTANCE



Type :

Levier inter-appui

L'effet de levier permet de transmettre le mouvement de la main aux lames afin de couper quelque chose (les ciseaux constituent un double levier).

La brouette



Type :

Levier inter-résistant

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

La pince à épiler

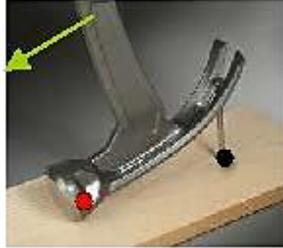


Type :

Levier inter-moteur

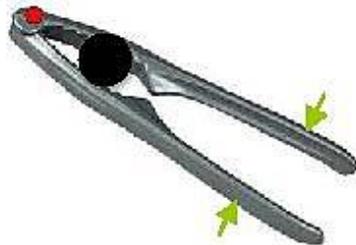
L'effet de levier permet de saisir à distance avec précision un petit objet.

Le marteau, arracher des clous



Type :
Lever inter-appui
L'effet de levier permet de réduire l'effort à fournir pour arracher des clous.

Le casse-noix



Type :
Lever inter-résistant
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 balance romaine



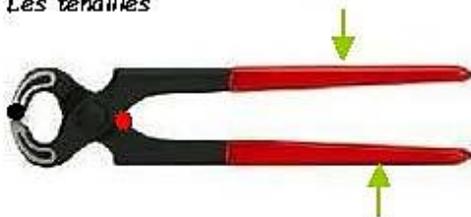
Type :
Lever inter-appui
L'effet de levier permet d'obtenir un équilibre avec un pivot central.

La râpe à fromage



Type :
Lever inter-moteur
L'effet de levier permet de saisir à distance pour ne pas se râper les doigts.

