



IUFM - Site de La Roche sur Yon

Transmission et transformation du mouvement au cycle 3

Rappel de l'énigme :

Construis trois maquettes de manège mises en mouvement à la main.

La première tournera plus lentement que le mouvement de la main.

La seconde tournera plus vite que le mouvement de la main.

La troisième tournera en sens inverse du mouvement de la main.

Connaissances pour le maître : _____

Quelques définitions : mécanismes, organes, transmission et transformation de mouvement

La notion de mécanisme doit se comprendre comme un agencement de pièces mis en mouvement en vue d'un fonctionnement d'ensemble.

Dans tous les cas cet agencement de pièces est mis en mouvement par un apport d'énergie. Le mouvement est transmis, au sein du dispositif, de pièce en pièce. La nature du mouvement peut être conservée d'une pièce à l'autre (par exemple rotation → rotation).ou transformée (par exemple rotation → translation).

L'énergie susceptible de mettre en mouvement les différents mécanismes peut prendre différentes formes : mécanique (les muscles, les fluides comme l'eau et l'air), chimique (les combustibles), rayonnante (le soleil), thermique (nappes géothermiques), électrique, nucléaire.

Lorsque, dans un dispositif mécanique, le mouvement de sortie est de même nature que le mouvement d'entrée on parle de transmission de mouvement. Par exemple, lorsque l'on tourne la « manivelle » de l'essoreuse à salade (rotation), elle entraîne le panier qui contient la salade (rotation).

Par contre, si le mouvement de sortie est de nature différente par rapport au mouvement d'entrée, on parle alors de transformation de mouvement. Par exemple, le système pignon-crémaillère du microscope qui transforme le mouvement de rotation exercé par l'utilisateur sur la molette en mouvement de translation du support des lentilles de l'appareil.

Par ailleurs, un mouvement peut être continu (toujours dans le même sens) ou alternatif (il change périodiquement de sens).

Un mécanisme est généralement composé d'éléments en mouvement qui agissent les uns sur les autres.

On appelle organes les éléments de base du mécanisme.

Il y a **3** catégories d'**organes** qui transmettent ou transforment un mouvement.

Organe moteur

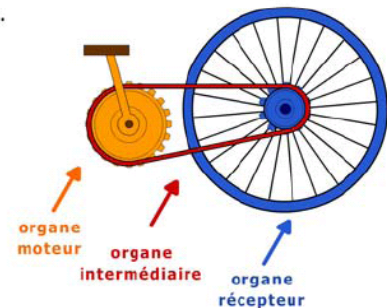
Il communique le mouvement reçu d'une force extérieure.

Organe intermédiaire

Quand il est présent, il transmet ou transforme le mouvement.

Organe récepteur

Il reçoit le mouvement et exécute l'action.



Les mouvements de base :

Dans un mécanisme, certains organes (éléments) peuvent être en mouvement. Il existe deux types de mouvement de base : la translation et la rotation.

Dans une translation, l'organe suit une trajectoire rectiligne qui sera symbolisée par une flèche droite.

Dans une rotation, l'organe suit une trajectoire circulaire qui sera symbolisée par une flèche en arc de cercle.

Tout autre mouvement résulte de la combinaison de ces deux mouvements.

Les principaux systèmes de transmission de mouvement :

Transmission de mouvement

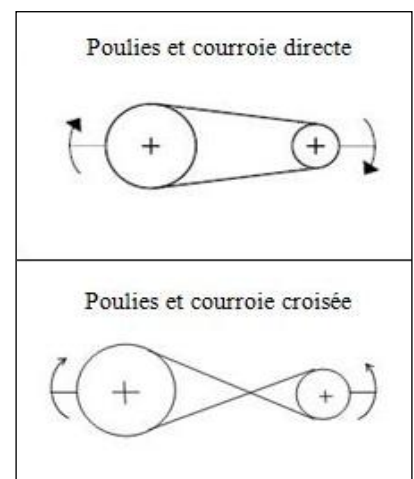
c'est la communication d'un même mouvement d'un organe à un autre.

