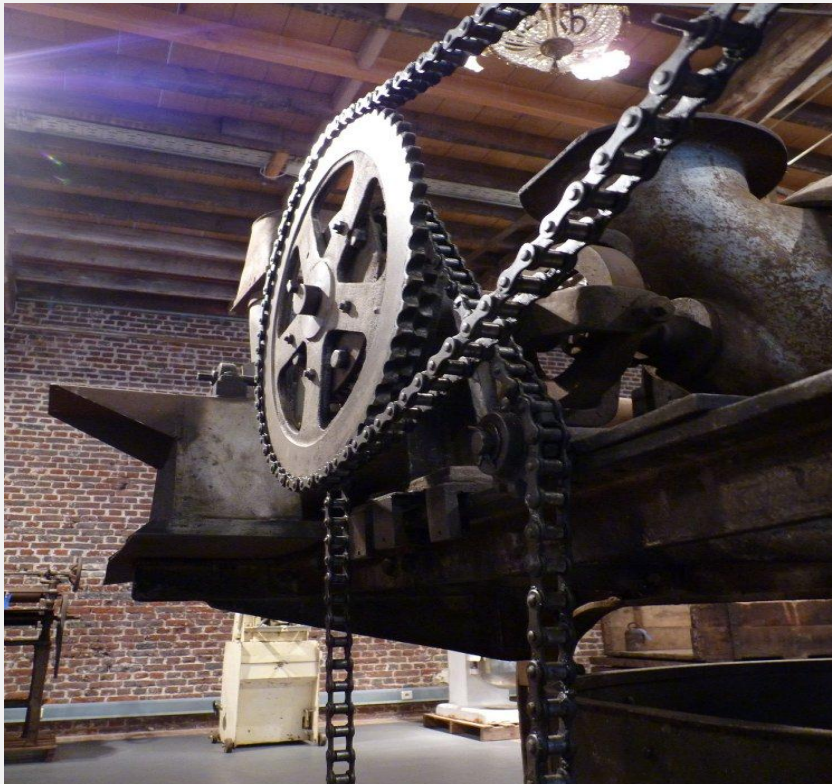


Dossier pédagogique



©La Fonderie

A FOND LES MANIVELLES!
LA TRANSMISSION DU MOUVEMENT
DANS TOUS SES MÉCANISMES

INTRODUCTION

Le CNHS est une asbl fondée en 1958 ayant pour objectifs la promotion et la diffusion de l'histoire des sciences en Belgique. Dans le cadre scolaire, nous organisons des activités éducatives autour de thèmes précis alliant histoire et sciences.

En collaboration avec le Musée de La Fonderie, nous organisons une animation autour de la collection des machines industrielles. Le présent dossier développe un des aspects de cette visite : les mécanismes et la transmission du mouvement. Ce dossier devrait permettre aux enseignants de préparer la visite et de prolonger l'animation en classe.

Les objectifs de la visite :

- Découvrir, à partir d'objets familiers, les mouvements de rotation et de translation
- Distinguer, dans un objet technique, les mouvements d'entrée et de sortie (rotation ou translation)
- Découvrir des mécanismes de transmission et de transformation du mouvement et comprendre l'intérêt de transformer les mouvements selon l'usage qui en est fait
- Apprendre à observer et à exprimer le résultat de ses observations
- Maîtriser un vocabulaire technique et précis
- Stimuler la créativité durant les ateliers
- Sensibiliser à l'histoire des sciences et des techniques dans un contexte industriel

Public ciblé par la visite et liens avec le programme

Nous ciblons comme public scolaire, les élèves des trois dernières années du primaire. Cette animation trouve des liens avec le programme scolaire aussi bien en sciences, qu'en mathématiques, en éducation par la technologie qu'en histoire.

Exemples:

Sciences: découvrir une loi, un phénomène, à l'aide d'une expérience

Mathématiques: notion de proportionnalité

Éducation par la technologie: structures et mécanismes: "Formaliser et expliquer les interactions de différents éléments d'un objet mécanique".

Histoire:

- Exploiter des sources historiques
- Découvrir le mode de vie des gens à une époque déterminée
- Appréhender les grandes découvertes
- Comprendre les liens entre les progrès techniques et leurs conséquences sociales

Réservations

Les visites et animations ont lieu du lundi au vendredi à la Fonderie, Rue Ransfort à 1080 Bruxelles sur rendez-vous. Pour tout renseignement, n'hésitez pas à contacter Yannik van Praag, responsable du service éducatif (+ 32 (0)2/410.99.50) ou à envoyer un mail à l'adresse suivante parcours.lafonderie@skynet.be



SOMMAIRE

1. UNE HISTOIRE DES MECANISMES.....	4
A. Présentation	4
B. Exploration de la langue.....	4
C. Définitions	4
D. Les différents mouvements.....	5
E. Distinction entre transmission et transformation du mouvement.....	5
F. Les mécanismes de transmission du mouvement.....	6
1. Les engrenages	6
2. Poulies et courroies	9
3. Chaîne et roues dentées.....	11
G. Les mécanismes de transformation du mouvement.....	12
1. La vis	12
2. La bielle manivelle	12
3. L'arbre à cames.....	14
H. Références web et bibliographique	16
Liens internet	16
Bibliographie	16
2. DEROULEMENT DE LA VISITE.....	17
1. Accueil.....	17
2. Approche des mécanismes.....	17
3. Présentation de chaque mécanisme.....	17
4. Jeu photos sur les mécanismes présents à la Fonderie	17
5. Détails sur les engrenages.....	17
6. Récapitulatif	18
3. ACTIVITES.....	19

1. UNE HISTOIRE DES MECANISMES

A. *Présentation*

La plupart des machines et petits appareils qui nous entourent fonctionnent grâce à des mécanismes. Qu'ils transmettent un mouvement ou qu'ils le transforment, sans eux la plupart des machines ne seraient d'aucune utilité malgré toute l'énergie que l'on pourrait déployer. Mais comment fonctionnent-ils et à quoi servent-ils exactement?

Engrenage, bielle-manivelle, pignon-crémaillère, poulie et courroie, chaîne et roue dentée: à l'issue de votre visite au Musée de la Fonderie, tous ces mécanismes de transmission et de transformation du mouvement n'auront plus de secret pour vous.

A travers des activités ludiques et interactives qui retraceront leur histoire, cette animation captivera aussi bien les élèves que les professeurs.

Le dossier que nous vous proposons vous permettra de préparer votre visite.