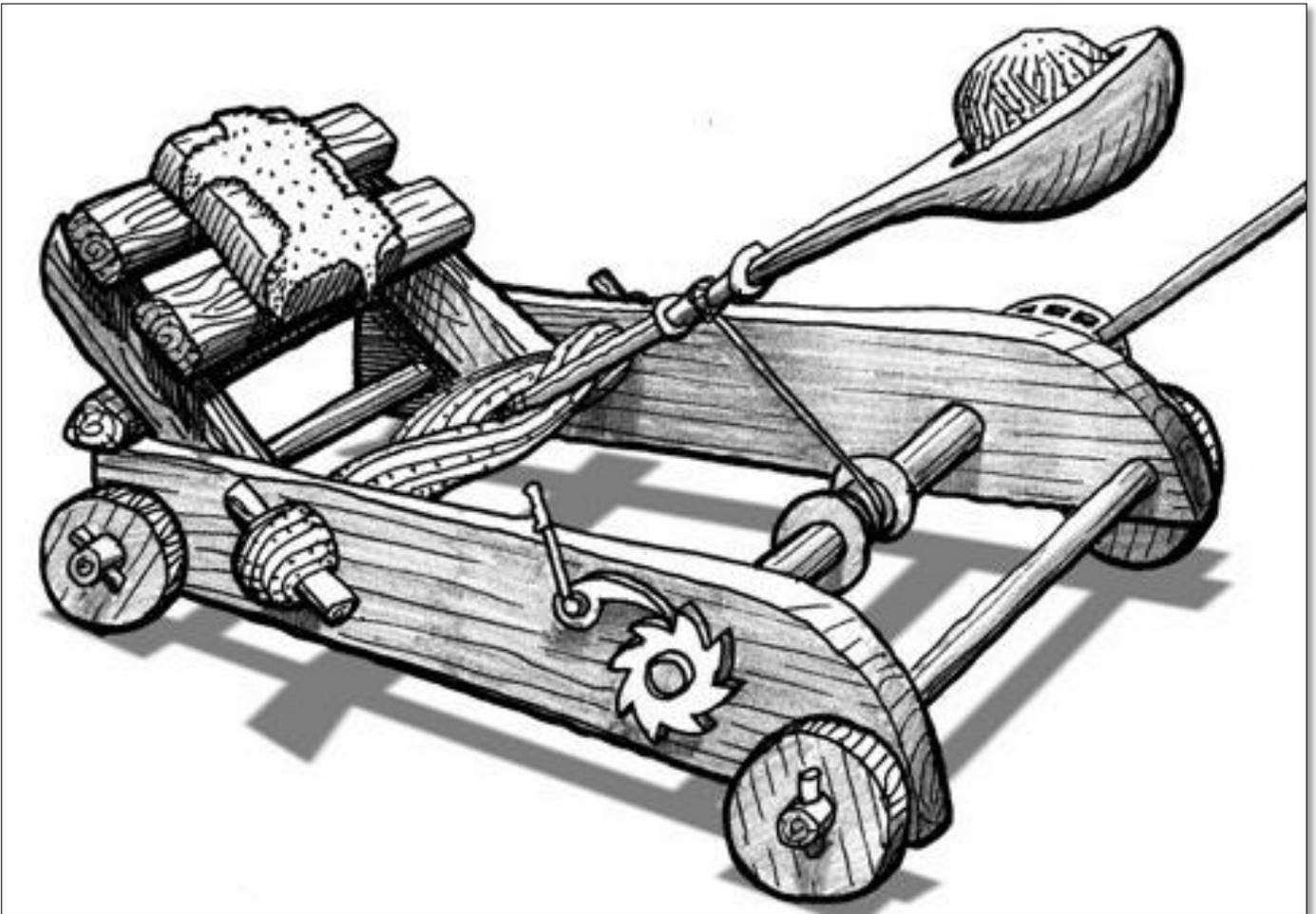
Les tenailles



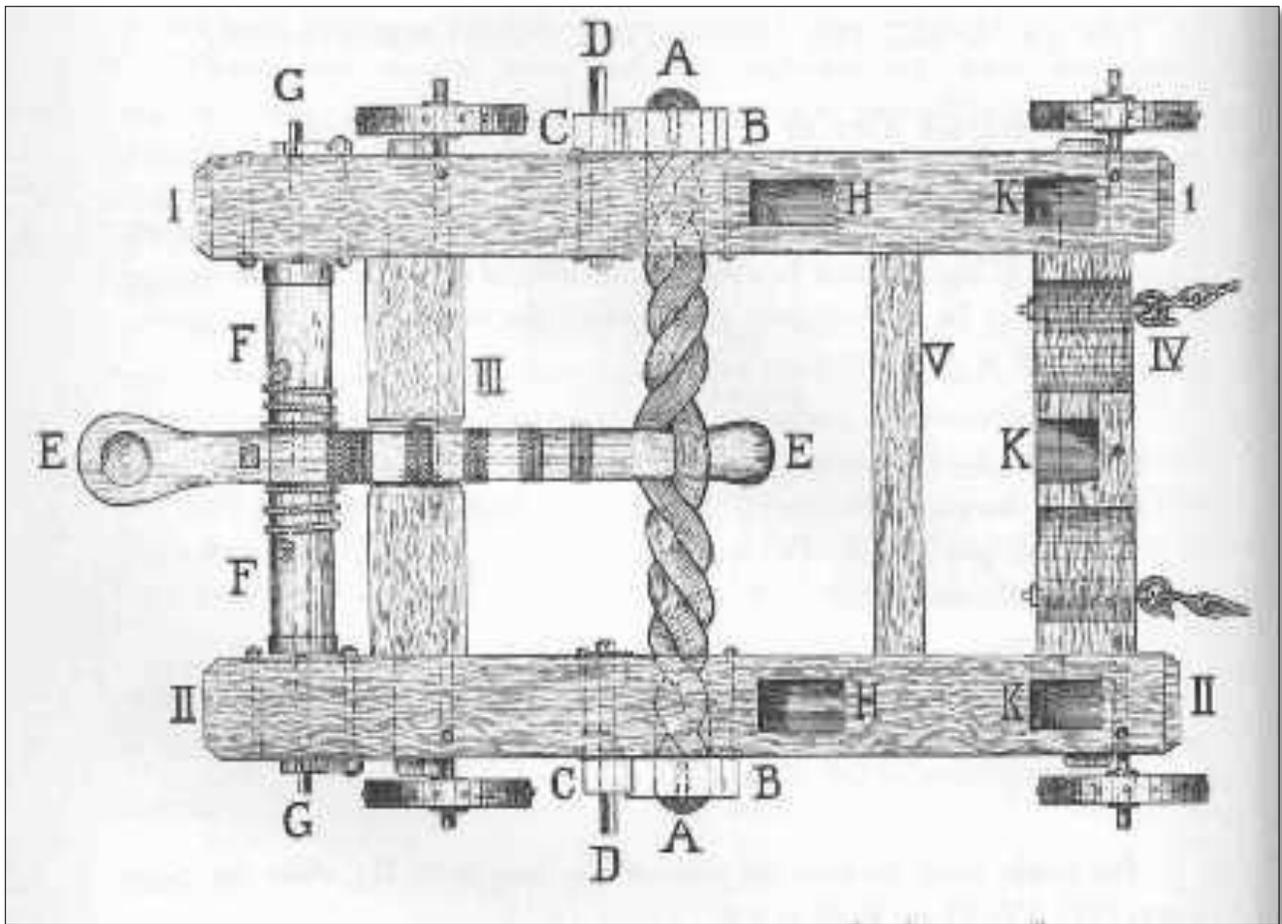
Type :
Lever inter-appui
L'effet de levier permet de réduire l'effort à fournir.

