



## Poulies et engrenages

Cycle 3, CM2

## ENGRENAGES

**Auteurs :** Marie Ramos, Clémentine Transetti

### RESUMÉ :

Ce module permet aux élèves de découvrir quelques mécanismes de transmission de mouvement à travers l'observation d'objets techniques de leur environnement. Ils approfondissent leur connaissance de la transmission par engrenages.

Sommaire des séances	
<b><u>Séance 1</u> : Tri d'objets techniques</b>	Découvrir différents principes de transmission du mouvement.
<b><u>Séance 2</u> : Familiarisation avec le matériel Celda</b>	Se familiariser avec le matériel de technologie Celda
<b><u>Séances 3 et 4</u>: Modélisation de mécanismes de transmission de mouvement</b>	Analyser un objet technique afin d'en comprendre le fonctionnement
<b><u>Séance 5</u> : Propriétés de la transmission de mouvement par roues dentées</b>	Formaliser les principales propriétés de la transmission de mouvement par engrenages.
<b><u>Séance 6</u> : Fabrication d'un manège</b>	Réinvestissement dans un projet technologique.

## REFERENCES AU PROGRAMME

### Sciences expérimentales et technologie

« Les sciences expérimentales et les technologies ont pour objectif de comprendre et de décrire le monde réel, celui de la nature et celui construit par l'Homme, d'agir sur lui, et de maîtriser les changements induits par l'activité humaine. (...). Observation, questionnement, expérimentation et argumentation pratiqués, par exemple, selon l'esprit de La main à la pâte sont essentiels pour atteindre ces buts : c'est pourquoi les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique et l'intérêt pour le progrès scientifique et technique. (...)

Les travaux des élèves font l'objet d'écrits divers consignés, par exemple, dans un carnet d'observations ou un cahier d'expériences.»

### **Domaine : Les objets techniques**

Objets mécaniques, transmission de mouvements.

## Français

« (...) Faire accéder tous les élèves à la maîtrise de la langue française, à une expression précise et claire à l'oral comme à l'écrit, relève d'abord de l'enseignement du français mais aussi de toutes les disciplines : les sciences, les mathématiques, l'histoire, la géographie, l'éducation physique et les arts.(...) »

(...) La lecture et l'écriture sont systématiquement liées : elles font l'objet d'exercices quotidiens, non seulement en français, mais aussi dans le cadre de tous les enseignements.(...)

(...) Tous les domaines d'enseignement contribuent au développement et à la précision du vocabulaire des élèves. (...)

## Compétences attendues à la fin du CM2 (deuxième palier pour la maîtrise du socle commun)

La culture scientifique et technologique (compétence 3/B)

L'élève est capable de

- pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner ;
- manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter ;
- mettre à l'essai plusieurs pistes et solutions ;
- exprimer et exploiter les résultats d'une mesure ou d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral ;
- maîtriser des connaissances dans divers domaines scientifiques ;
- mobiliser ses connaissances dans des contextes scientifiques différents et dans des activités de la vie courante

**Durée :** 6 séances

## **Séance 1 – Tri d'objets techniques**

### Objectif :

Comprendre le fonctionnement d'objets ou de machines à travers l'observation des mécanismes de transmission de mouvement.

### Matériel :

Une série de photos de machines et d'objets techniques.

### Déroulement de la séance :

1. L'enseignant pose la question : Qu'est-ce qu'un mécanisme ? Dans quelles machines ou objets y a-t-il un mécanisme ?

Exemples de réponses : le vélo, l'ordinateur, la voiture.

Cette phase permet d'apporter un éclairage sur la notion de mécanisme.

1. Une série d'images d'objets ou de machines, extraites du site <http://stsp.creteil.iufm.fr/article89.html> est ensuite distribuée aux élèves.

Après que les élèves ont pris connaissance des images, l'enseignant donne la consigne suivante : Individuellement, triez les machines et les objets représentés sur les images en précisant votre critère de tri (donner un intitulé à chaque colonne du tableau, par exemple).

Chaque élève garde la trace de ce tri dans son cahier d'expérience.

2. Une mise en commun au sein de chaque groupe conduit à la réalisation d'une affiche qui servira de support à une discussion en classe entière.

3. Chaque porte-parole de groupe présente son affiche en expliquant le choix de son critère de tri.

Les critères les plus fréquents sont :

- le type de mécanisme : engrenages, poulies
- la source d'énergie qui permet de mettre la machine en mouvement : vent, homme
- la fonction de la machine : le rouet et le métier à tisser peuvent être mis ensemble.

Les différents critères peuvent être recevables mais c'est le mécanisme en jeu dans le fonctionnement de l'objet qui nous intéressera dans ce module.

#### 4. Synthèse

Lors de cette phase, l'enseignant devra introduire le vocabulaire spécifique, par exemple :

Il existe différents types de mécanismes qui assurent le mouvement de machines ou d'objets : engrenages (moulin, batteur à œufs), poulie-courroie (métier à tisser, lecteur de disquette), pignon-chaîne (vélo), crémaillère (tire-bouchon).

#### Cahier d'expériences

Le tableau de tri personnel ainsi que la synthèse collective seront notés dans le cahier d'expériences.

#### Notes pour les enseignants

Un rouet est une machine de filage qui permet d'obtenir, par exemple, un fil à partir de la fibre de laine issue de la tonte du mouton. Le métier à tisser, quant à lui, permet de tisser des fils entre eux pour fabriquer des rubans ou des tissus.

## Séance 2 – Familiarisation avec le matériel Celda

#### Objectifs :

Se familiariser avec le matériel de technologie Celda : nom, fonction et montage des pièces.  
Repérer des solutions techniques pour transmettre des mouvements.

#### Matériel :

Deux mallettes de technologie Celda.

#### Déroulement de la séance :

Par groupes de deux, les élèves sont invités à utiliser le matériel de la mallette de technologie Celda pour réaliser des constructions.

1. à partir de modèles (voir documents joints).

construction-poulies : fabrication d'un dispositif de transmission de mouvement par poulie-courroie  
construction-roues 1 et construction-roues 2: fabrication de dispositifs de transmission de mouvement par engrenages

2. sans consigne (constructions libres).

#### **Remarques concernant l'organisation :**

- Il faut insister auprès des élèves sur le fait qu'ils ne doivent pas retirer les axes ou les chevilles des cadres ou des tiges en les arrachant avec les dents. Les pièces peuvent être facilement retirées en les poussant à l'aide d'un axe noir.

- Les couvercles des boîtes de rangement de la mallette peuvent être utilisés pour transporter et déposer les pièces nécessaires aux constructions.
- Les constructions permettent d'introduire les notions de mouvement d'entrée et de sortie.
- L'enseignant peut inviter quelques élèves à décrire leur construction libre en utilisant le vocabulaire spécifique du matériel utilisé.

