

# **MANIVELLES & ROUES DENTÉES**

**ESPACE DES INVENTIONS**

DU 20 OCTOBRE 2009 AU 19 DÉCEMBRE 2010  
VALLEE DE LA JEUNESSE, LAUSANNE



## **DOSSIER PEDAGOGIQUE**

## Table des matières

Infos pratiques pour les écoles	2
Accès	3
L'Espace des Inventions en quelques mots	4
L'exposition Manivelles & Roues dentées	5
Activités en lien avec l'exposition	8
Bibliographie et Webographie	12
Annexe A : le singe savant	13
Annexe B : jeu des pièces cachées	14
Annexe C : dessins de quelques mécanismes d'entraînement	16

MANIVELLES & ROUES DENTÉES est une création de l'Espace des Inventions.  
Ce dossier pédagogique a été réalisé par Emmanuelle Giacometti, illustré par Giorgio Pesce et relu attentivement par Sandrine Hajdukiewicz et Romain Roduit.

Novembre 2009



## **Infos pratiques pour les écoles**

### **Espace des Inventions**

Vallée de la Jeunesse 1

CH - 1007 Lausanne

Tél. 021 315 68 80

Fax 021 315 68 82

[www.espace-des-inventions.ch](http://www.espace-des-inventions.ch)

[info@espace-des-inventions.ch](mailto:info@espace-des-inventions.ch)

### **Horaires**

MANIVELLES & ROUES DENTÉES est présentée du 20 octobre 2009 au 19 décembre 2010.

mardi-samedi : 14h00-18h00

dimanche et jours fériés : 10h00-18h00

Ouvertures pour les classes :

mardi-vendredi 9h00-18h00

### **Tarifs**

Ecole : Fr. 3.- par élève (visite guidée comprise)

Enfant jusqu'à 6 ans : gratuit

Enfant (dès 7 ans) : Fr. 4.-

Etudiant, apprenti, chômeur, AVS : Fr. 4.-

Adulte : Fr. 6.-

### **A savoir**

Pour les écoles, la réservation est obligatoire (deux semaines à l'avance). Une visite guidée par des animateurs formés (un animateur pour environ 10 élèves) est organisée. Il faut compter environ une heure et demie sur place. Les animateurs s'efforcent d'adapter la visite à l'âge et à l'intérêt des élèves. Pour assurer la pertinence et l'intérêt de la visite, il est fortement conseillé de la préparer en classe AVANT votre venue à l'Espace des Inventions.

Le présent dossier pédagogique est téléchargeable sur [www.espace-des-inventions.ch](http://www.espace-des-inventions.ch). Vous pouvez également l'obtenir par courrier en contactant l'Espace des Inventions.

L'exposition est recommandée pour les enfants à partir du premier cycle primaire (environ 7 ans). Il n'y a, en revanche, pas de limite supérieure. Les curieux de tous horizons et de toutes tranches d'âge y trouveront matière à découverte.

## Accès

### En transports publics

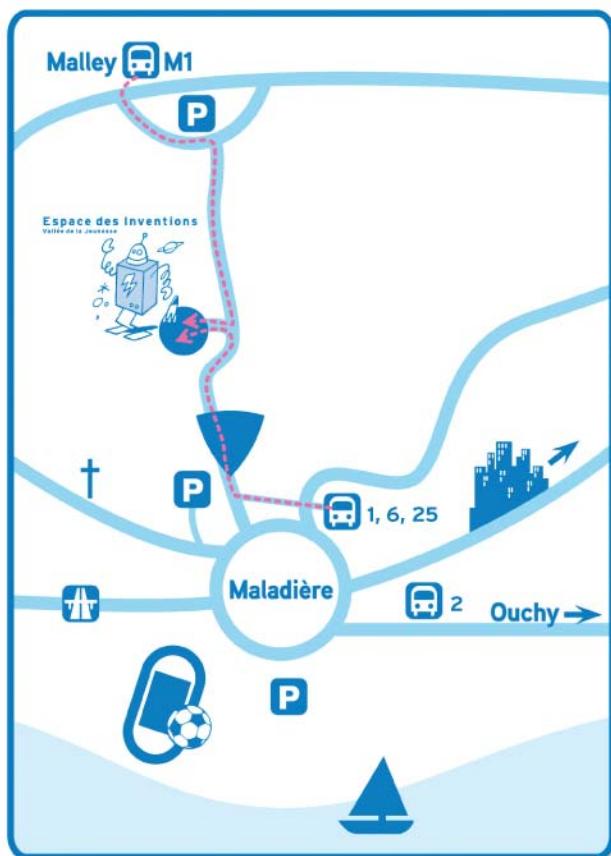
Depuis la gare	bus 1 (direction Maladière), arrêt Maladière
Depuis le centre ville	bus 1 ou 6 (direction Maladière), arrêt Maladière
	M1, arrêt Malley
Depuis Ouchy	bus 13, direct. Provence Nord, arrêt Vallée de la Jeunesse)
Autres	bus 2 (direction Maladière), arrêt Maladière
	bus 32 ou 33, arrêt Malley

Suivre ensuite les panneaux « Vallée de la Jeunesse », puis « Espace des Inventions ».