Les mécanismes les plus connus y sont présentés à travers leur histoire de l'Antiquité à nos jours.

Des activités pédagogiques pour poursuivre l'apprentissage en classe sont proposées en annexe.

B. *Exploration de la langue*

Vocabulaire utile

Arbre à cames : arbre possédant un ensemble de cames.

Axe: Tige autour de laquelle tourne la roue.

Bielle: Tige rigide articulée à ses extrémités, qui sert à transmettre le mouvement entre deux pièces mobiles ou à transformer un mouvement alternatif en mouvement circulaire.

Came: pièce destinée à transformer un mouvement circulaire en un mouvement de translation.

Cheval-vapeur : Le cheval-vapeur est une unité de puissance ne faisant pas partie du Système international d'unités, qui exprime une équivalence entre la puissance fournie par un cheval tirant une charge et celle fournie par une machine de propulsion à vapeur.

Couronne: Dans un engrenage, la couronne est la plus grande des roues dentées.

Courroie: Bande de matière souple utilisée pour transmettre un mouvement.

Crémaillère: Tige ou barre garnie de crans ou de dents.

Foulon : Bâtiment (le plus souvent un moulin à eau) où l'on battait les draps pour les assouplir et les dégraisser. Le principe de fonctionnement est un arbre entraîné par une roue hydraulique qui tourne devant une batterie de maillets, placés en position de bascule au-dessus des cuves à drap ou autre textile ainsi que pour le tannage des peaux. Ce terme est également utilisé pour désigner l'ouvrier qui effectue le foulage.

Pignon: Roue dentée. Lorsqu'il y a plusieurs roues dentées comme dans les engrenages, il s'agit alors de la plus petite roue dentée.

Poulie: Roue tournant autour d'un axe et dont la jante porte une courroie ou un câble servant à soulever des charges.

Vilebrequin: Manivelle du système bielle-manivelle.

C. *Définitions*

Une machine est un ensemble de mécanismes qui, disposés d'une certaine manière, permet de réaliser un travail.

Le mécanisme est l'ensemble des pièces mécaniques mises en mouvement en vue d'assurer le fonctionnement de la machine. Il permet de transmettre et de transformer le mouvement au sein de celle-ci. Pour fonctionner, la machine a besoin d'énergie qui peut provenir de différentes sources: musculaire, solaire, éolienne, hydraulique, thermique et nucléaire.¹

Sans les mécanismes de transmission et de transformation du mouvement, l'énergie fournie ne pourrait pas être exploitée pour actionner la machine.

¹ Pour de plus amples informations sur l'énergie et ses sources, vous pouvez consulter le dossier pédagogique « L'énergie : de la sueur à la vapeur ».

D. Les différents mouvements

Les objets qui nous entourent peuvent décrire différents mouvements. Au sein d'un mécanisme, les différentes pièces décrivent des mouvements similaires.

On parle de **mouvement de translation** si tous les points de l'objet en mouvement décrivent des trajectoires parallèles. On a des mouvements de translation verticaux et horizontaux.

On parle de **mouvement de rotation** si l'objet décrit une trajectoire circulaire autour d'un point ou d'un axe fixe.

On dit que le mouvement est **continu** quand il va toujours dans le même sens ou **alternatif** si il change périodiquement de sens.

E. Distinction entre transmission et transformation du mouvement

On parle de mécanisme de transmission du mouvement, lorsque le mécanisme sert à transmettre le mouvement du point d'entrée² au point de sortie sans modifier la nature (rotation ou translation) du mouvement.

Les mécanismes de transmission peuvent changer la vitesse ou le sens de mouvement mais ne le modifient pas. Par exemple, sur un vélo, le mouvement de rotation des pédales est transmis à la chaîne qui entraîne la roue arrière.

Lorsqu'un mécanisme transforme la nature du mouvement entre le point d'entrée et le point de sortie, on parle de mécanisme de transformation du mouvement. Par exemple, une bielle-manivelle transforme un mouvement de translation en un mouvement de rotation.

² Le point d'entrée correspond à l'endroit du mécanisme où le mouvement initial est produit. Par exemple, pour le vélo, il s'agit de la pédale. Le point de sortie correspond à l'endroit du mécanisme où se produit le mouvement final. Pour le vélo, il s'agit du pignon au niveau de la roue arrière.

F. Les mécanismes de transmission du mouvement

Dans cette section, nous allons aborder différents mécanismes de transmission du mouvement. Nous présentons ici les plus courants mais cette liste n'est pas exhaustive.

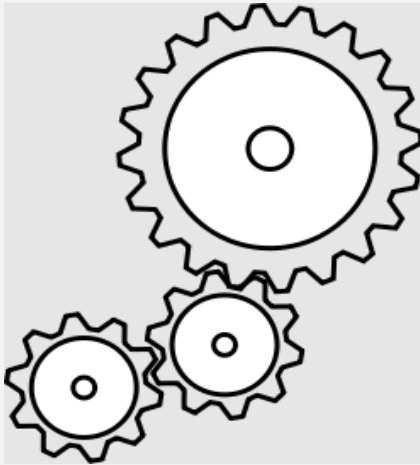
1. Les engrenages

Qu'est-ce que c'est?

Il s'agit d'un dispositif composé de deux ou plusieurs roues dentées tournant autour d'axes fixes.

Ils servent à transmettre le mouvement d'un axe à l'autre au moyen des dents venant au contact l'une après l'autre.

Dans l'engrenage, la roue motrice transmet le mouvement et la roue menée le subit.



On distingue aussi la **roue d'entrée** et la **roue de sortie**. Dans le cas où il y a plus de deux engrenages, la roue d'entrée est la première et la roue de sortie la dernière.

Les roues en contact n'ont pas toujours le même nombre de dents. On appelle la plus petite roue le pignon.

Quand ont-ils été inventés?

Les premiers engrenages sont apparus dans le monde grec à l'époque hellénistique (-323 jusqu'au 1er siècle av J.C.). Archimède de Syracuse (287-212 av J.C.) passe pour les avoir inventés.

Dans le monde romain, les engrenages sont utilisés dans les moulins à eau dès le premier siècle.

Le plus vieux mécanisme à engrenages connu actuellement est le mécanisme d'Anticythère (île grecque) datant du premier siècle av J.C.

Il était composé d'au minimum une trentaine d'engrenages en bronze. Ce mécanisme qui était mis en mouvement par une manivelle servait à calculer les mouvements solaire et lunaire avec précision et permettait de prédire les éclipses.