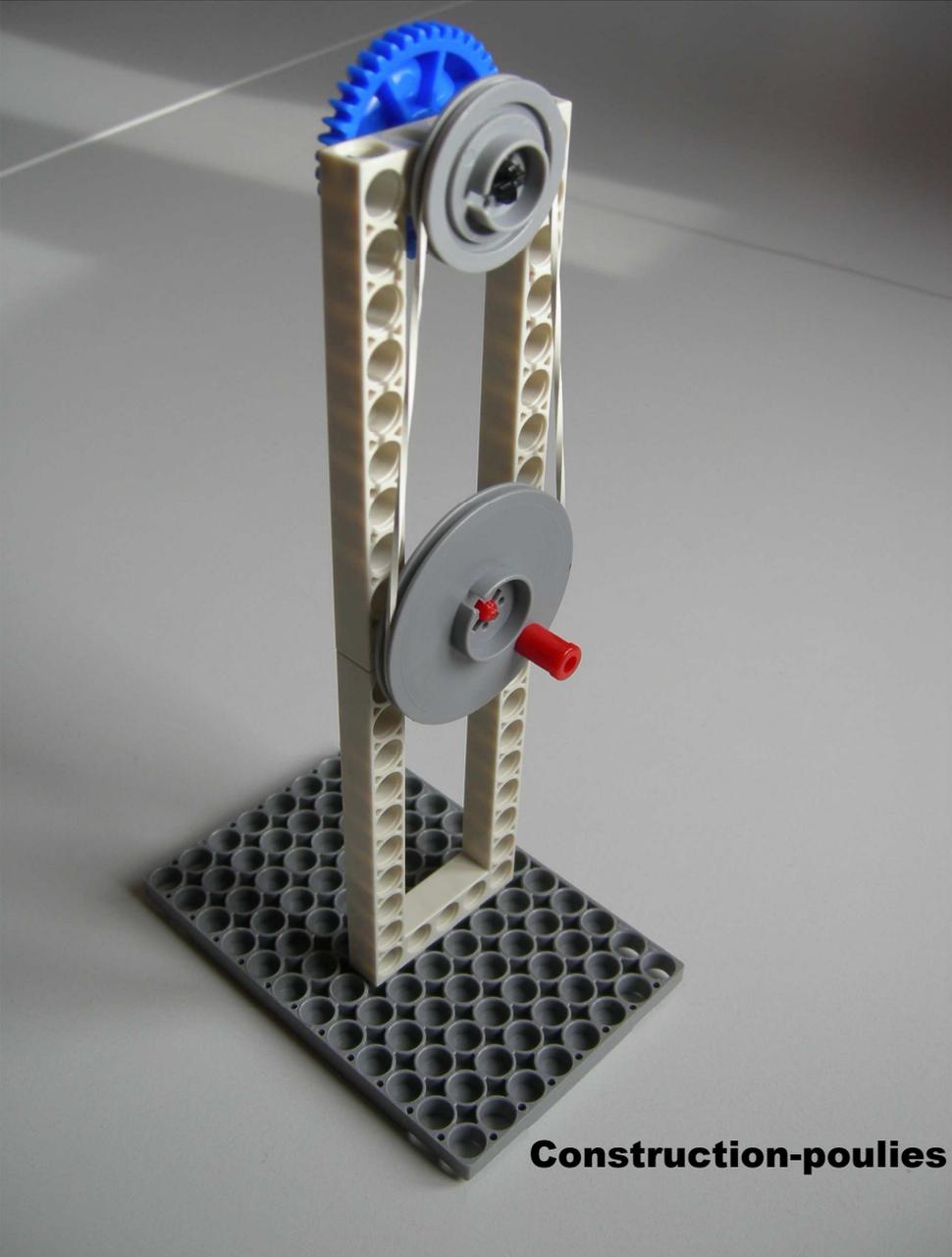
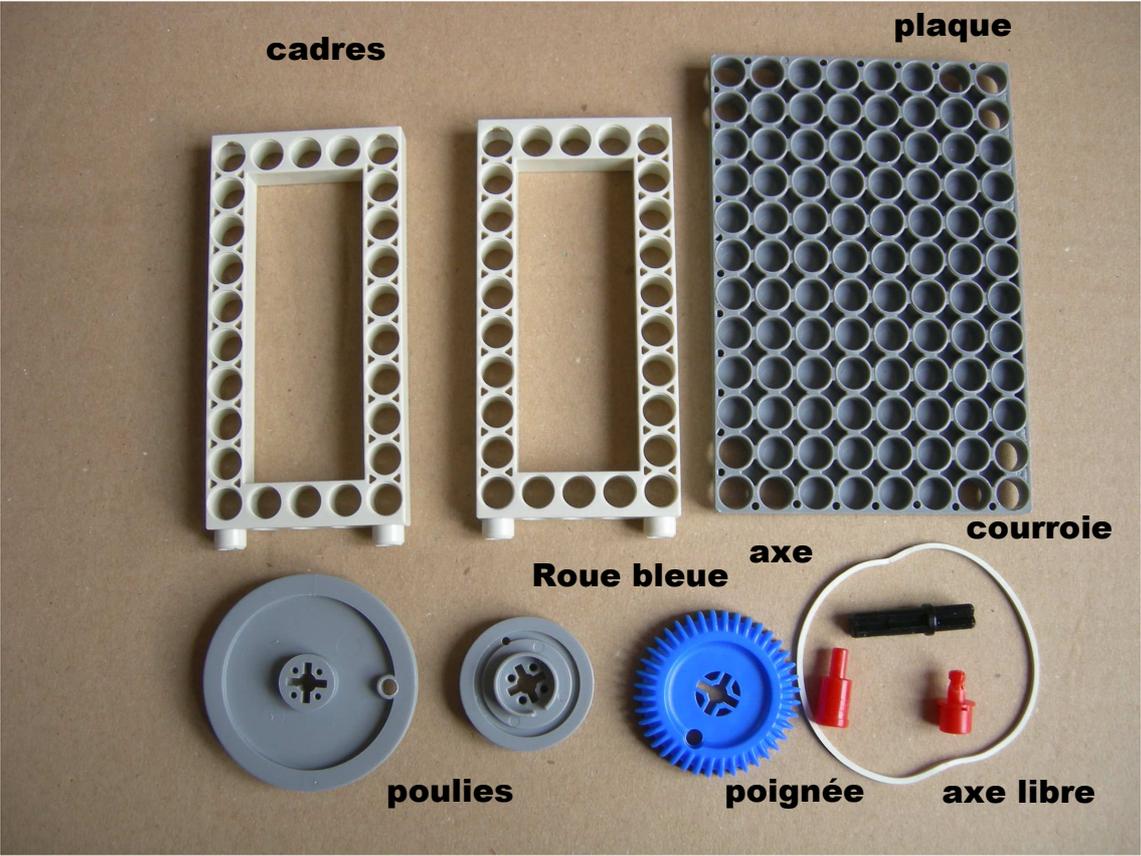
### Mise en commun