Remonter une grande passerelle qui passe sous une voûte en béton. L'Espace des Inventions est le bâtiment situé en haut à gauche de cette passerelle. Il a une forme de champignon, muni d'un cadran solaire géant sur le toit.

### En voiture

Autoroute direction Lausanne-Sud, Lausanne-Maladière, sortie à la fin de l'autoroute sur le giratoire de la Maladière. Dans le giratoire, prendre la 4<sup>e</sup> sortie (indiqué Genève, Neuchâtel, Vallorbe). Quelque 100 mètres plus loin, prendre à droite (indication « Espace des Inventions, Vallée de la Jeunesse »). Se garer au parking du cimetière.



## **L'Espace des Inventions en quelques mots**

Ouvert depuis décembre 2000, l'Espace des Inventions est un lieu qui affiche la vocation d'éveiller l'intérêt des jeunes à la science et à la technique, éléments déterminants de notre culture auxquels il convient de sensibiliser les générations futures.

Dans un bâtiment unique datant de l'Exposition nationale de 1964, l'Espace des Inventions propose au public des expositions traitant de thèmes scientifiques. Ces expositions sont conçues de manière à ce que l'apprehension et la compréhension des phénomènes se fassent par l'intermédiaire de l'observation et de la manipulation.

Depuis son ouverture, l'Espace des Inventions a conçu, réalisé et présenté plusieurs expositions. MANIVELLES & ROUES DENTÉES est la sixième production maison.

L'Espace des Inventions organise régulièrement des ateliers pour les enfants (le Club des Petits Inventeurs) durant lesquels il propose aux jeunes de 7-12 ans de s'initier à la démarche de l'ingénieur en réalisant des expériences scientifiques et des objets techniques qu'ils ramèneront à la maison. L'Espace des Inventions organise enfin diverses animations à caractère scientifique tout au long de l'année sur le site de la Vallée de la Jeunesse ou ailleurs.

L'Espace des Inventions accueille en moyenne 18'000 visiteurs par année.

## L'exposition MANIVELLES & ROUES DENTÉES

Serrures, ceintures de sécurité, roulements à billes ou vibrateurs de téléphones portables recèlent des trésors d'ingéniosité. MANIVELLES & ROUES DENTÉES est une invitation à dévisser le couvercle, à ouvrir la boîte, à soulever le capot avec une curiosité gourmande pour découvrir avec délectation les combines futées et les astuces techniques géniales que cachent ces objets quotidiens.

Dans la vie de tous les jours, les roulements à billes sont le plus souvent invisibles mais indispensables. Qu'est-ce que c'est, comment fonctionnent-ils et où se cachent-ils? Sans eux, point de machines industrielles ni de lave-linge ou de rollers. Un mécanisme ne tourne pas rond? Qu'à cela ne tienne, une anomalie peut aussi donner lieu à la création de nouvelles applications: le vibrer du téléphone portable en est une.

De la vis d'Archimède à la croix de Malte en passant par l'invention de l'essuie-glace, la nouvelle exposition de l'Espace des Inventions emmène petits et grands dans les univers de la maison, de la voiture ou de l'usine pour qu'ils expérimentent et découvrent de manière interactive et décomplexée le monde de la technique. Ou quand le métier d'ingénieur rime avec ingénieux.

La liste des manipulations que vous découvrirez dans l'exposition est présentée et commentée brièvement ci-dessous :

### 01 INTERRUPTEUR VA-ET-VIENT

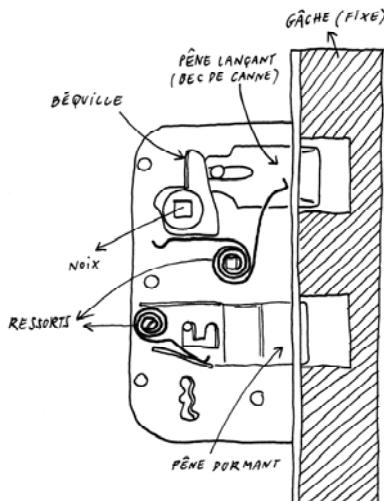
Dans nos maisons, il est bien souvent possible d'éteindre et allumer une lumière depuis plusieurs interrupteurs différents. Le principe de cette astuce électrique maline est expliqué avec un petit train en guise de courant électrique.