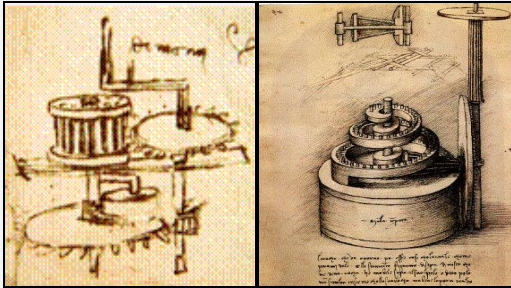


Le fragment principal de la machine d'Anticythère
Musée national archéologique d'Athènes

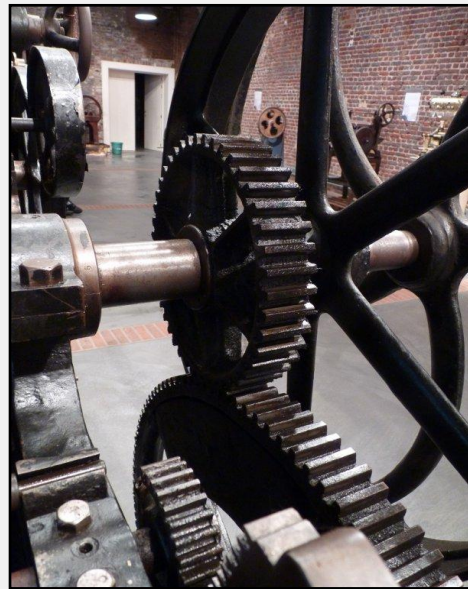
Il faudra attendre un autre millénaire, avec les horloges astronomiques du Moyen Age, pour que soit construit un mécanisme aussi sophistiqué.

Le Moyen Age ne va pas beaucoup innover dans les mécanismes de transmission ; les principes sont connus mais pas toujours mis en œuvre faute d'une technique assez élaborée. Jusqu'alors, excepté dans le mécanisme d'Anticythère, tous les engrenages sont en bois. C'est seulement à partir du XIIIe siècle que les engrenages seront en métal et pourront être utilisés dans l'horlogerie.

On trouve chez Léonard De Vinci (1452-1519), des études sur le problème des frottements et d'usure des roues dentées, ainsi que des projets de roues dentées à section trapézoïdale et de changement de vitesse par substitution d'un engrenage à un autre.



A partir de la Révolution Industrielle, l'emploi de machines va se faire de plus en plus massivement. On va donc tenter de perfectionner aussi les engrenages.



Engrenages à la Fonderie

Où les utilise-t-on aujourd'hui?

Les engrenages sont encore présents dans la plupart des mécanismes. On les trouve dans toutes les branches de la mécanique pour transmettre des mouvements, de l'horlogerie à l'électroménager jusqu'aux réducteurs de l'industrie lourde.

Comment cela fonctionne-t-il?

La multiplication et la démultiplication

Le rapport de vitesses obtenu entre l'entrée et la sortie, également connu sous la dénomination de rapport de transmission, ne dépend que des nombres de dents des roues en contact.

En effet, suivant le nombre de dents des roues motrice et menée, leur vitesse et donc le nombre de tours qu'elles effectuent varie.

Plusieurs cas sont possibles:

1. La roue menée et la roue motrice ont le même nombre de dents: la vitesse de la roue menée est égale à celle de la roue motrice.
2. La roue menée a plus de dents que la roue motrice et est donc plus grande que celle-ci: la vitesse de la roue menée sera inférieure à celle de la roue motrice.
On dit que la roue motrice a un effet démultiplicateur car le nombre de tour effectué par la roue de sortie est inférieur à celui de la roue d'entrée.
3. La roue menée a moins de dents que la roue motrice et est donc plus petite que celle-ci: la vitesse de la roue menée sera supérieure à celle de la roue motrice.

On dit que la roue motrice a un effet multiplicateur car le nombre de tour effectué par la roue de sortie est supérieur à celui de la roue d'entrée.

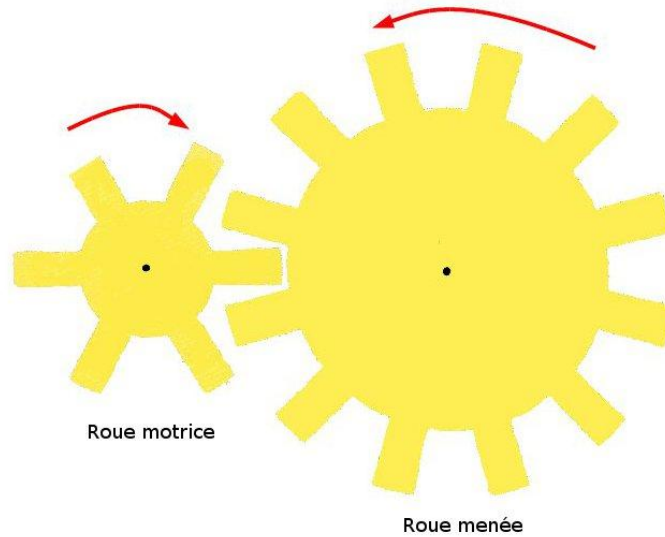
Rapport de transmission

On peut calculer le rapport de transmission K de la manière suivante:

$K = \text{nombre de dents de la roue motrice} / \text{nombre de dents de la roue menée}$

- Si $K < 1$, c'est-à-dire qu'on est dans le cas n°2, le rapport de transmission est démultiplicateur.

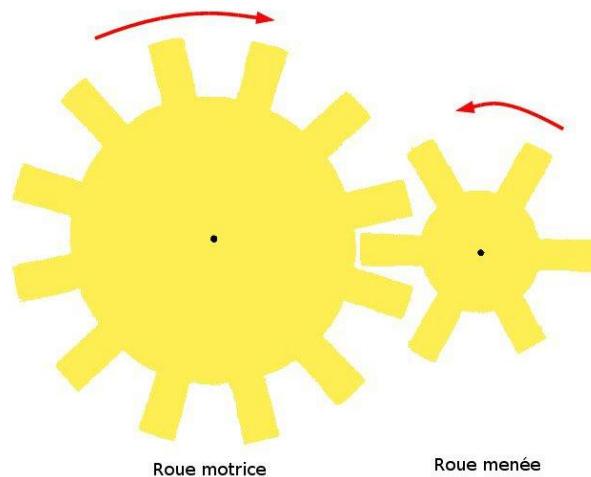
Exemple: la roue motrice à l'entrée à 6 dents et la roue menée à la sortie à 12 dents. Dans ce cas, $K = 6/12 = 1/2 < 1$. Lorsque la roue d'entrée fait deux tours, elle entraîne la roue de sortie à faire un tour.