ANNEXE 4 – TYPES DE CATAPULTE

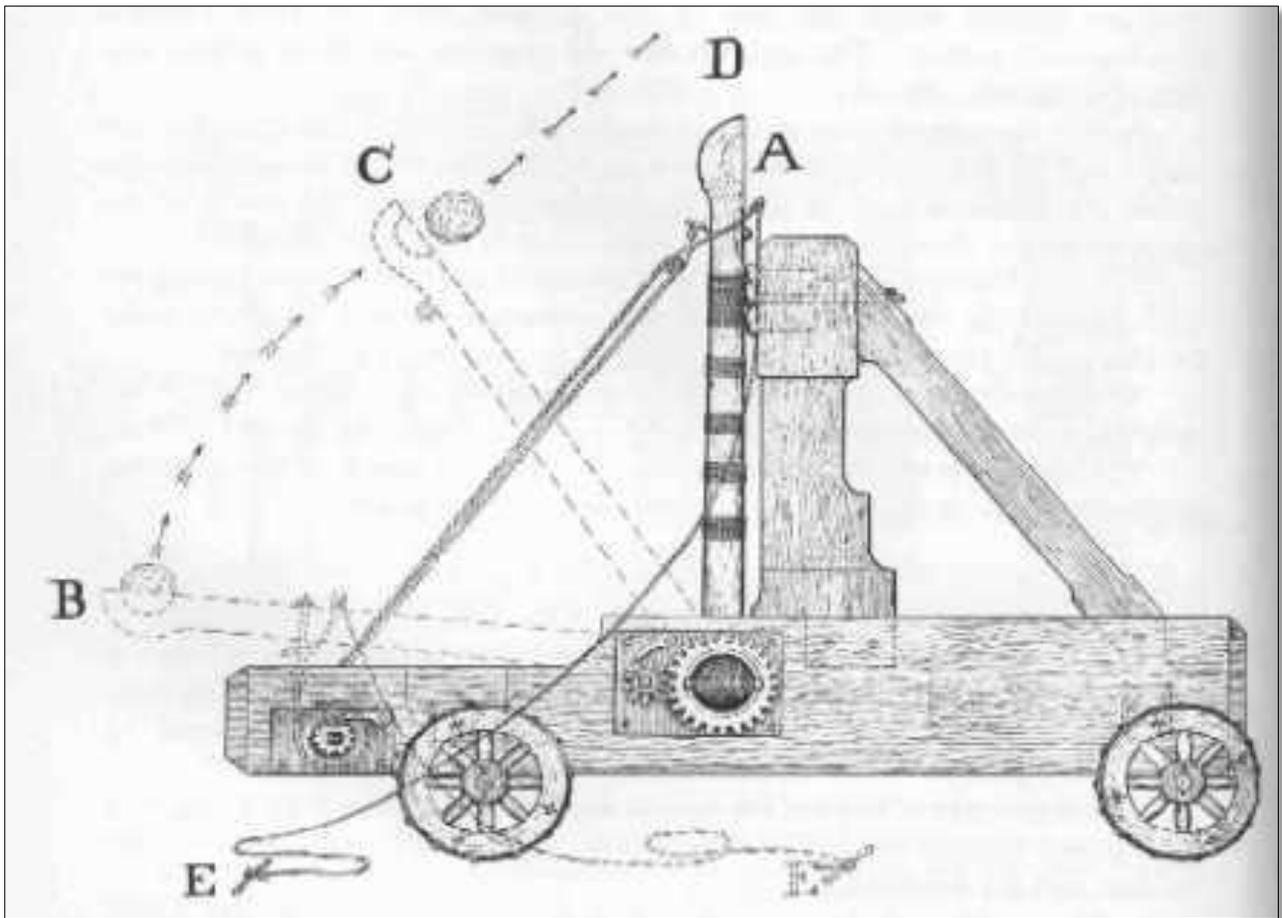
Mécanisme de torsion