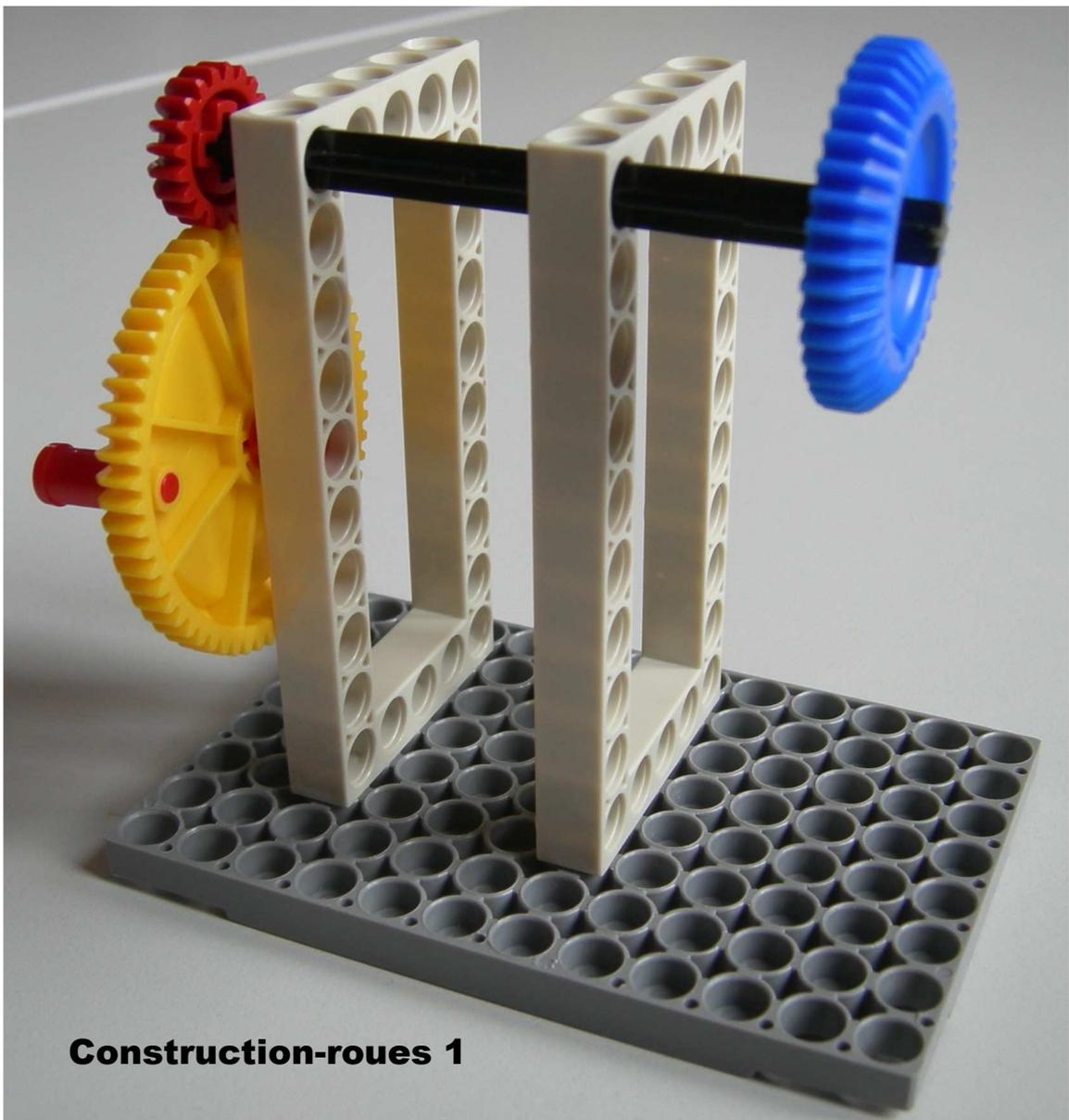
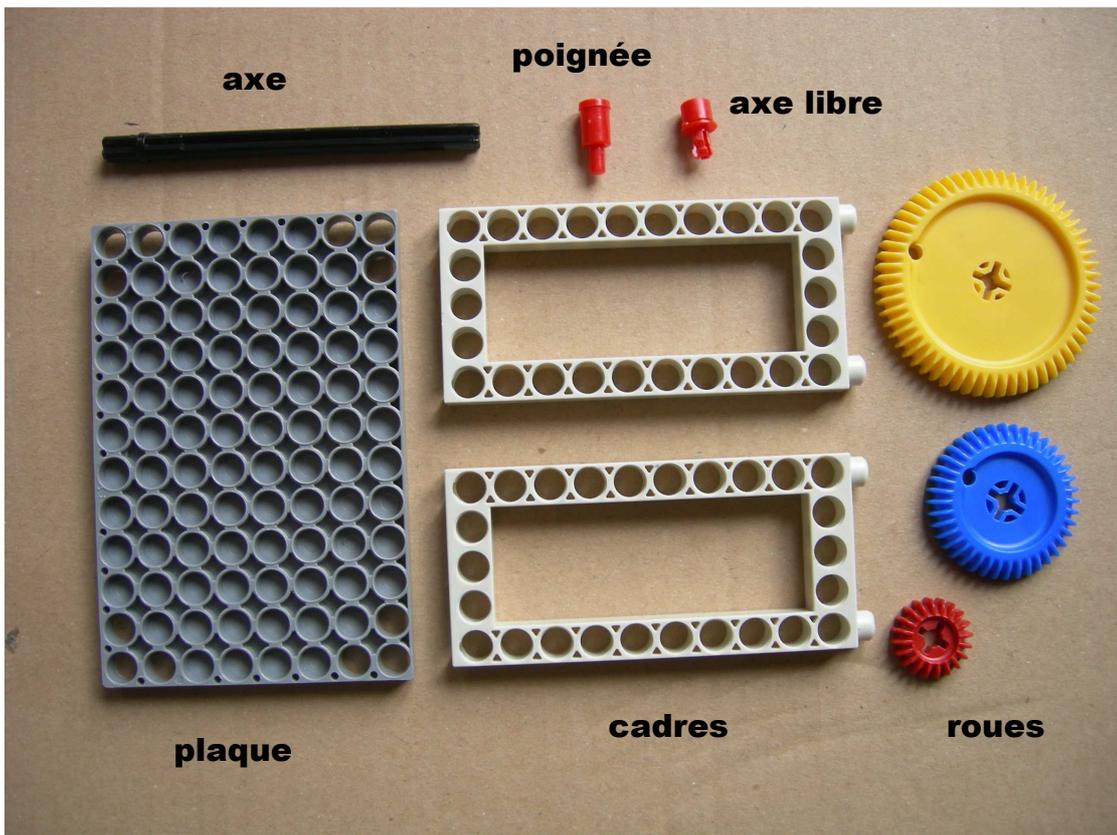
Cette séance sera l'occasion de faire des observations sur les situations de transmission de mouvement en jeu dans les différentes constructions :