La roue de sortie tourne donc plus lentement que la roue d'entrée, le rapport de transmission K est dit démultiplicateur.

- Si $K > 1$, c'est-à-dire qu'on est dans le cas n°3, le rapport de transmission est multiplicateur.

Exemple: la roue motrice à l'entrée à 12 dents et la roue menée à la sortie à 6 dents. Dans ce cas, $K = 12/6 = 2 > 1$. Lorsque la roue d'entrée fait un tour, elle entraîne la roue de sortie à faire deux tours.



La roue de sortie tourne donc plus vite que la roue d'entrée, le rapport de transmission K est dit multiplicateur. On peut aussi en déduire que $K = \text{Vitesse de sortie} / \text{Vitesse d'entrée}$

Cas où le nombre des roues dentées est supérieur à 2

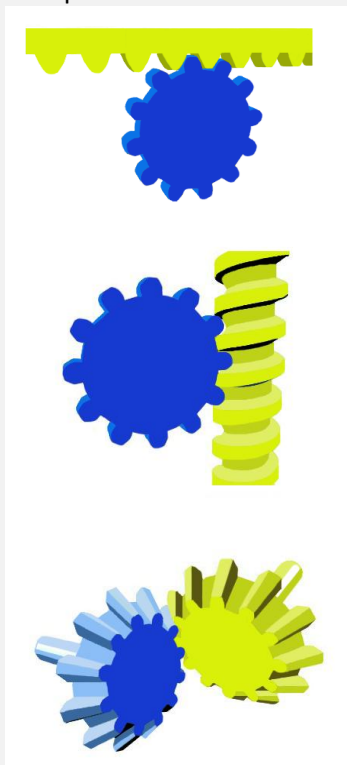
Les roues intermédiaires situées entre la roue d'entrée et la roue de sortie n'influent pas sur le calcul du rapport de transmission (seul le sens de rotation sera modifié en fonction du nombre des roues dentées).

$K = \text{nombre de dents de la roue d'entrée} / \text{nombre de dents de la roue de sortie}$.

Par contre, on remarque que le sens de rotation des roues est identique pour les roues paires ou les roues impaires.

Engrenages particuliers

Il existe d'autres types d'engrenages non cylindriques: l'engrenage à crémaillère, l'engrenage à vis sans fin, l'engrenage conique.



Engrenage à crémaillère

Une crémaillère est une tige ou une barre (souvent métallique) garnie de crans ou de dents. Combinée à une roue dentée, elle permet de transformer un mouvement de rotation en mouvement de translation.

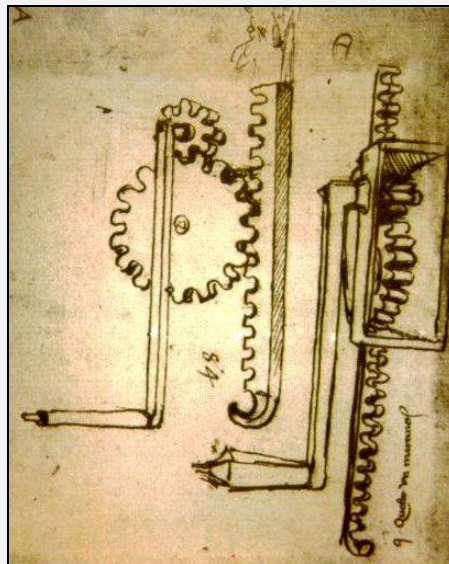


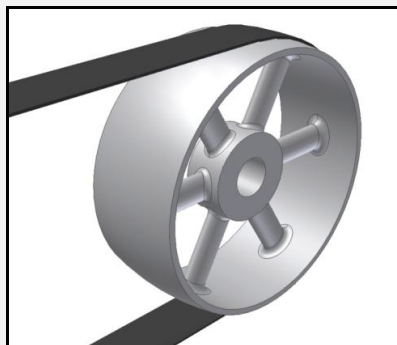
Schéma d'un cric par Léonard de Vinci
Codex Atlanticus, 1478-1518, f.259r

Ce mécanisme est utilisé dans le tire-bouchon et le cric.

2. Poulies et courroies

Qu'est-ce que c'est?

La courroie est une bande de matière souple permettant la transmission d'un mouvement de rotation d'un arbre vers un autre relativement éloigné. Elle est utilisée avec des poulies.



Quand ont-elles été inventées?

Déjà pendant l'Antiquité, les romains et les grecs utilisaient des systèmes de courroies relativement simples pour actionner des engins de guerre et des machines de théâtre.

Les courroies sont utilisées aux XVIIe et XVIIIe siècles pour les tours et les meules d'atelier. A cette époque, les courroies sont faites en corde de chanvre ou d'aloès. Elles serviront jusqu'au début du XIXe siècle et même plus tard quand la puissance à transmettre restait faible.

Dès que la puissance à transmettre s'éleva à plusieurs chevaux-vapeur, on remplaça les cordes par des courroies de cuir plates attachées aux extrémités par des agrafes ou des clous. Les poulies à gorge (soit avec une échancrure pour recevoir la corde) sont remplacées par des poulies à jante plate. A l'ère de la Révolution Industrielle, les poulies et les courroies en cuir permettaient de transmettre l'énergie produite par la machine à vapeur jusqu'aux machines de production de l'atelier via l'axe central. Grâce à des poulies de tailles différentes, on pouvait modifier la vitesse de rotation des machines.

Dans l'industrie, l'axe central commence à disparaître au début du 20e siècle avec l'introduction progressive de l'électricité dans les usines, puisque chaque machine sera actionnée par un moteur indépendant. Toutefois, des courroies seront toujours présentes au sein des machines elles-mêmes.

Où les utilise-t-on aujourd'hui?

On les utilise encore aujourd'hui dans d'innombrables machines industrielles et domestiques ainsi que dans les moteurs des véhicules.