### 02 SERRURE

Nous utilisons tous quotidiennement des clés et savons bien que si on ne met pas la bonne clé dans la bonne serrure, la porte ne va pas s'ouvrir. Cette expérience présente un modèle géant très simple pour comprendre ce qui se passe dans le cylindre de la serrure.

### 03 POIGNEE DE PORTE

Il n'est guère d'objet plus bête et plus courant qu'une poignée de porte et pourtant sait-on ce qui s'y cache et comment ça marche ? L'occasion de se souvenir qu'il n'est pas toujours besoin de s'intéresser à des objets compliqués pour apprendre quelque chose.



## 04 TAMPON AUTO-ENCREUR

Le tampon auto-encreur est muni d'un mécanisme très élégant qui lui permet de se tourner vers le haut pour aller se recharger d'encre et vers le bas pour la déposer sur le papier. Une modèle géant de tampon invite à découvrir d'un œil nouveau cet objet rigolo.

## 05 ROULEMENT A BILLES

On en a tous entendu parler et on sait bien souvent intuitivement que ça permet de « faire bien tourner des objets ». Un plateau de jeux ludiques permet d'en apprendre un peu plus sur cette invention révolutionnaire.

## 06 CONVOYEUR A ROULEAUX

A l'époque du néolithique, les hommes utilisaient déjà des rouleaux pour déplacer de grosses pierres. Cette technique est encore utilisée aujourd'hui dans les centres de tri postaux, les aéroports ou les usines. Une expérience très amusante pour réfléchir aux différents moyens de déplacer du matériel.



## 07 VIBREUR DE TELEPHONE

Comment diable un téléphone portable fait-il pour vibrer ? Cette expérience le fait découvrir et permet de réfléchir à la notion de vibrations. Il y a des vibrations nuisibles mais il en est également certaines qui sont utiles.

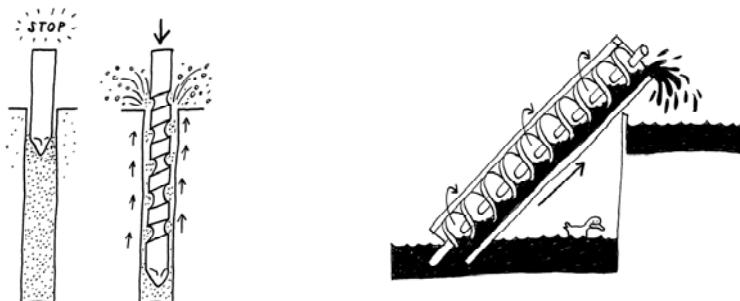
## 08 TAPIS VIBRANT

En relation avec le convoyeur à rouleaux et le vibreur de téléphone portable, cette expérience présente un moyen étonnant, utilisé dans l'industrie, de déplacer des pièces d'un endroit à un autre.

## 09 MECHE DE PERCEUSE

Cette expérience permet de faire comprendre de manière complètement évidente à quoi sert l'hélice creusée le long des mèches de perceuses.

Il est possible également de faire le lien avec la fameuse vis d'Archimède utilisée pour pomper de l'eau.



## 10 ALARME

Un système d'alarme similaire à ceux qui sont utilisés pour le contrôle des barrages ou dans les flippers est présenté dans cette expérience. Cette expérience permet de montrer comment un mécanisme simple permet de surveiller les mouvements d'un objet.



## 11 CEINTURE DE SECURITE

Pourquoi une ceinture de sécurité ne se bloque-t-elle que quand on tire fort dessus ? Un modèle géant de ceinture permet de comprendre le mécanisme simple qui autorise cette astucieuse fonctionnalité.

## 12 ESSUIE-GLACES

Cette expérience montre le mécanisme très élégant qui se cache entre le moteur qui alimente l'essuie-glace et le mouvement des balais des essuie-glaces eux-mêmes. Elle permet de s'imaginer que d'un mouvement de rotation simple, on peut aboutir à un mouvement synchronisé plus complexe grâce à des leviers.

## 13 DIFFERENTIEL

Quand une voiture prend un virage, il est nécessaire qu'elle soit dotée d'un mécanisme qui permette aux roues gauches et droites de tourner à des vitesses différentes faute de quoi la voiture patine. Ce mécanisme très rusé s'appelle le différentiel. Un magnifique modèle très didactique de différentiel est présenté ici.