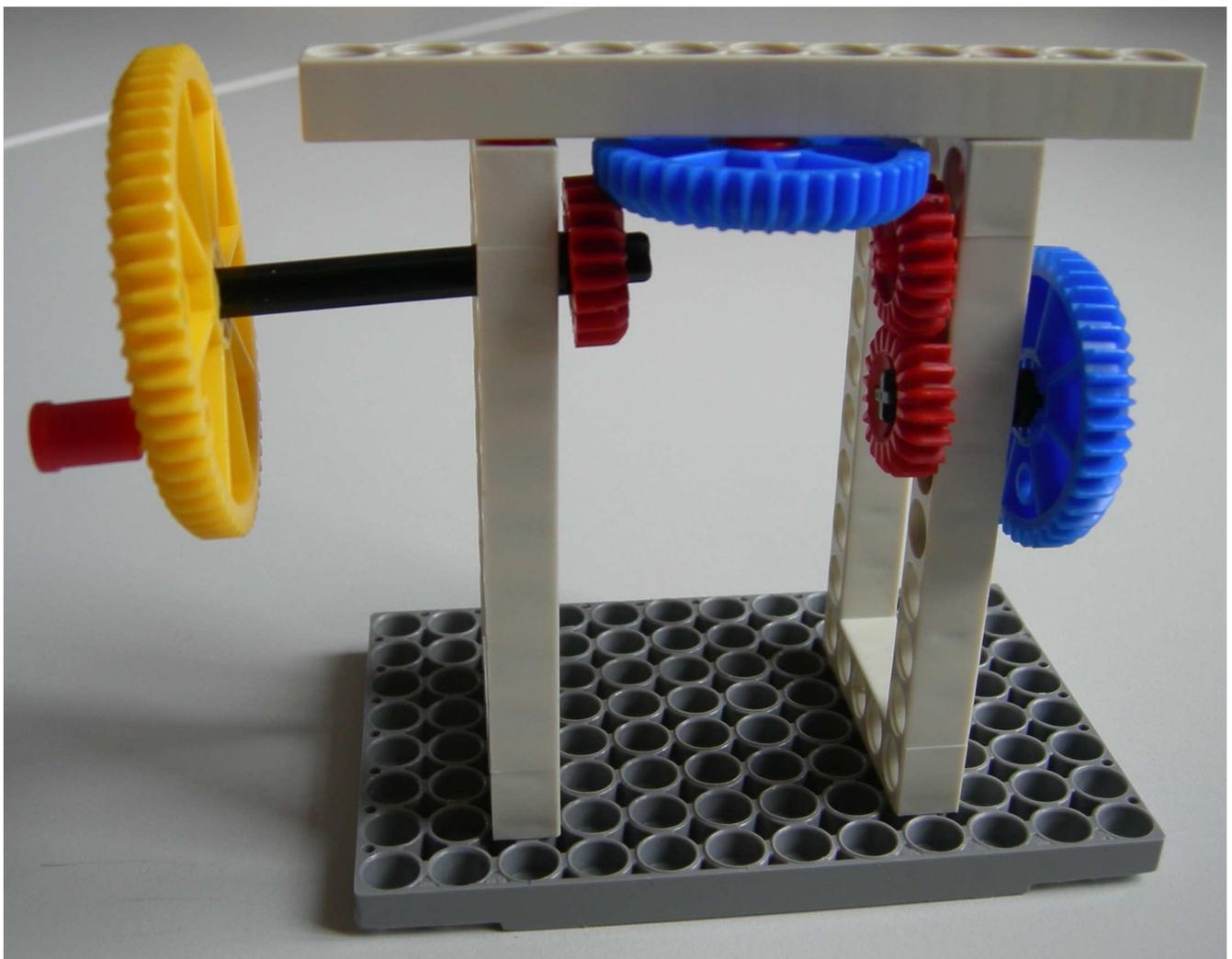
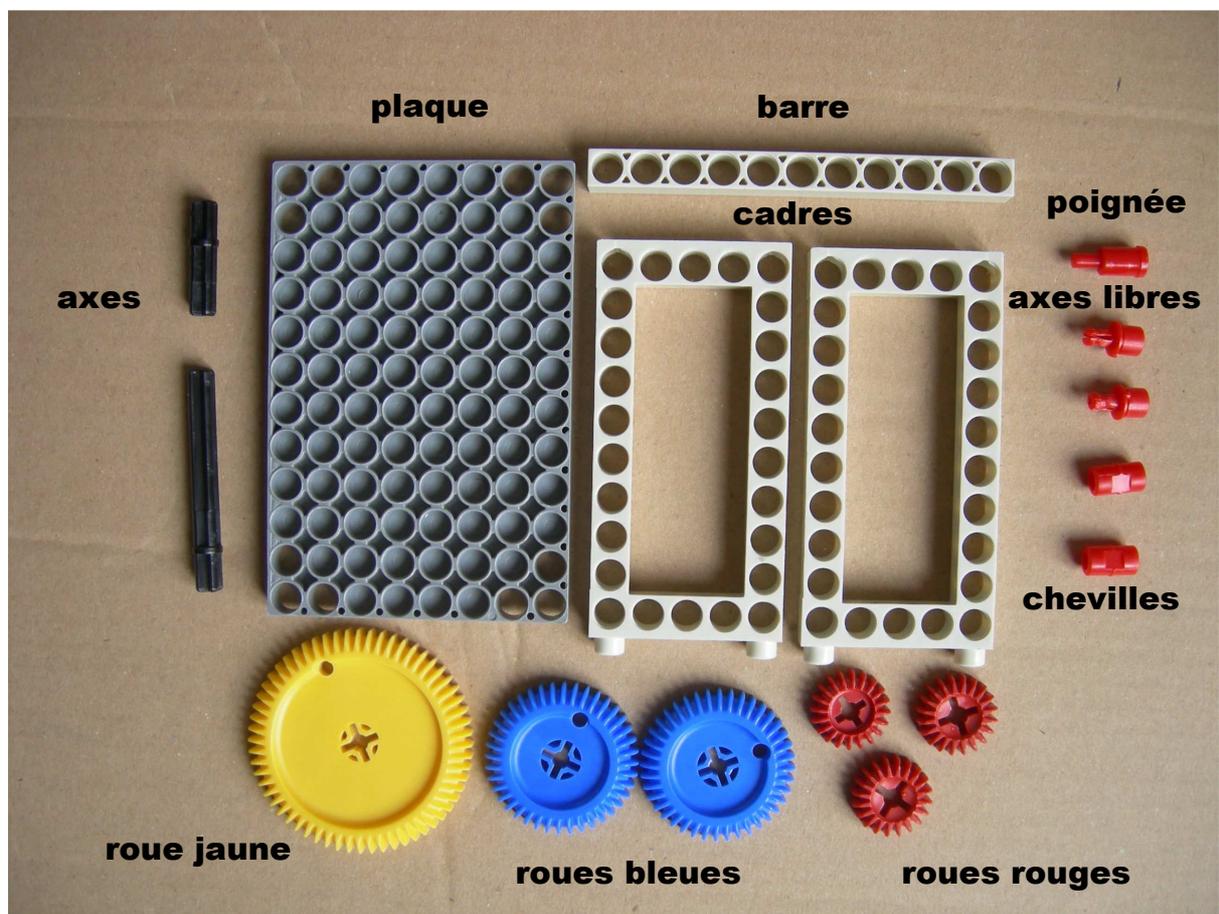
- Notion de mouvement d'entrée et de sortie.
- Spécificités des transmissions par poulies et par engrenages (à distance ou non) en comparant les mécanismes en jeu dans construction-poulies et construction-roues 1.
- Mise en lien avec les machines et objets triés lors de la première séance.

### Cahier d'expériences

Ces observations peuvent être consignées dans le cahier d'expériences.