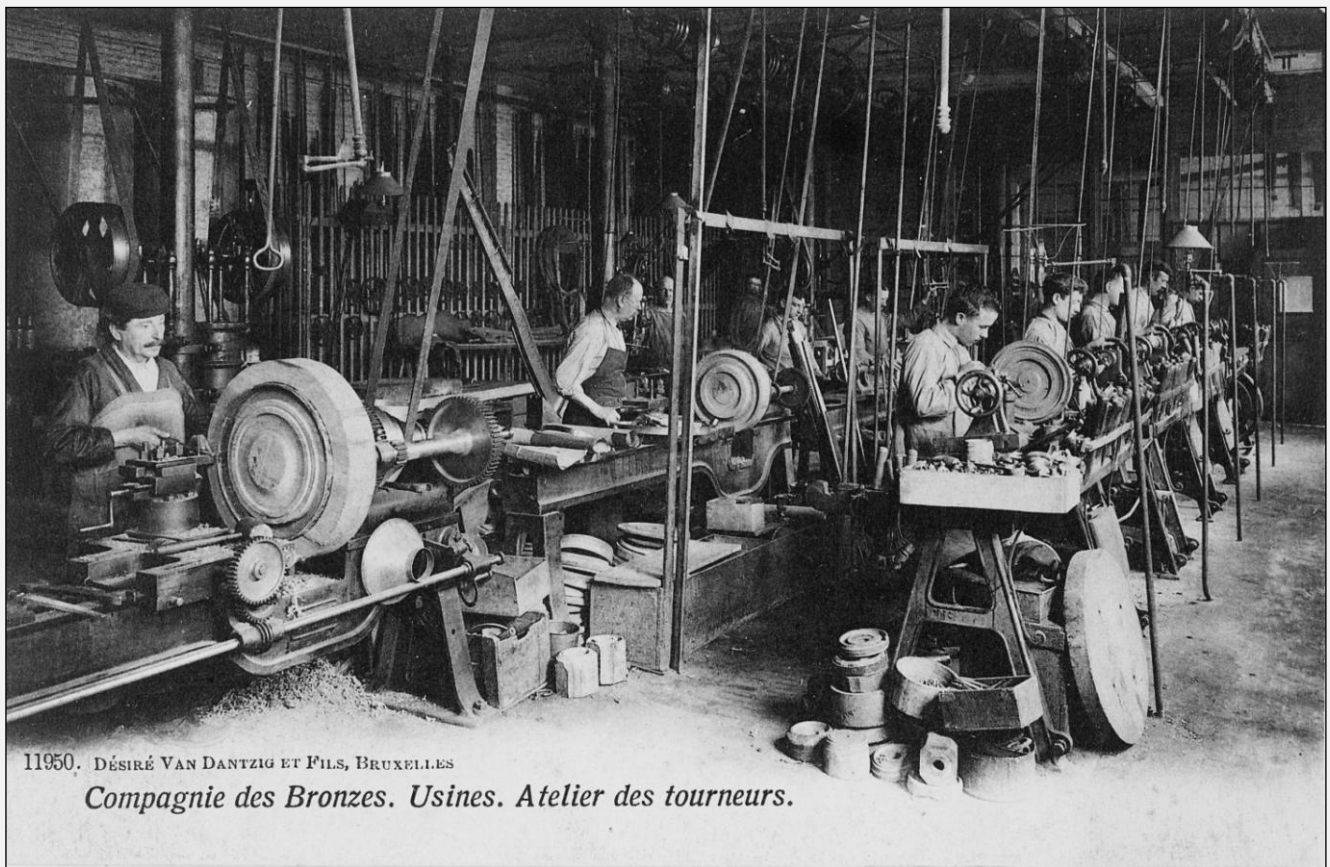


Photo de l'atelier des Tourneur, Compagnie des Bronzes, 1905

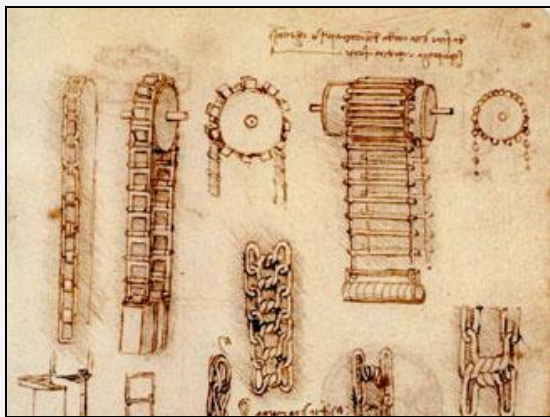
3. Chaîne et roues dentées

Qu'est-ce que c'est?

Une chaîne est un élément flexible permettant la transmission du mouvement entre deux axes parallèles éloignés l'un de l'autre. Elle est composée d'un ensemble de maillons articulés reliés entre eux. L'entraînement de la chaîne est assuré par l'engrènement des maillons avec les roues dentées.

Quand ont-elles été inventées?

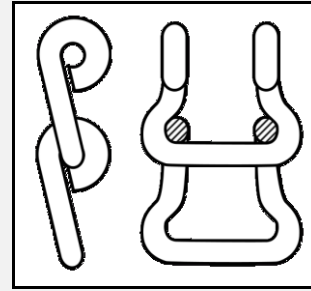
Des traces de chaînes articulées apparaissent sur des dessins de Léonard de Vinci (1452-1519).³ Elles sont spécialement conçues pour servir à la transmission et sont très proches de celles utilisées actuellement. Fort en avance sur leur temps, ces chaînes sont sans doute restées à l'état de dessin, faute de pouvoir obtenir les éléments en métal de la chaîne (la technique n'était pas suffisamment développée pour permettre de telles réalisations techniques). Cela s'applique aussi aux roues dentées, elles aussi restées au stade du dessin.



Esquisse de chaîne par Léonard de Vinci
Codex Madrid, 1493

Vers le milieu du XVIIIe siècle, Vaucanson invente la chaîne qui porte son nom. Il conçoit aussi la machine qui permet la fabrication.

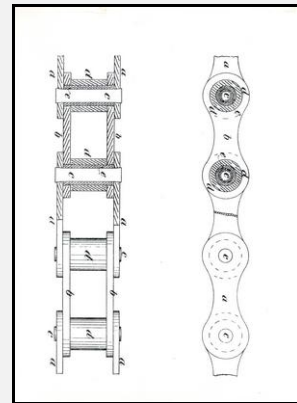
³ Léonard de Vinci ayant laissé beaucoup de traces de ces recherches, il est souvent cité pour ses inventions bien qu'à la Renaissance, on recense de nombreux ingénieurs. Pour plus de détails, nous renvoyons le lecteur à GILLES Bertrand, *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris, Hermann, 1964



Chaîne de Vaucanson

La chaîne reliant la roue à la pédale située au centre du vélo est créée par Jules Pierre Curivay en 1869.

En 1879, Hans Renold achète une petite usine de chaîne et à partir de 1880, il y produit la chaîne baguée à rouleaux qui se généralise.