## 14 ROUE LIBRE

Tous les vélos sont munis d'une roue libre, soit une roue qui est entraînée par les pédales dans le sens de la marche uniquement. La roue libre permet au cycliste d'arrêter de pédaler en descente. Cette expérience présente le mécanisme simple mais drôlement astucieux de cette invention futée et très utilisée.

## 15 MANIVELLES ET...

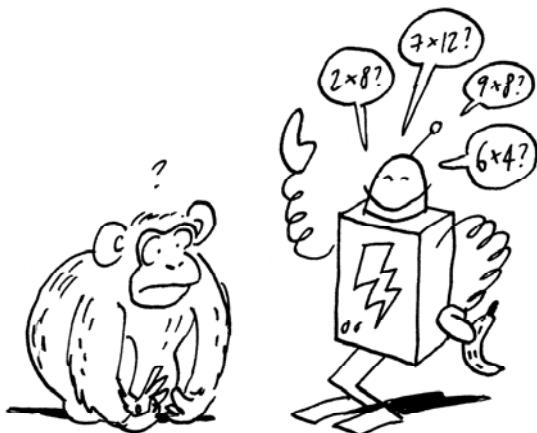
Six petites manipulations présentent six différents mécanismes d'entraînements pour transformer un mouvement de rotation simple en un autre type de mouvement. On y admire par exemple des roues dentées, une croix de Malte ou encore une came. Un moyen très ludique d'entrer dans le monde incroyablement riche et créatif des entraînements mécaniques.

## Activités en lien avec l'exposition

Nous vous proposons ci-dessous quelques activités à mener en classe avant ou après la visite. Ces activités ont pour objectif de se pencher, de s'interroger, de s'intéresser au fonctionnement de certains objets. Elles proposent une entrée dans le monde de la technique lors de laquelle on se demande comment ça marche, on cultive sa curiosité.

### 1 - LE SINGE SAVANT

Le singe savant est un bricolage amusant qui est issu d'un vieux jeu commercialisé aux Etats-Unis vers 1916. Il s'agit d'un singe dont les mains donnent le résultat d'une multiplication entre deux nombres choisis par la position de ses deux pieds. Une machine simple mais très astucieuse.



Nous vous proposons de réaliser votre propre singe savant avec vos élèves. Vous trouverez en Annexe A une page contenant tous les éléments du singe à découper. Toutes les instructions nécessaires à la réalisation de ce bricolage simple se trouvent sur le site web [do-it-yoursciences.org](http://do-it-yoursciences.org). Vous y accédez depuis : <http://www.espace-des-inventions.ch/index.php/activitee/doit>

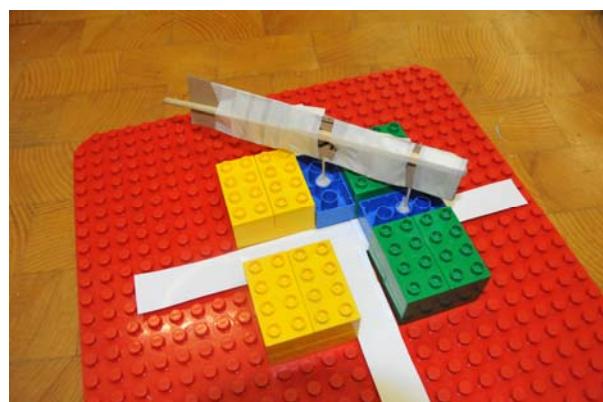
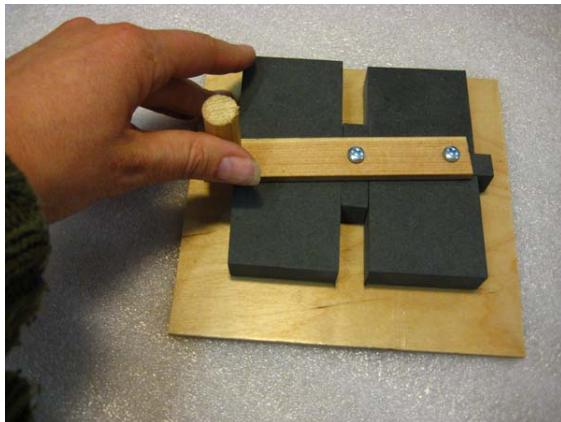
Le singe savant est un bricolage ne nécessitant pas de matériel compliqué (essentiellement une plastifieuse à chaud, des ciseaux, des cutters, une pince emporte-pièce, du scotch double-face ou de la colle et du carton fort). Il peut être utilisé pour étudier le mécanisme mais également en calcul.