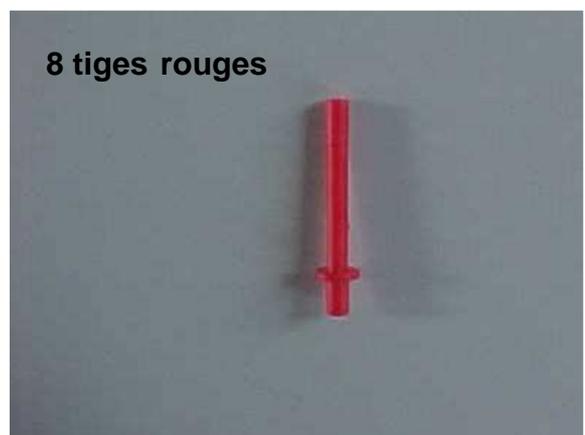
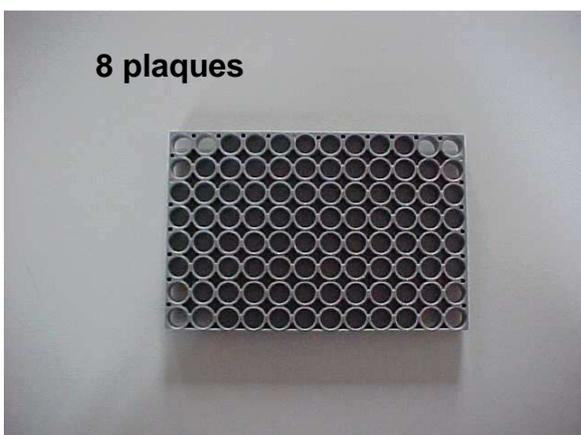
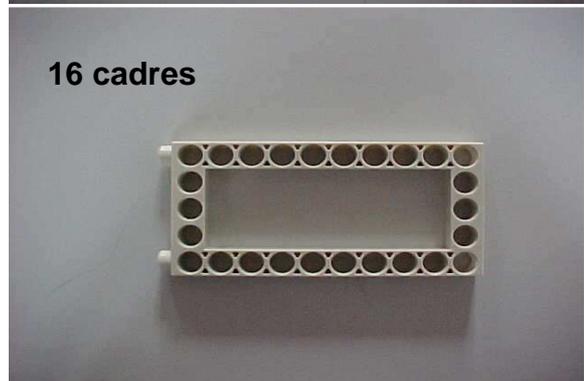
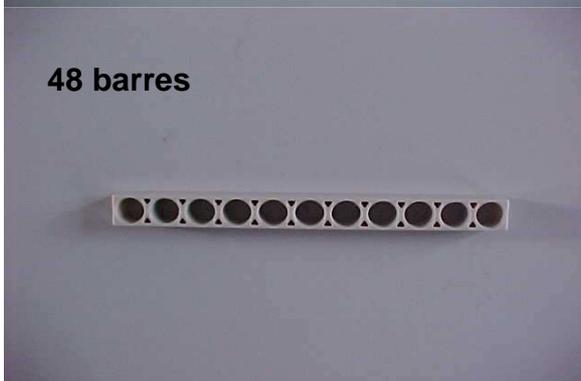
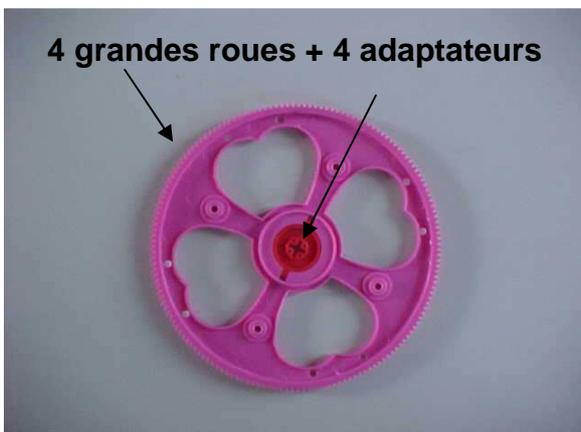
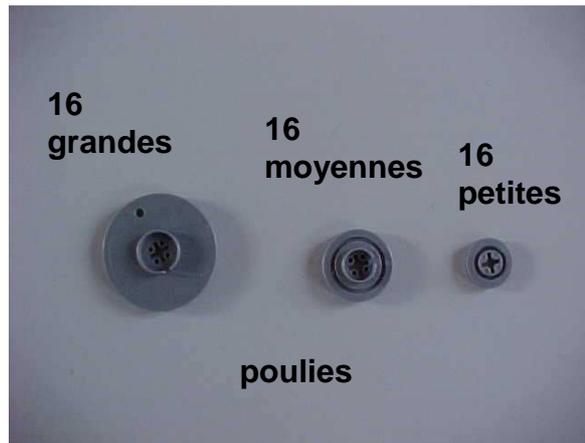
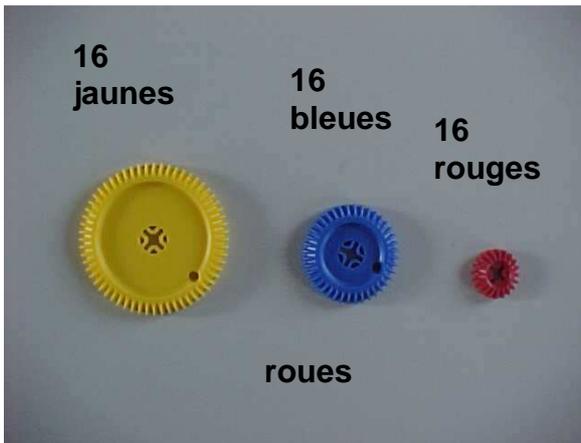




**Construction-roues 2**

## Notes pour les enseignants

Nomenclature des pièces de la mallette technologie cycle 3 Celda :



16 supports d'axes



4 arrache-chevilles



100 chevilles



16 poignées



14 fixations de plaques



20



12



16



axes

16 axes libres



8 connecteurs



# Séances 3 et 4 – Modélisation de mécanismes

## Objectifs :

Etre capable de monter ou démonter un objet technique simple  
Savoir analyser le mécanisme d'un objet technique  
Modéliser par une maquette le mécanisme d'un objet technique  
Apprendre à représenter un mécanisme

## Matériel :

Appareil photo numérique  
Essoreuses à salade  
Batteurs mécaniques  
Mallettes de technologie Celda

## Déroulement de la séance

### **1/ Situation de départ**

- Présentation et mise en fonctionnement par l'enseignant d'une essoreuse à salade.  
- Discussion à propos de la fonction d'usage de l'objet (il sert à séparer l'eau de la salade grâce à la force centrifuge), de ses différentes parties (poignée, couvercle, panier) et des caractéristiques de la transmission du mouvement :  
> il y a surmultiplication de la vitesse (quand on tourne la manivelle à l'entrée, ça tourne plus vite à la sortie, c'est-à-dire à l'intérieur du couvercle).  
> le sens de rotation à l'entrée et à la sortie est le même.

### **2/ Questionnement**

Quel type de mécanisme (dans le couvercle) permet de faire fonctionner l'objet ?