Dessin de la chaîne à rouleaux de Renold.

Où les utilise-t-on aujourd'hui?

On retrouve la chaîne et les roues dentées dans les moyens de transport (vélos, voitures, motos) dans les équipements agricoles, dans les engins de manutentions, etc..



G. Les mécanismes de transformation du mouvement

Dans cette section, nous allons aborder différents mécanismes de transformation du mouvement. Nous présentons ici les plus courants mais cette liste n'est pas exhaustive.

1. Vis

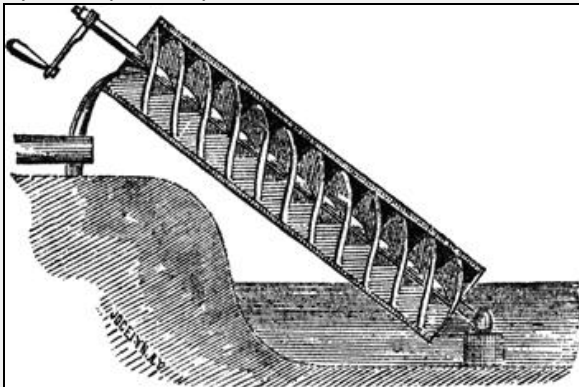
Qu'est-ce que c'est?

La vis est une machine simple servant à transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation dirigé selon l'axe de rotation, ou vice-versa.

Quand a-t-elle été inventée?

Les origines de la vis sont incertaines, on cite Archytas de Tarente (vers 400 av J.C.) comme son inventeur.

Archimède en multiplie les usages, en l'utilisant notamment dans les machines hydrauliques ou pour l'adduction d'eau.



Vis d'Archimède - Chambers's Encyclopedia (Philadelphia: J. B. Lippincott Company, 1875)

Si la vis et l'écrou existent déjà chez les Grecs et les Romains, ils seront peu utilisés, on leur préférera, en effet le plus souvent les chevilles en bois et les clous de toutes dimensions. Cela est dû principalement à la difficulté de fabriquer des vis (nécessitant des pas de vis pour la fabrication en série). Jusqu'à la fin du XVe siècle, les vis étaient faites sur des tours à main puis à pédale et donc en petite quantité. Le véritable filetage⁴ de vis sur des machines outils n'a commencé qu'à la fin du XVIIe siècle.

⁴ Un filetage consiste en une ou plusieurs rainures hélicoïdales sur surface cylindrique.

2. Bielle-manivelle

Qu'est-ce que c'est?

Le système bielle-manivelle permet la transformation d'un mouvement circulaire continu en un mouvement rectiligne alternatif de va-et-vient, ou réciproquement. La bielle est une pièce reliant deux articulations d'axes mobiles dans le but de transmettre une force, allié au vilebrequin (manivelle), elle donne le système qui nous intéresse.

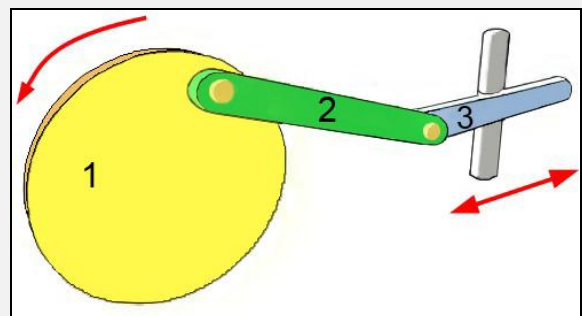
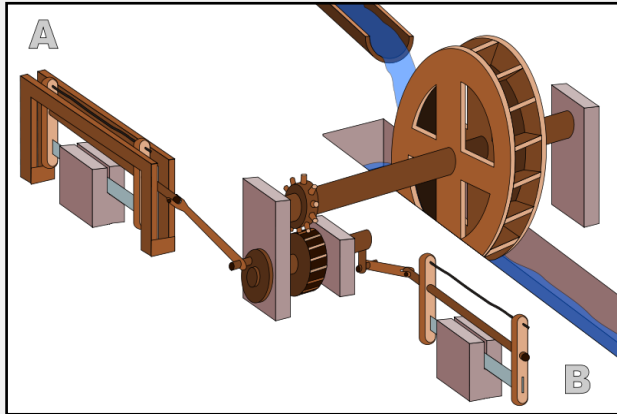


Schéma d'un système manivelle-bielle-piston
1. manivelle, 2. bielle, 3. piston

Quand a-t-elle été inventée?

Ce système semble déjà utilisé à l'époque romaine (III^e siècle après J. C.) dans la scierie d'Hiérapolis (Turquie) et se retrouve aussi au VI^e siècle dans deux scieries à Ephèse (Turquie) et Jerash (Jordanie).

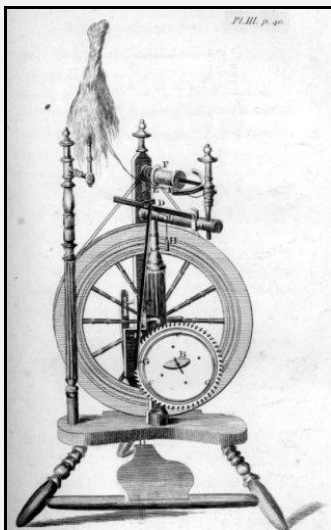


A

Schéma de la scierie de pierre romaine de Hiérapolis. Datant du III^e siècle après J.-C.

Au Moyen Age, il représente une des avancées mécaniques les plus importantes. Mais durant toute cette période, l'utilisation de ce système sera entravée par des difficultés dues aux matériaux employés (usure rapide du bois) et aux assemblages des parties tournantes.

Ce système favorise la venue d'un nouveau machinisme de petite taille : les machines à pédale telle que tour, meule et rouet). Celles-ci ont l'avantage de libérer les mains des ouvriers.

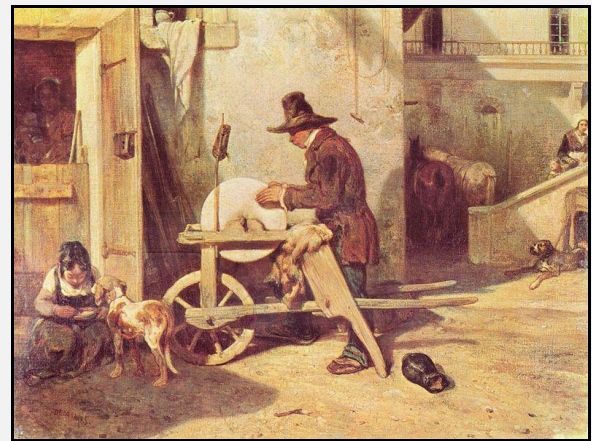


Rouet

Viennent ensuite des machines de plus grande taille actionnées par les roues des moulins, telles la scie hydraulique (développée par Francesco di Giorgio Martini), la pompe aspirante et foulante et le marteau hydraulique permettant de forger des pièces de grande taille.