Les systèmes poulies / courroie :

Ce dispositif, assurant la transmission d'un mouvement de rotation à distance, renferme au minimum 2 poulies et une courroie.

Une poulie est une roue portée par un axe et dont la jante est aménagée pour recevoir une courroie. Il s'agit de transmettre un mouvement à distance. L'entraînement est réalisé par l'adhérence de la courroie sur les poulies. Deux poulies reliées par une courroie directe ont le même sens de rotation, deux poulies reliées par une courroie croisée ont des sens de rotation inverses.

Si les deux poulies ont le même diamètre, elles effectuent, en un temps donné, le même nombre de tours. Si elles ont des diamètres différents, la vitesse de rotation est multipliée ou réduite.



Les systèmes « pignons / chaîne » :

Ce système permet la transmission d'un mouvement de rotation entre deux roues dentées qui ne sont pas en contact. L'entraînement se fait par les maillons d'une chaîne qui s'engrènent sur les dents de la roue.

On appelle « pignon » la roue dentée qui a le plus petit nombre de dents. La chaîne est l'organe intermédiaire de ce système. Le sens de rotation de la roue d'entrée et de la roue de sortie est identique. Le mouvement des roues est réversible.

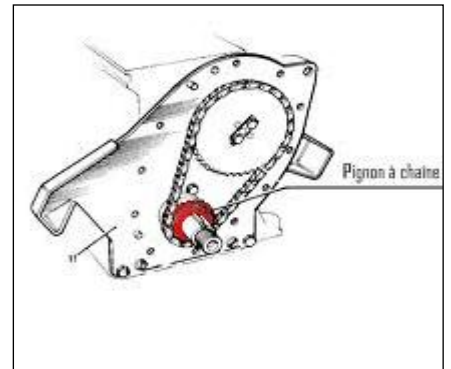
On peut utiliser les roues dentées et les chaînes pour changer la vitesse de rotation du système.

Si le nombre de dents de la roue d'entrée est égal au nombre de dents de la roue de sortie, il n'y aura pas de changement de vitesse.

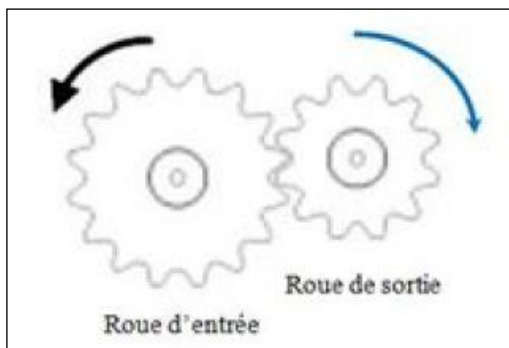
Si le nombre de dents de la roue d'entrée est différent du nombre de dents de la roue de sortie, il y aura alors un changement de vitesse.

Si la roue d'entrée comporte deux fois moins de dents, la roue de sortie tourne deux fois moins vite que la roue d'entrée.

Si la roue d'entrée comporte deux fois plus de dents, la roue de sortie tourne deux fois plus vite.



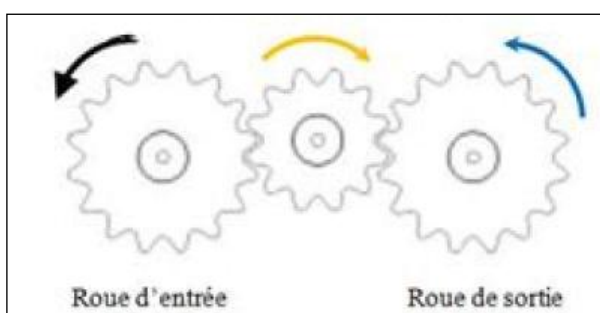
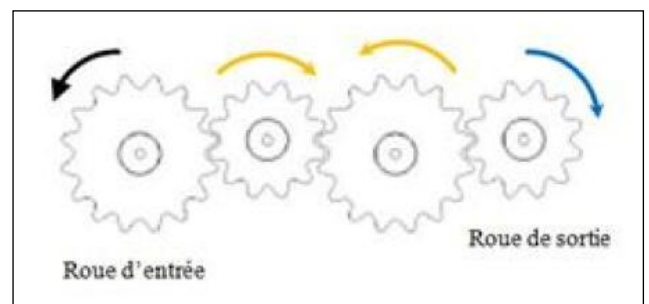
Les systèmes d'engrenages :