Il convient de relever qu'en changeant les nombres figurant dans la « pyramide », le singe peut faire des additions ou des soustractions en lieu et place de multiplications. La réalisation de la pyramide d'addition ou de soustraction avec les bons chiffres à la bonne place pourrait être effectuée par les élèves eux-mêmes.

## 2 - L'ELLIPSOGRAPHE d'ARCHIMEDE

L'ellipsographe d'Archimède est un dispositif très amusant et très ingénieux qui permet de tracer une ellipse. Le mouvement de ce dispositif est extrêmement intéressant à observer: deux courts barreaux effectuent des va-et-vient dans deux glissières perpendiculaires. Ils sont solidaires l'un de l'autre via une barre qui tourne au-dessus du dispositif. L'extrémité de cette barre dessine une ellipse.

On peut allonger la barre qui tourne et y fixer un stylo feutre ou un crayon. Si on place alors l'ellipsographe sur une feuille, on peut dessiner une ellipse sur celle-ci en le faisant fonctionner.



Nous vous proposons deux types de matériel pour construire ce modèle :

1) La première méthode utilise du bois et peut être réalisée avec les enfants si le matériel est préparé au préalable (pièces en bois découpées aux bonnes dimensions et percées). Vous trouverez toutes les instructions nécessaires à la réalisation de cet ellipsographe en bois sur le site web [do-it-yoursciences.org](http://do-it-yoursciences.org). Vous y accédez depuis :

<http://www.espace-des-inventions.ch/index.php/activitee/doit>

2) La seconde méthode utilise essentiellement des lego et peut aisément être réalisé avec les enfants ou par les enfants eux-mêmes avec vos instructions.

### Matériel nécessaire

1 planche de base Lego et 18 grosses briques Lego

Deux bandes de papier cartonné (env. 20 cm de long et 3 cm de large)

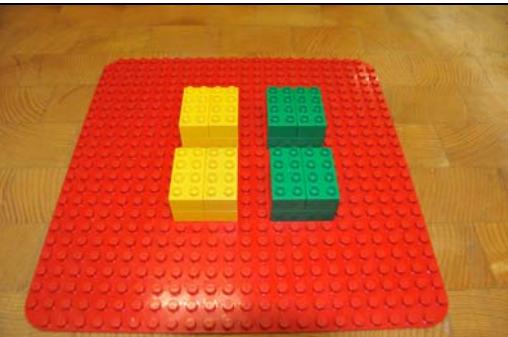
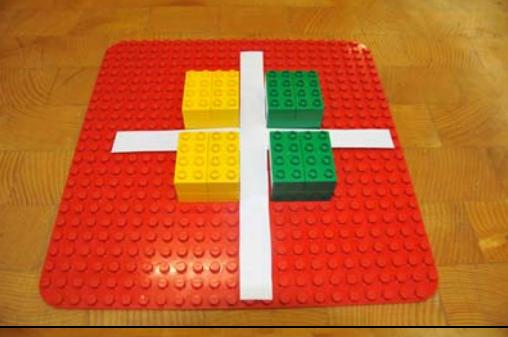
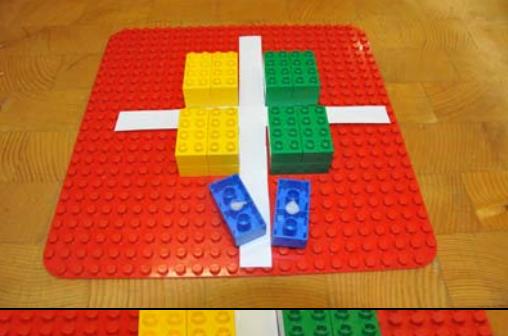
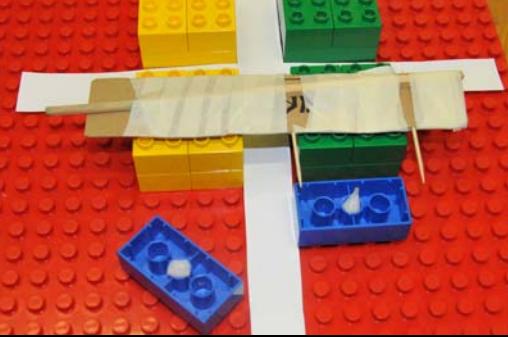
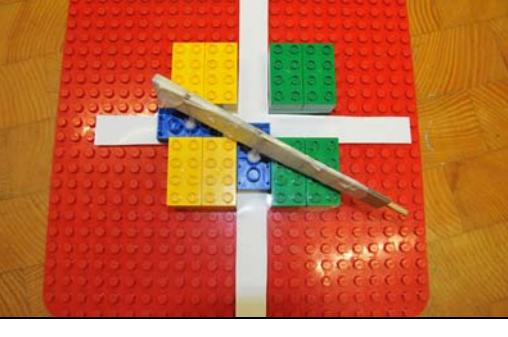
Un morceau de carton (env. 20 cm de long et 4 cm de large)