Le système sera par après utilisé pour les locomotives à vapeur aux XIX^e et au XX^e siècle.

Vers le milieu du XIX^e siècle, les premières machines à coudre fonctionnant avec un pédalier utilisent aussi un système bielle-manivelle.



Le Rémouleur (1840) d'Alexandre-Gabriel Decamps (1803-1860) - Musée du Louvre

Où les utilise-t-on aujourd'hui?

Aujourd'hui, ce système est encore largement utilisé dans l'automobile (moteur à combustion) mais aussi dans les jouets articulés.

3. L'arbre à cames:

Qu'est-ce que c'est?

L'arbre à cames est un dispositif mécanique permettant de transformer un mouvement rotatif en mouvement longitudinal et réciproquement.

Sur un arbre moteur, on fixe une couronne portant sur sa surface extérieure des cames (ou sabots) (voir schéma foulon - 2). Celles-ci appuient sur le manche d'un outil (voir schéma foulon - 3) pivotant autour d'un axe. Le poids de l'outil fixé sur le manche le fait revenir à l'état d'équilibre après le passage de la came. Le mouvement peut ainsi être reproduit sans fin.

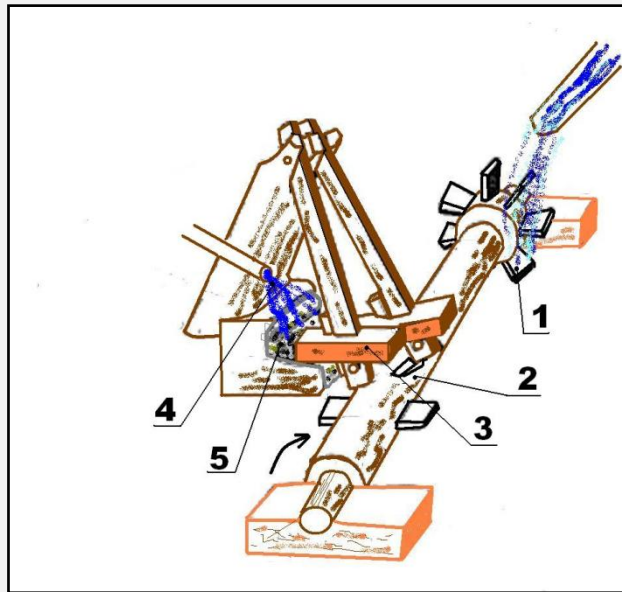


Schéma foulon: 1-roue à aubes, 2-arbres à cames, 3-maillots, 4-eau alcaline, 5-tissu à fouler

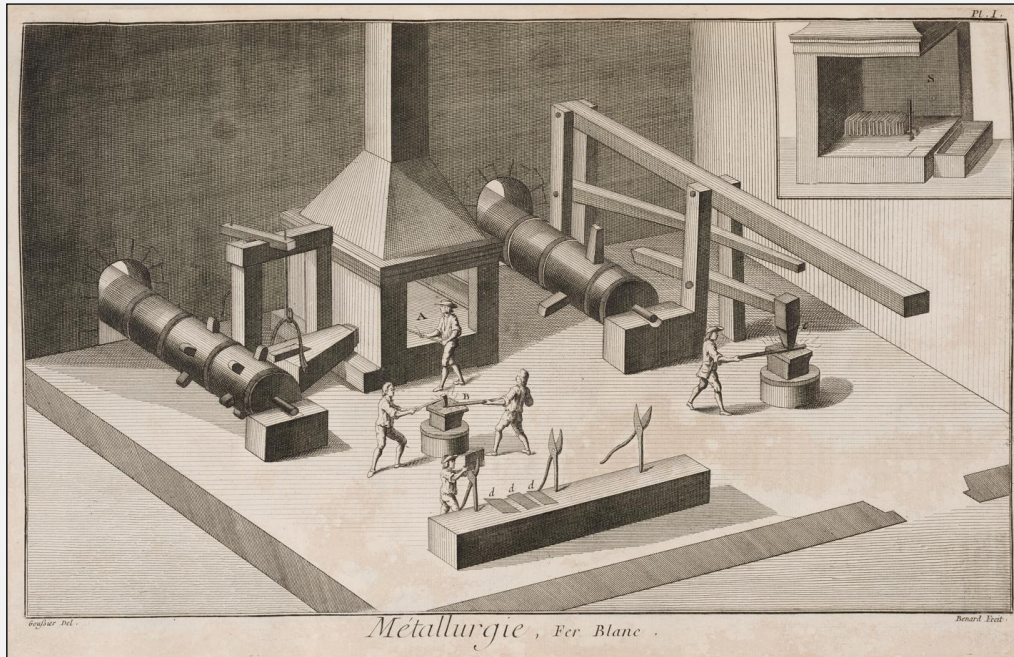
Quand a-t-il été inventé?

Ce mécanisme est ancien, du moins au point de vue de sa conception, on le retrouve dans certains automates d'Héron d'Alexandrie (1-2 siècle après J.C.).

Au Moyen Age, pendant lequel l'énergie hydraulique est abondamment utilisée, il sera employé pour transformer le mouvement circulaire continu de la roue motrice.

On le retrouvera dans bien des domaines : pour les moulins à foulon dès le XI^e siècle en France (foulage de draps ou de laine tissée pour les assouplir et les dégraisser), pour les moulins à chanvre (utilisé pour le papier dès le XIII^e en Espagne), à tan (écorce de chêne), etc...

Il sera aussi utilisé pour le tannage du cuir et le battage du fer. Il sera perfectionné continuellement du Moyen Age à la Révolution Industrielle.