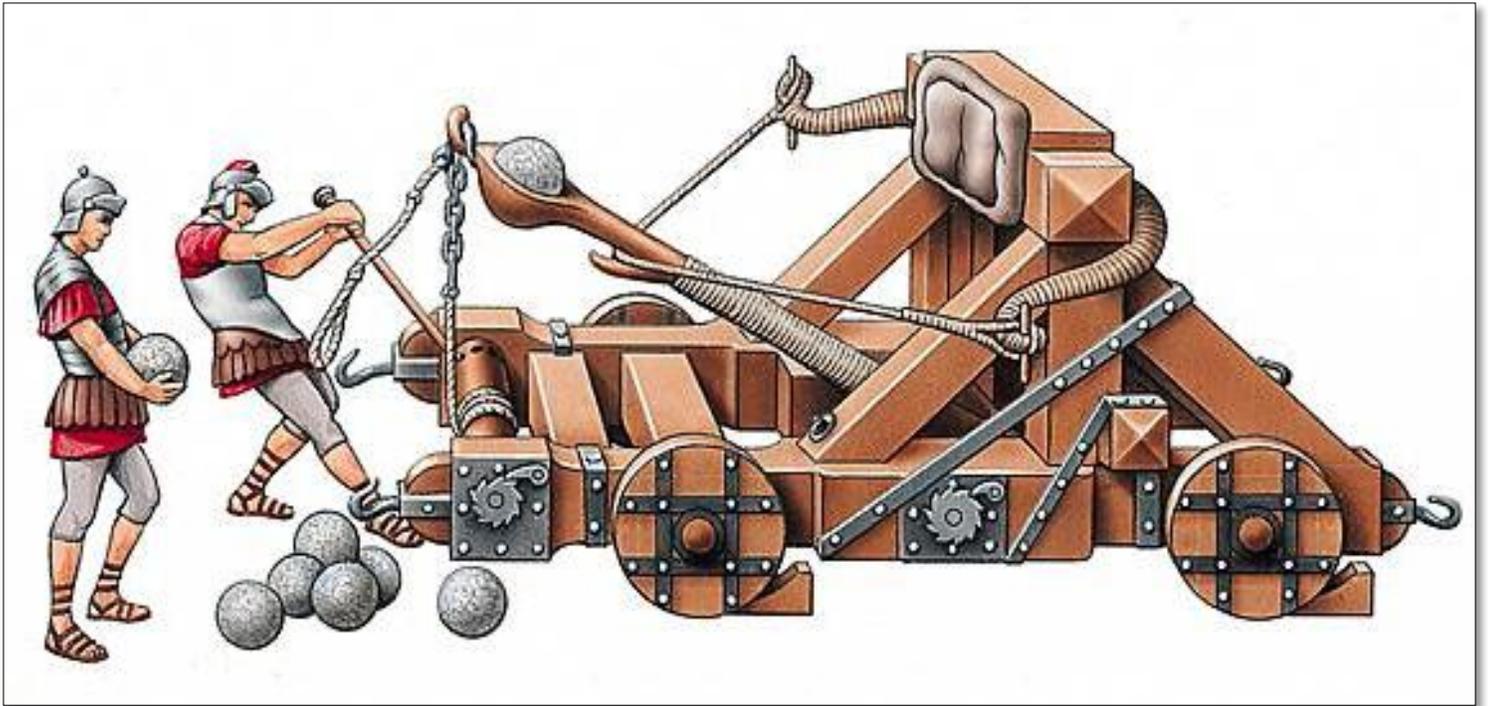
Source image : <http://www.reicluos.com/pidapi-v6-la-cuvee-des-grenouilles-2012/>