2 cure-dents (si possible assez longs)

Une baguette ou liste en bois (env. 20 cm de long)

Une petite boule de pâte à modeler ou deux petits morceaux de mousse

Du gros scotch

<b>Ellipsographe en lego - marche à suivre</b>	
Faire 4 blocs de 4 briques lego chacune. Fixer les blocs sur la planche de base de manière à former une croix dont les branches ont la même largeur qu'une brique.	
Poser les deux bandes de papier cartonné à l'emplacement de la croix.	
Prendre les deux briques restantes. Insérer une boulette de pâte à modeler ou un petit morceau de mousse dans le trou central au dos des deux briques.	
Prendre le morceau de carton, la baguette en bois et les deux cure-dents. Enfiler les cure-dents à travers le carton de manière que la distance entre les deux soit équivalente à la longueur d'une brique. Solidariser le tout en enroulant du gros scotch autour.	
Positionner les deux briques à l'envers dans la croix et enfiler les cure-dents dans la pâte à modeler ou la mousse. L'ellipsographe est fonctionnel !!!	

### **3 - JEU DES PIECES CACHEES**

En utilisant la feuille en annexe B, interroger les élèves sur les éléments techniques qui se cachent dans les différents objets connus de tous qui y sont dessinés.

Quels sont ceux qui contiennent un ressort ?

Quels sont ceux qui contiennent au moins une roue dentée ?

Quels sont ceux qui contiennent un moteur ?

Autres pièces qu'ils connaîtraient (vis, ...)

On peut ensuite discuter les réponses de chacun et démonter ensemble certains des objets dessinés pour vérifier les réponses.

S'agissant des ressorts, on peut observer qu'il en existe de formes et de styles très variés. Discuter avec les élèves ce qu'est un ressort pour eux (définition: pièce d'un mécanisme qui utilise les propriétés élastiques de certains matériaux pour absorber de l'énergie mécanique, produire un mouvement ou exercer un effort). Pour différents objets contenant des ressorts, essayer de trouver à quoi ils servent en manipulant les objets et éventuellement en les démontant.

On peut également demander aux élèves de ramener de la maison un objet dans lequel ils pensent que se cache un ressort ou une autre pièce technique. On peut ensuite discuter de ces objets en classe.

### **4 - AUTOMATES EN PAPIER**

On trouve sur le web de nombreux sites qui proposent des automates en papier (en général plus compliqués que le singe savant) permettant de visualiser des mécanismes mécaniques difficiles à décrire tels que ceux que vous trouverez dans l'annexe C.

Quelques adresses sont proposées dans la webographie.

## Bibliographie

Dès 7 ans, des expériences simples utilisant une bille fournie avec le livre  
*Expériences pour rouler, Croq'sciences, Editions Nathan, ISBN 9 782092 505434*

Dès 9 ans, projets et expériences sur les forces et les machines  
*Forces, Sciences, Editions Broquet, ISBN 9 782890 007512*

Un livre qui présente quelques inventions humaines avec de chouettes illustrations  
*L'histoire des inventions, Anna Claybourne et Adam Larkum, Editions Usborne ISBN 7 780746 094921*

## Webographie

### Automates en papier et démonstrations de divers mécanismes

Flying pig est un site incroyable qui propose de nombreux automates en papier  
Certains d'entre eux sont gratuits mais pas tous. Vous trouverez à acheter certains de ces automates à la boutique de l'Espace des Inventions. Par ailleurs, une section très bien faite présente différents mécanismes d'entraînements. Site en anglais  
<http://www.flying-pig.co.uk/>  
<http://www.flying-pig.co.uk/mechanisms/index.html>

Pour réaliser une vache qui rumine... Site en anglais  
<http://cp.c-ij.com/en/contents/2023/ruminations/index.html>

Pour réaliser des grenouilles qui chantent... Site en japonais mais instructions dessinées compréhensibles néanmoins !  
<http://cp.c-ij.com/ja/contents/2023/10280/index.html>