Arbres à cames pour le battage du fer – Encyclopédie de Diderot et d'Alembert

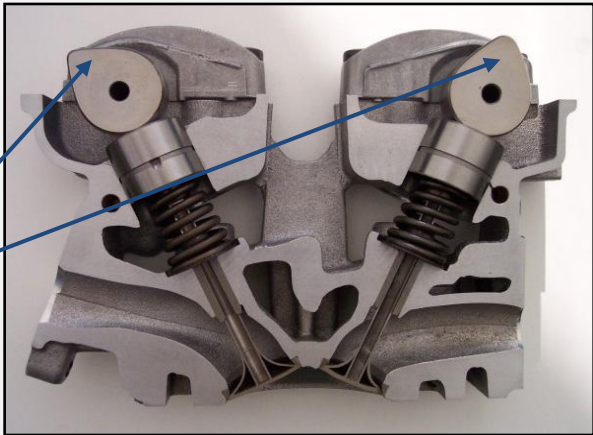


Au XIIème siècle, l'arbre à cames, entraîné par la roue du moulin, permettait d'actionner le martinet.
Photos Abbaye de Fontenav⁵

Où les utilise-t-on aujourd'hui?

Le meilleur exemple d'usage actuel est son utilisation dans l'industrie automobile pour les moteurs (voitures, camions, etc...)

Cames



Coupe d'une partie d'un moteur, montrant les cames au-dessus des soupapes

⁵ Images provenant de <http://histoire-geographie.ac-dijon.fr/phpwebgallery/picture.php?585/category/289>

H. Références web et bibliographique

Liens internet

Wikipedia: <http://fr.wikipedia.org/>

Forum Cycle Ingenieur de la FST Tanger: <http://fstt-ing.jeun.fr/f19-cours-et-projets>

Futura-Sciences: http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/physique/d/le-fonctionnement-de-la-montre-a-quartz_21/c3/221/p4/

http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/recherche/d/les-secrets-du-mecanisme-danticythere-un-calculateur-vieux-de-2000-ans_10050/

Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers de Diderot et d'Alembert (en ligne) : <http://encyclopedie.uchicago.edu/node/161>

Photos et images

Sauf mention spéciale, les images sont soit sous licence Creative Commons, soit dans le domaine public, soit libre de droit.

Elles sont issues des sources suivantes :

- <http://histoire-geographie.ac-dijon.fr/phpwebgallery/picture.php?/585/category/289>
- <http://commons.wikimedia.org/>
- La Fonderie

Bibliographie

Pour l'enseignant :

BAUDET Jean, *De la machine au système*, Vuibert, 2004, p. 17-18

Baudet Jean, *De l'outil à la machine*, Vuibert, Paris, 2003

DAUMAS Maurice, *Histoire générale des techniques* (cinq volumes), Presses universitaires de France, collection « Quadrige », octobre 1996

GILLES Bertrand, *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris, Hermann, 1964

L'épopée des découvertes et des inventions, Sélection du Reader's Digest, 2010

Pour l'élève :

ARDLEY N., *Les Machines, Le petit chercheur*, Bordas Jeunesse, 1992

RUSH Caroline, *Les roues et les engrenages*, Gamma-Ecole Active, 1996

VARAUD Philippe, *En roue libre*, Voyage en Cyclopédie, Epigones, 1992

ZEITOUN Charline, *Les Machines*, Kézako, Mango Jeunesse, 2005

Machines et Outils, Petit Ingénieur, GRÜND, 2005

2. DEROULEMENT DE LA VISITE

1. Accueil

L'accueil se déroule à l'extérieur du musée devant l'ancienne chaudière de la machine à vapeur. Nous présentons en quelques mots la Fonderie et la Compagnie des Bronzes avant d'aborder brièvement le monde industriel d'hier et d'aujourd'hui à Bruxelles.

2. Approche des mécanismes

Nous entrons ensuite dans la salle des Tourneurs du musée.

Sur une table, sont disposés divers objets de la vie de tous les jours :

un tire-bouchon, une essoreuse à salade, un batteur manuel, une montre, un vélo (modèle réduit) une locomotive à vapeur (miniature), un rouet, une chignole, un étau, une clé à molette, un cric et une cuillère à glace.

Nous interrogeons les enfants sur ces machines et leur mécanisme.

En observant les objets, on s'interroge:

1. Qu'est-ce qu'un mécanisme?
2. A quoi sert-il?
3. Quels sont les différents mouvements?
4. Quelle est la différence entre transmission et transformation du mouvement?
5. Comment classer ces mécanismes?

A l'issue de ce premier atelier, les enfants auront appris l'utilité des mécanismes, les différents types de mouvement (rotation-translation) et la distinction entre transformation et transmission du mouvement.

Ils pourront également classer les différents mécanismes suivant les catégories présentées dans ce dossier.

3. Présentation de chaque mécanisme

A l'aide d'objets particuliers conçus spécialement pour l'animation, nous allons présenter de façons détaillées quelques mécanismes:

La bielle-manivelle, le système poulie et courroie, l'engrenage à crémaillère, l'arbre à cames, l'engrenage, le système chaîne et roue dentée.

On abordera les points suivants : l'origine, le fonctionnement et les utilisations d'hier et d'aujourd'hui.

4. Jeu photos sur les mécanismes présents à la Fonderie

Suite à cette présentation, on constitue 4 équipes afin de procéder à un jeu. On distribue quelques photos de mécanismes à chaque équipe afin qu'elles retrouvent les machines du musée possédant le mécanisme en question. On leur demande également de nommer le mécanisme. On vérifie ensuite les réponses en réalisant une petite visite du musée au cours de laquelle les enfants auront l'occasion de voir les machines en mouvement et même de les actionner.

5. Détails sur les engrenages

Après ce jeu, les enfants restent en équipe et vont travailler sur les engrenages.

A l'aide d'engrenages en plastique de différentes tailles, ils vont réaliser différents montages et faire des observations afin d'établir des lois sur la vitesse et le sens de rotation de rotation des engrenages.

6. Récapitulatif

Machine de Wieslaw

3. ACTIVITES

Différentes activités à réaliser en classe sont proposées dans la rubrique **Activités pédagogiques** du site web du CNHS <http://www.astrolabium.be>

Activité 1 : A partir de photos, il s'agit de reconnaître les mécanismes utilisés.

Activité 2 : Fiches mécanismes: les enfants ramènent un objet de la maison et constituent une fiche sur laquelle ils mentionnent le nom de l'objet, son usage, le type de mécanisme utilisé...

Activité 3 : A partir de dessins d'engrenages, on demande de calculer le sens de rotation du Xe engrenage et de calculer le rapport de transmission.

Activité 4 : A partir du modèle d'engrenages, les enfants peuvent en fabriquer avec du carton et refaire les petites expériences sur la vitesse et le sens de rotation en classe

Activité 5 : A partir du modèle proposé, les enfants peuvent fabriquer une bielle-manivelle et un arbre à cames avec du carton.