Source image : <http://www.trollcalibur.com/node/1212>

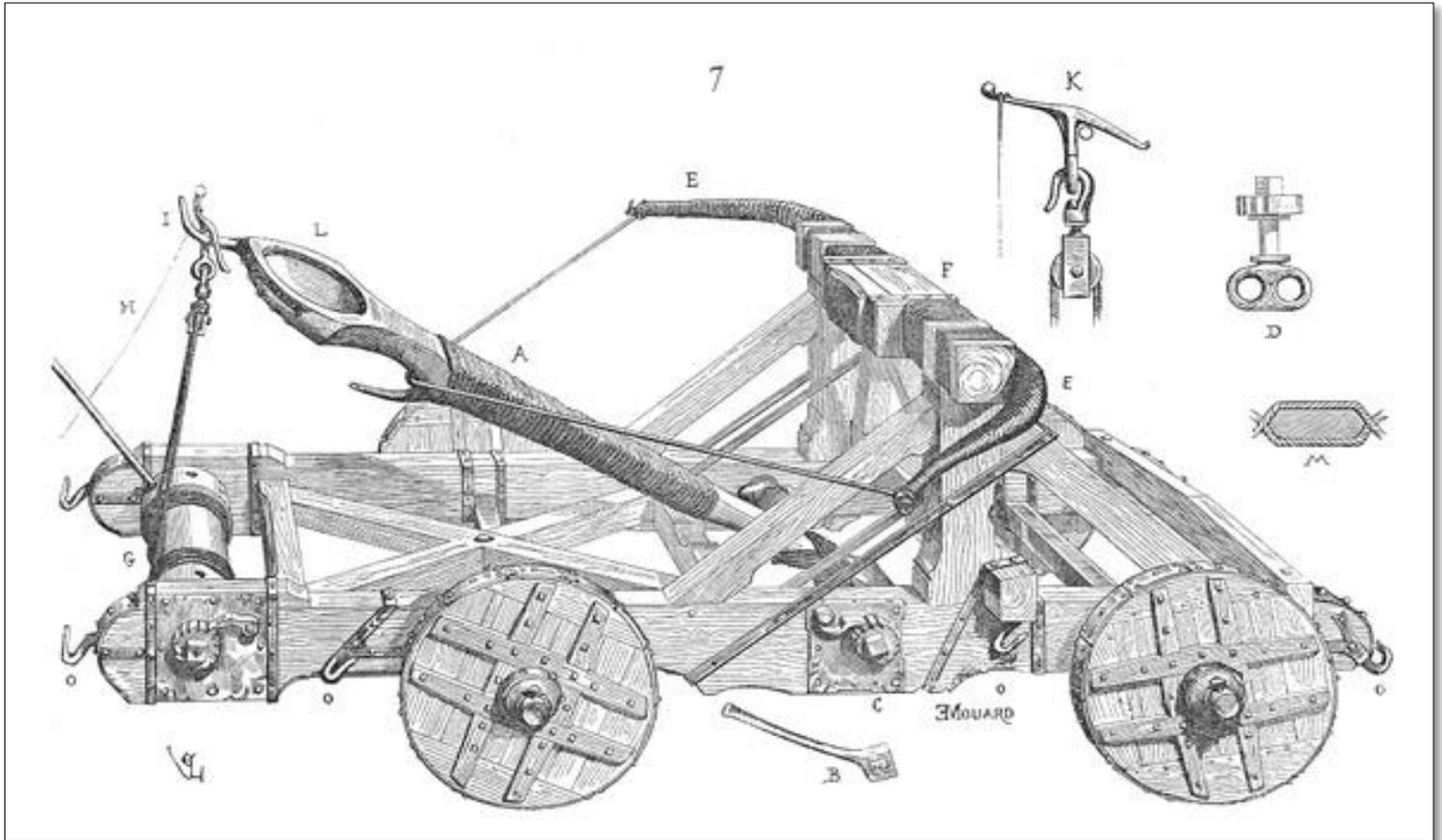


Mécanisme à arc



Source image : http://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Catapulte_romaine/1000912

Source image : <http://theswedishparrot.com/mots-d%E2%80%99un-vocabulaire-oublie-iv/>



ANNEXE 5 – CAHIER DE L'ÉLÈVE

CAHIER DE L'ÉLÈVE

NOM : _____



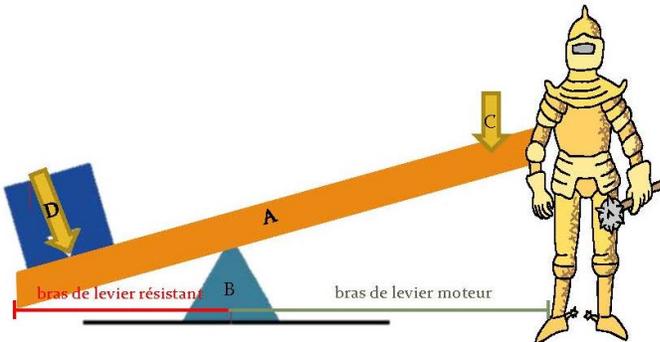
NOM DE L'ÉQUIPE : _____

MEMBRES DE L'ÉQUIPE : _____

CE QUE JE SAIS

Le levier est une machine simple qui permet de soulever, déplacer ou projeter plus efficacement une charge. Il est composé de quatre éléments importants :

- A. Le bras de levier
- B. Le pivot ou point d'appui
- C. La force motrice (l'effort fourni par celui qui utilise la machine)
- D. La force résistante – la charge



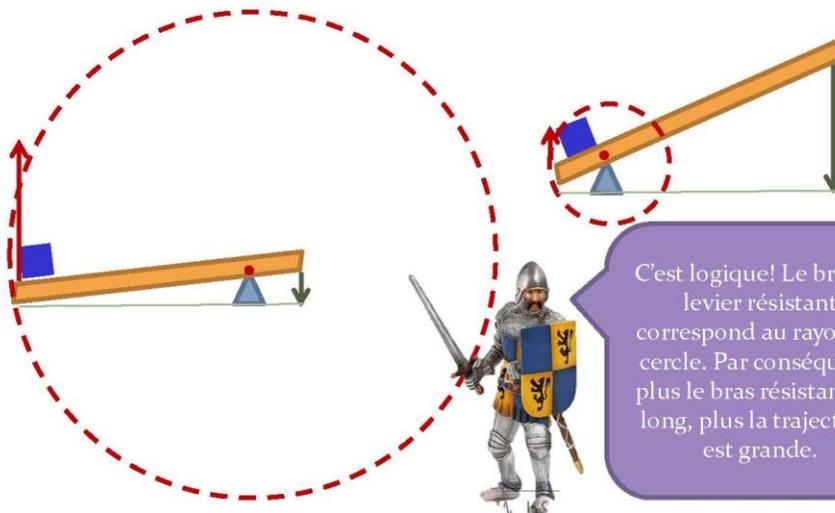
Certaines variables rendent le levier plus efficace. Lorsque je conçois une machine qui comporte un levier, je dois penser à différents aspects :