Site japonais qui propose de nombreuses réalisations en papier dont quelques automates amusants. Pas très facile de s'y promener sans la maîtrise de la langue japonaise. Les images sont toutefois très parlantes et on s'y retrouve...  
[http://www.sasatoku.co.jp/hp/present/paper\\_craft/index.html](http://www.sasatoku.co.jp/hp/present/paper_craft/index.html)

### Ellipsographe d'Archimède

<http://home.frognet.net/~ejcov/ellipse.html>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Trammel\\_of\\_Archimedes](http://en.wikipedia.org/wiki/Trammel_of_Archimedes)  
De nombreuses applets de mécaniques dont l'ellipsographe  
<http://subaru.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/meca/menumeca.html>

### Main à la pâte

Le site français de la main à la pâte propose de nombreuses activités scolaires en lien avec la mécanique  
[http://lamap.inrp.fr//?Page\\_Id=3&DomainScience\\_Type\\_Id=12](http://lamap.inrp.fr//?Page_Id=3&DomainScience_Type_Id=12)



+ 1

+ 3

+ 3

+ 2

+ 4

+2

4+

1 +

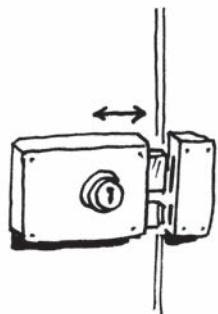


2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

## JEU DES PIECES CACHEES



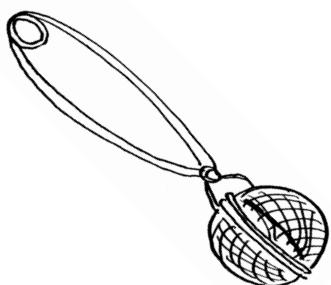
STYLO BILLE



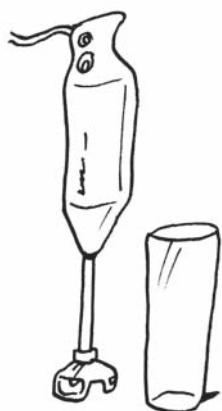
SERRURE



CHIGNOLE



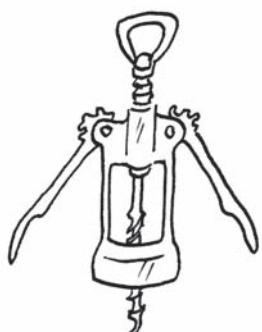
PINCE A THE



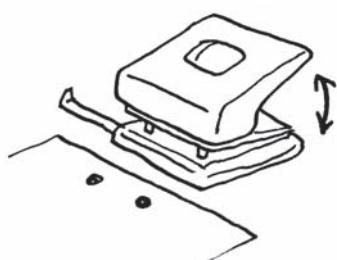
MIXER



ESSOREUSE A SALADE



TIRE-BOUCHON



PERFORATRICE



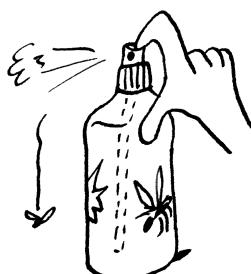
MONTRE



PERCEUSE

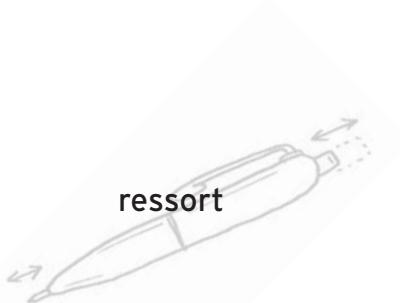


PINCE A LINGE

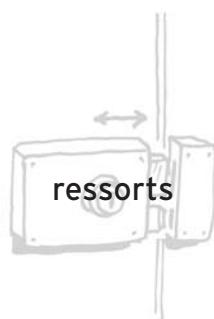


SPRAY ANTI-MOUSTIQUES

# JEU DES PIECES CACHEES - réponses



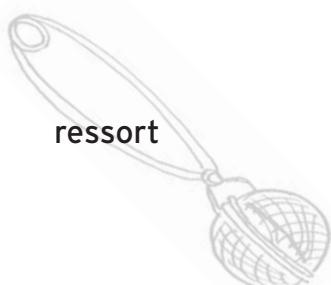
STYLO BILLE



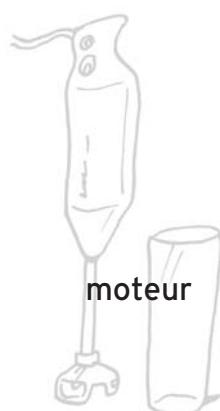
SERRURE



CHIGNOLE



PINCE A THE



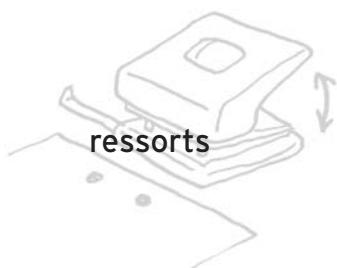
MIXER



ESSOREUSE A SALADE



TIRE-BOUCHON



PERFORATRICE



MONTRE



PERCEUSE



PINCE A LINGE



SPRAY ANTI-MOUSTIQUES

## **ANNEXE C : quelques exemples de mécanismes**

### **1 - Roues dentées**

Les roues dentées transmettent un mouvement sans risque de glissement. En fonction de leurs dimensions respectives, elles permettent de modifier la vitesse de rotation.