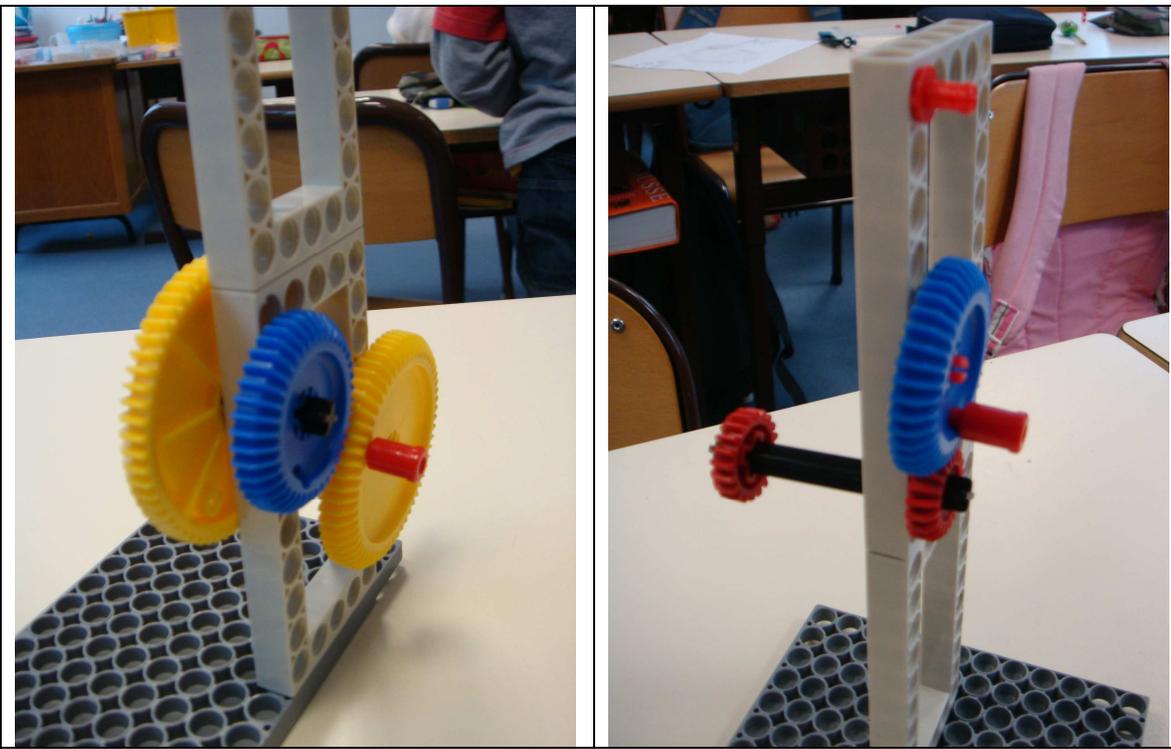
Attention : Il faut insister sur le fait que l'on veut modéliser **le système de transmission du mouvement** et pas l'objet lui-même.

### **3/ Hypothèses**

Sur leur cahier d'expériences, les élèves essaient de dessiner ou de décrire le mécanisme, tel qu'ils l'imaginent.

### **4/ Première phase de modélisation**

En utilisant le matériel de la mallette Celda, les élèves, par groupes de deux, réalisent un modèle du mécanisme de l'essoreuse.



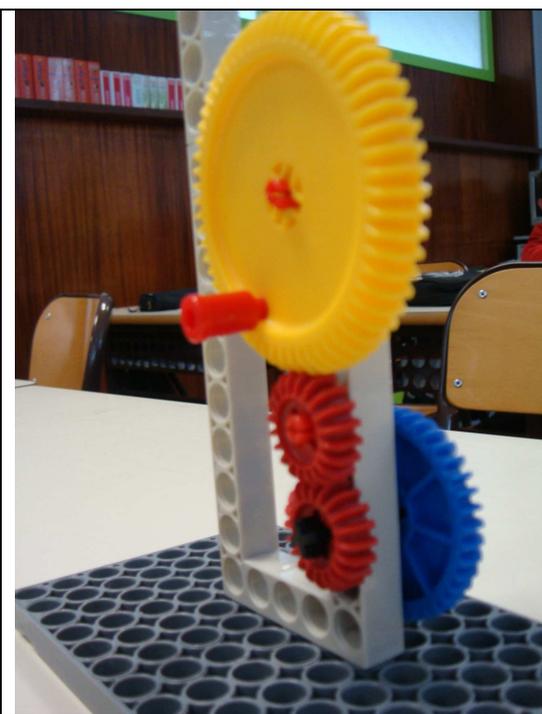
Exemples de réalisations

### 5/ Mise en commun

La mise en commun permet de comparer les différentes solutions proposées par les groupes. On constate que dans les systèmes mis en œuvre, on peut obtenir une vitesse de sortie supérieure à la vitesse d'entrée par l'utilisation de roues de tailles différentes. Par contre, les roues d'entrée et de sortie ne tournent pas dans le même sens.

### 6/ Seconde phase de modélisation

Les élèves travaillent à nouveau sur leur modèle afin d'aboutir à une réalisation dans laquelle les roues d'entrée et de sortie tournent dans le même sens.



Exemple de réalisation

## **7/ Mise en commun**

La solution trouvée pour conserver le même sens de rotation à l'entrée et à la sortie consiste à introduire une roue dentée supplémentaire.

Le mécanisme de l'essoreuse est dévoilé.

## **8/ Synthèse**

L'enseignant incite les élèves à formuler des observations générales concernant la transmission de mouvement par engrenages, qui seront approfondies lors de la séance suivante.

### **La même démarche sera adoptée avec le batteur mécanique.**

1. Le batteur mécanique est certainement un objet peu connu des élèves qui connaissent plutôt les batteurs électriques. Observer et analyser son fonctionnement permet de montrer l'évolution technique des objets au cours du temps.

2. L'enseignant met en fonctionnement le batteur en dissimulant le mécanisme. Les élèves, en observant les mouvements d'entrée et de sortie, émettent des hypothèses sur le mécanisme caché.

3. Les observations principales sur le fonctionnement du batteur sont :

> la transmission du mouvement se fait par engrenages.

> le changement de plan (mouvement vertical à l'entrée et horizontal à la sortie).

> une roue à l'entrée entraîne, en sortie, deux roues plus petites, de même taille et qui tournent ensemble.

> il y a surmultiplication de la vitesse.

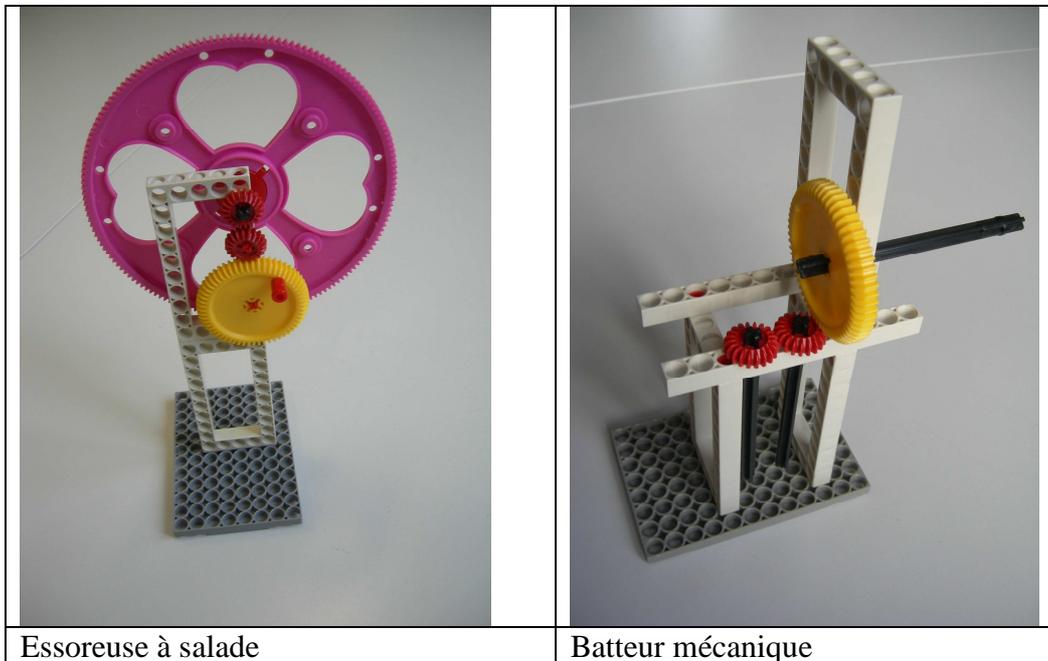
## **Cahier d'expériences**

Les dessins de la phase d'hypothèses ainsi que les photos des maquettes (éventuellement légendées) peuvent servir de trace pour chacun des groupes.