- La position du pivot
- La longueur du bras de levier
- La circonférence du pivot

Si un levier est mal construit, son utilisateur dépensera inutilement son énergie. Il devra forcer autant ou plus que sans levier ou encore n'obtiendra pas le résultat souhaité.



Pour que mon levier projette efficacement une charge, il doit amplifier la vitesse. C'est pour cela que le PIVOT est une variable importante.



C'est logique! Le bras de levier résistant correspond au rayon du cercle. Par conséquent, plus le bras résistant est long, plus la trajectoire est grande.

COMMENT CONCEVOIR UNE CATAPULTE QUI LANCE DES PROJECTILES LE PLUS LOIN POSSIBLE?

CONSIGNES

Tu devras avec tes coéquipiers construire une machine qui lance des projectiles en t'inspirant des catapultes. Tu pourras utiliser n'importe quel matériel mis à ta disposition, sers-toi de ton imagination et de ta créativité. Tu disposeras de trois projectiles obligatoires sur lesquels tu devras formuler une hypothèse justifiée sur la distance parcourue par les objets. Lors de la formulation de ton hypothèse, tu devras déterminer lequel des trois objets se rendra le plus loin, lequel se rendra le moins loin et celui qui se rendra à mi-longueur. À la suite de chaque lancer, tu devras prendre la mesure en donnée chiffrée de la distance parcourue de chaque objet.

La machine à propulsion devra :

- Comprendre un système de levier
- Projeter des objets le plus loin possible

Trois projectiles obligatoires :

- Une pièce de « Lego »
- Un morceau de gommette roulé en boule
- Un pompon

Question : Lequel des trois projectiles se rendra le plus loin, le moins loin et à mi- distance?

À la fin de l'expérimentation, on fera **un concours** qui consistera à lancer un même objet le plus loin possible avec la catapulte que tu auras construite avec tes coéquipiers. L'équipe qui propulsera son objet le plus loin sera l'équipe gagnante!



INDIVIDUEL

Problème posé :

Croquis 1 :



Question : Lequel des trois projectiles se rendra le plus loin, le moins loin et à mi- distance?

Hypothèse sur les distances parcourues par chacun des projectiles

(la plus longue distance, la plus courte distance et à la mi-distance) :



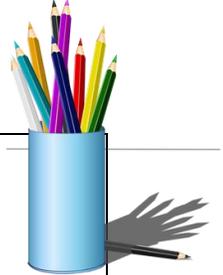
Je pense que...

Je le pense parce que...

EN ÉQUIPE

Mettre en commun les plans de catapulte de chacun des membres de l'équipe. Élaboration d'un nouveau plan final pour construire la catapulte. Identifier les parties de ta machine à propulser.

Croquis 2 :



Protocole de l'expérimentation :

Les matériaux que je prévois utiliser :



Les étapes de mon expérience :



Changements apportés à mon protocole initial pendant mon expérience :

Problèmes rencontrés	Solutions ou changements apportés

Présenter les résultats de l'expérimentation de la catapulte en données chiffrées.

Retour sur mon hypothèse

Au départ, je pensais que...



Cette expérience a démontré que...