Sur le dessin la petite roue a 11 onze dents et la grande en a 21. Quand la grande roue fait un tour, la petite en fait  $21/11$ , soit presque deux. On peut également remarquer que les deux roues tournent en sens opposé.

### **2 - Vis sans fin**

La vis sans fin associée à une roue dentée permet une grande démultiplication. Quand l'axe de la vis fait un tour complet, la roue avance d'une seule dent. Ce mécanisme ne fonctionne que dans un sens : la vis permet de faire tourner la roue mais l'inverse ne fonctionne pas.

### **3 - Crémaillère**

Une crémaillère associée à une roue dentée permet de passer d'un mouvement de rotation à un mouvement linéaire ou vice-versa. On l'utilise par exemple dans les trains à crémaillère.

### **4 - Came**

Une came est une pièce qui constitue la mémoire mécanique d'un mouvement. Elle permet de restituer un mouvement qui peut être très complexe de manière synchrone avec la rotation de l'arbre sur lequel est fixée la came. Lorsque la came tourne autour de son axe, le suiveur, qui est la pièce en contact avec le profil de la came, reproduit un mouvement linéaire bien spécifique (dépendant de la forme de la came). Dans une machine à coudre par exemple, ce sont les cames qui orchestrent avec précision le ballet de l'aiguille, de la cannette et des griffes.

### **5 - Bielle**

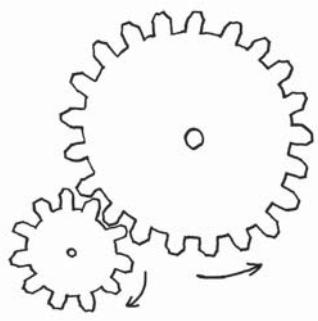
Une bielle est une pièce mécanique qui permet la transformation d'un mouvement de rotation à un va-et-vient linéaire et réciproquement. C'est grâce à elle que les locomotives à vapeur et les voitures à essence avancent.

### **6 - Croix de Malte**

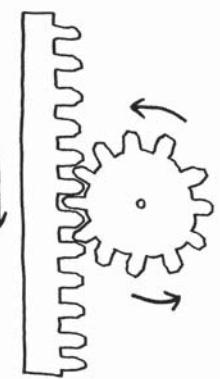
La croix de Malte s'utilise pour produire un mouvement de rotation saccadé. La roue avec la forme de lune sur le dessus tourne de manière continue. Chaque fois que la pièce noire passe devant la croix de Malte, il l'emmène d'un quart de tour. Ce dispositif est notamment utilisé dans les projecteurs de cinéma.

Pour les dessins, voir à la page suivante.

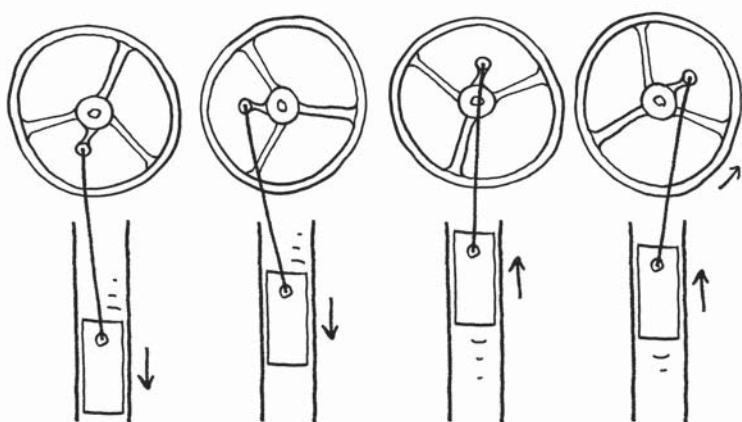
1 - Roues dentées



3 - Crémaillère



5 - Bielle



6 - Croix de Malte