## **Notes pour les enseignants**

- Un engrenage est un système d'au moins deux roues dentées entraînées les unes par les autres.
- Les roues d'entrée et de sortie ont des vitesses différentes si elles ont des tailles différentes.
- En technologie, modéliser consiste à réaliser une maquette permettant de mettre en oeuvre un principe technique.

Exemples possibles de maquettes :



## Séance 4 – Propriétés de la transmission de mouvement par roues dentées

### Objectif :

Formaliser les principes de démultiplication (diminution de la vitesse) et de surmultiplication (augmentation de la vitesse).

Formaliser les principes de changement de sens ou de plan de rotation.

### Matériel :

Matériel de technologie Celda : plaques, cadres, roues jaunes, bleues, rouges, pièces de liaison.

### Déroulement de la séance

Cette séance a pour objectif d'approfondir les propriétés de la transmission de mouvement par engrenages à partir des mêmes défis que ceux proposés sur le site

[http://www.sciences92.ac-versailles.fr/spip/spip.php?page=imprimable&id\\_article=21](http://www.sciences92.ac-versailles.fr/spip/spip.php?page=imprimable&id_article=21)

Remarques préalables :

► Si le travail se déroule en classe entière, la limitation en matériel peut conduire à faire travailler des groupes de plus de 2 élèves.

► Matériel à prévoir : contrairement à ce que l'on voit sur les photos, il est préférable de ne pas mettre à disposition les grandes roues roses qui sont peu nombreuses dans les malles.

► Limiter le nombre de roues par groupe permet de pouvoir satisfaire en matériel tous les groupes.

### A. Première série de défis : plan horizontal.

**Défi n°1 : Augmenter le nombre de tours de la dernière roue par rapport au nombre de tours de la première.**



> Remarque :

Le nombre de roues intermédiaires entre la roue d'entrée et la roue de sortie, ainsi que leur taille, n'ont aucune influence sur le phénomène de surmultiplication qui ne dépend que de la taille des roues d'entrée et de sortie.

> **Conclusion** : Il faut que la première roue du système soit plus grande que la dernière.

**Défi n°2 : Diminuer le nombre de tours de la dernière roue par rapport au nombre de tours de la première.**



> Le nombre de roues dentées entre la roue de départ et la roue d'arrivée, ainsi que leur taille n'a toujours aucune importance.

> Remarque : il est possible de trouver une correspondance entre les roues dentées de tailles différentes et d'utiliser à ce moment les fractions. Exemple : lorsque la rouge fait un tour, la rose fait un huitième de tour. Si la bleue fait un tour, la jaune fait un tiers de tour, etc...

(un repère sur les roues permettra de compter le nombre de tours plus facilement)

> **Conclusion** : Il faut que la première roue soit plus petite que la dernière.

**Défi n°3 : Conserver le même nombre de tours entre la roue de départ et la roue d'arrivée en réalisant un système d'engrenages d'au moins 4 roues.**



> Remarque : Le nombre de roues entre la première et la dernière, ainsi que leur taille n'ont toujours aucune importance.

> **Conclusion** : La roue de départ et la roue d'arrivée doivent être de la même taille.

**Défi n°4 : Comment deviner le sens de rotation de la dernière roue d'un engrenage en connaissant le sens donné à la première ?**

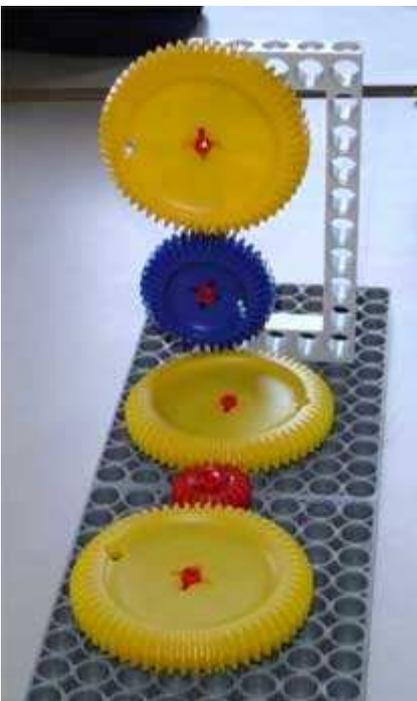
En manipulant avec un nombre de roues différent à chaque fois, les élèves arrivent à la conclusion suivante :

Quand le nombre de roues est pair, la dernière tourne dans le sens contraire de la première.

Si le nombre de roues est impair, la dernière tourne dans le même sens que la première.

**B. Deuxième série de défis : Vérification des conclusions précédentes dans le cas d'un changement de plan.**

L'enseignant introduit des structures verticales (cadres) et les élèves manipulent alors les engrenages afin d'observer que les propriétés mises en évidence précédemment sont valables dans le cas d'un changement de plan.



## Notes pour les enseignants

Dans le cadre du fonctionnement des engrenages, on appelle système **démultiplicateur** tout dispositif utilisant des roues dentées dont le fonctionnement entraîne une diminution de la vitesse de rotation d'entrée. Si, pour un tour de la roue d'entrée, la roue de sortie réalise moins d'un tour, le système est **démultiplicateur**.

Dans le cas contraire, le système est **surmultiplicateur**.

## Séance 5 – Prolongement : Fabrication d'un manège

### Objectifs :

- Fabriquer un objet mettant en œuvre des mécanismes simples
- Investir des principes de transmission et transformation des mouvements dans un projet technologique.

### Notes pour les enseignants

Rappel sur la démarche technologique :

Analyse du besoin : A quoi et à qui l'objet va servir ?

Cahier des charges : Quelle est la fonction globale de l'objet ? A quelles contraintes est-il soumis ?

Conception de l'objet : recherche de solutions techniques (matériaux, mécanismes, assemblages, outils)