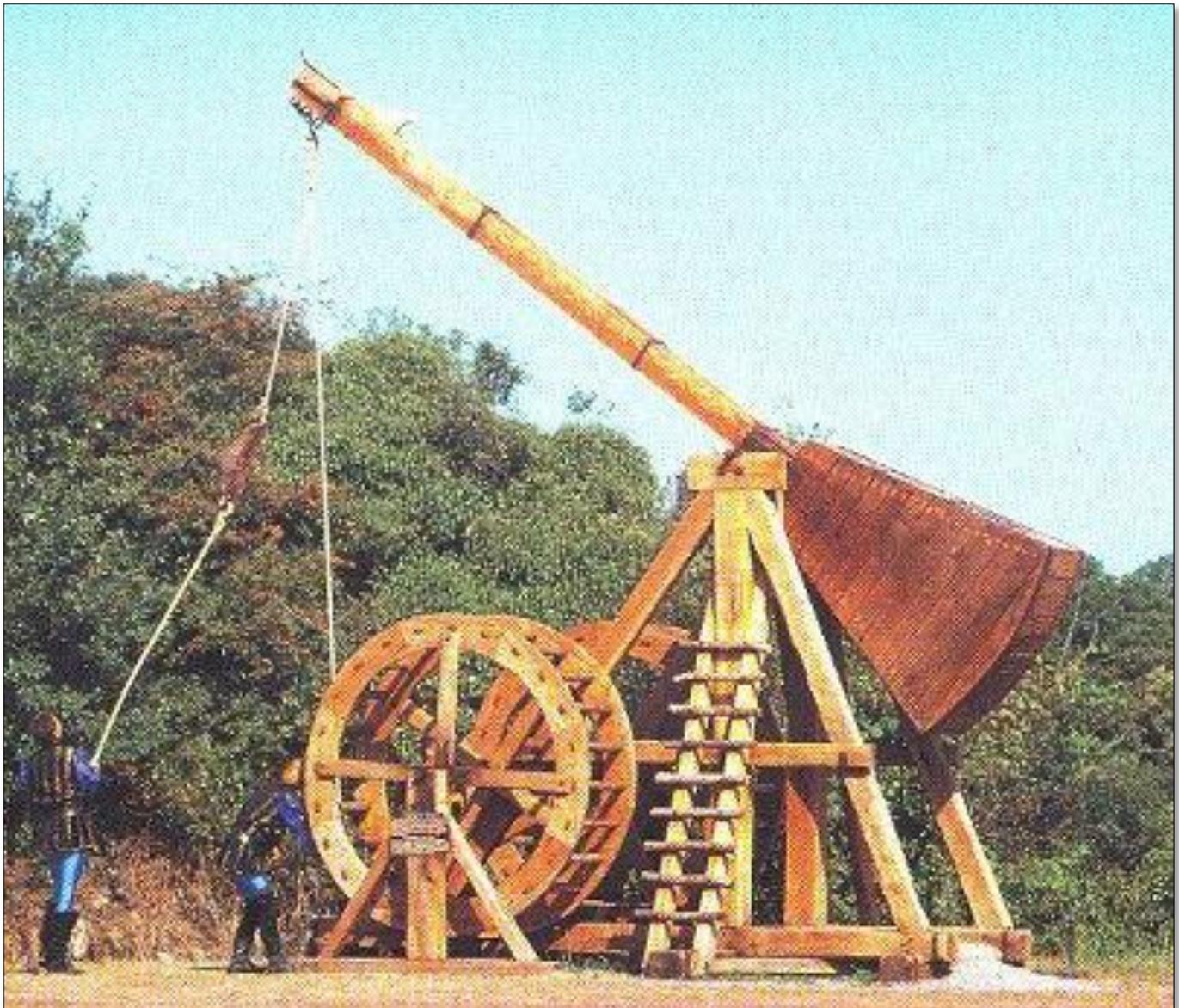
Pendant cette expérience, j'ai aussi appris que...

Nouvelles questions que je me pose :



ANNEXE 6 – TYPES DE MACHINES DE GUERRE À CONTREPOIDS

Le mangonneau



Source image : <http://medieval.mrugala.net/Armes%20de%20siege>

Le couillard



Source image : <http://medieval.mrugala.net/Armes%20de%20siege>

Le trébuchet



Source image : <http://medieval.mrugala.net/Armes%20de%20siege>