Réalisation d'un prototype

Mise en commun pour dégager les meilleures solutions

Elaboration de la fiche de fabrication

Fabrication de l'objet



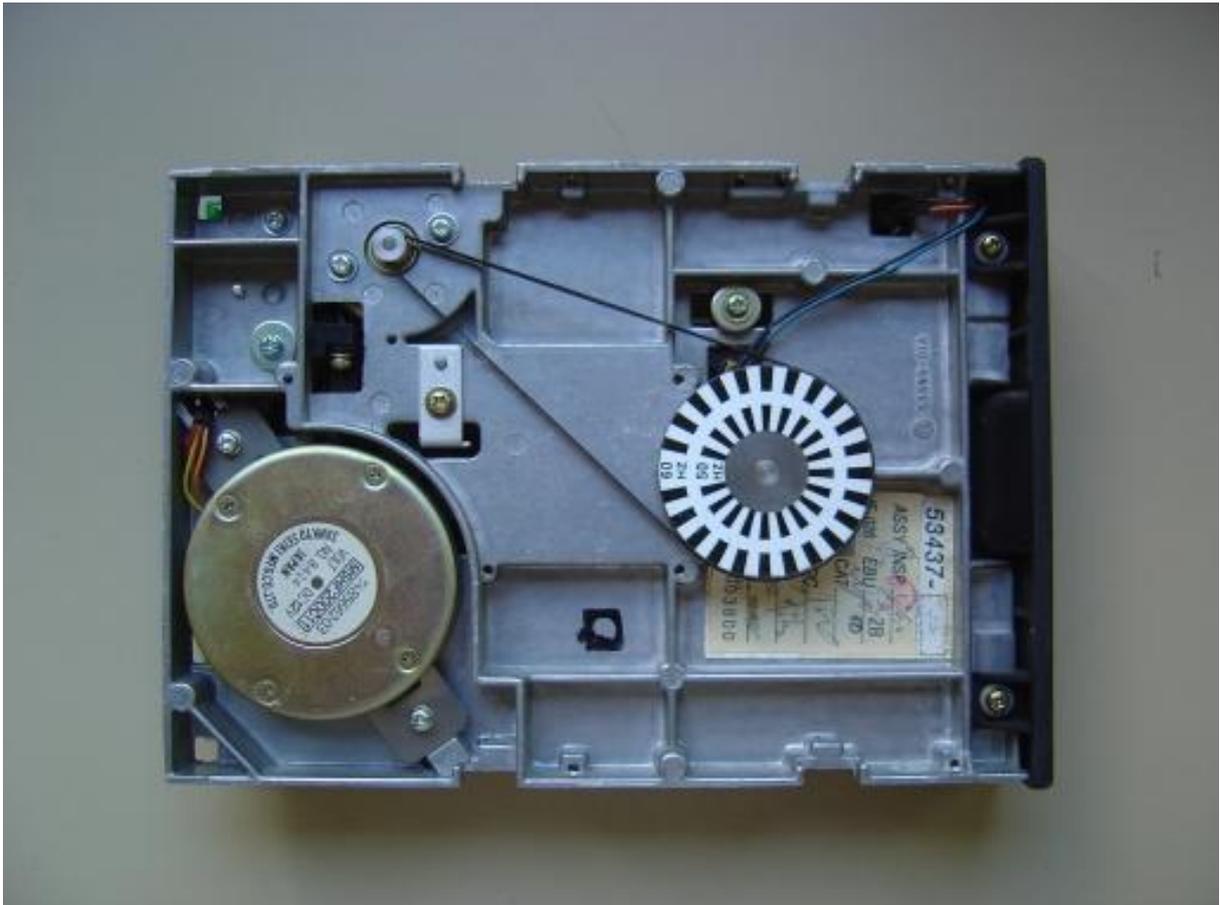
Métier à tisser



Vélo



Moulin



Lecteur de disquettes



Tire-bouchon



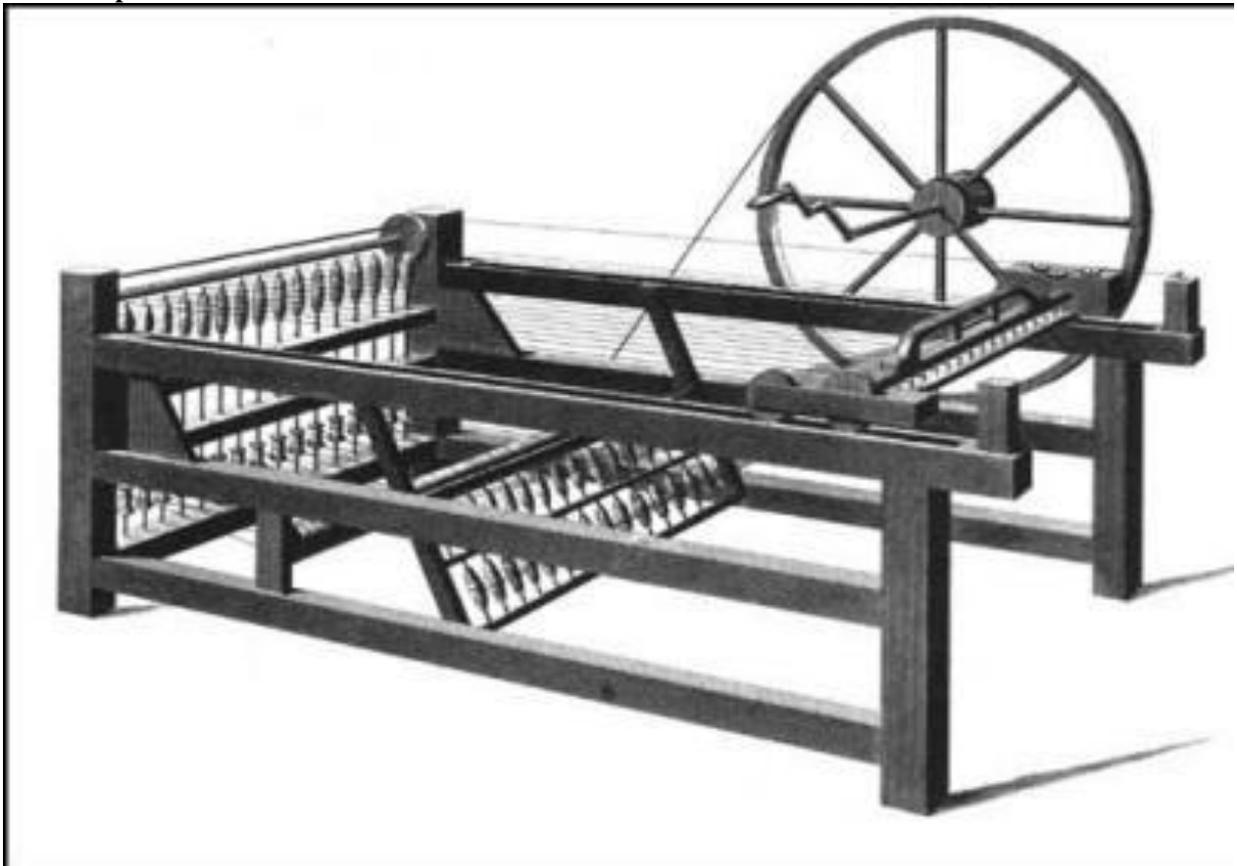
**Batteur à oeufs**



**Essoreuse à salade**



Remonte-pente



Rouet

**16  
jaunes**



**16  
bleues**



**16  
rouges**



**roues**

**16  
grandes**



**16  
moyennes**

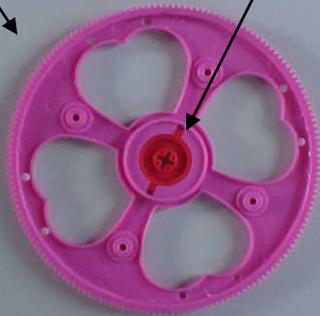


**16  
petites**



**poulies**

**4 grandes roues + 4 adaptateurs**



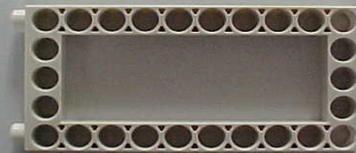
**10 courroies**



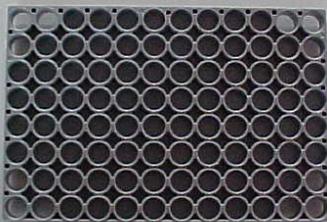
**48 barres**



**16 cadres**



**8 plaques**



**8 tiges rouges**



**16 supports d'axes**



**14 fixations de plaques**



**4 arrache-chevilles**



**20**



**12**



**16**



**axes**

**100 chevilles**



**16 axes libres**



**16 poignées**



**8 connecteurs**





**30 roues dentées + chaînons**