Un engrenage est un mécanisme constitué d'au moins deux roues dentées mobiles en rotation autour de deux axes. Les dents viennent successivement en contact les unes avec les autres, on dit qu'elles « s'engrènent ». Ces roues peuvent avoir différents diamètres et un nombre de dents différent. On appelle « pignon » la roue dentée qui a le plus petit nombre de dents. Le système peut être amorcé par n'importe quelle roue. Le mouvement de transmission est réversible.

La roue d'entrée (roue menante) entraîne par le contact successif de ses dents la roue de sortie (roue menée).

Lorsque le nombre de roues dentées extérieurement est pair, le sens de rotation de la roue d'entrée et le sens de rotation de la roue de sortie sont inverses.

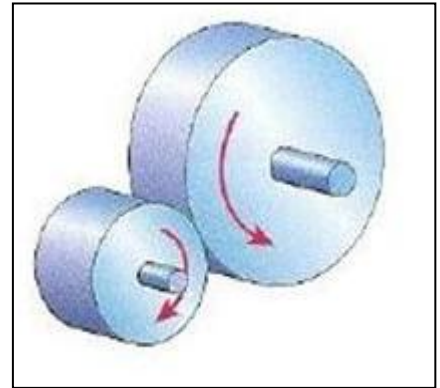


Lorsque le nombre de roues dentées extérieurement est impair, le sens de rotation de la roue d'entrée et le sens de rotation de la roue de sortie sont identiques.

Les mécanismes à roues de frictions :

Les roues de friction sont un système mécanique composé de deux roues qui sont en contact et qui servent à la transmission du mouvement de rotation. Les roues n'ont pas de dents; leur surface est souvent rugueuse. Le sens de rotation de la roue d'entrée et le sens de la rotation de la roue de sortie sont inversés. Le mouvement est réversible. On peut tourner les roues dans un sens comme dans l'autre.

Si les roues sont de diamètres différents alors la vitesse de rotation de la petite roue est supérieure à la vitesse de rotation de la grande roue. La vitesse de rotation est alors multipliée ou réduite.



Dans le cadre du travail conduit avec les élèves sur la réalisation de maquettes de manège répondant aux contraintes fixés dans l'énigme « Sciences en Jeux », les dispositifs mécaniques mis en œuvre relèveront de la transmission de mouvement.

Cependant, deux mécanismes de transformation sont présentés ci-dessous, car leur étude peut relever des prolongements possibles à la séquence prévue pour répondre au défi.

Les principaux systèmes de transformation de mouvement :

Transformation de mouvement

c'est une action mécanique qui change la nature du mouvement.

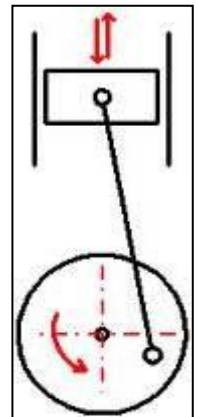
Le système « bielle/manivelle » :

La bielle est une tige rigide, articulée, à ses 2 extrémités, destinée à la transmission du mouvement entre 2 pièces mobiles.

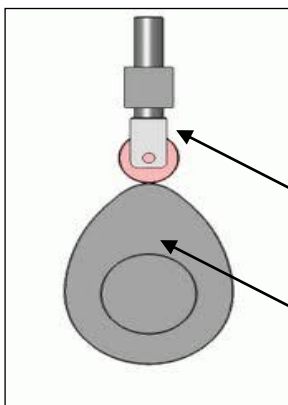
La manivelle est un organe de machine auquel est imprimé un mouvement de rotation.

Dans ce système, un mouvement de rotation est imprimé à la manivelle et la bielle assure la transformation du mouvement à une autre pièce, tel le piston.

Ce dispositif est réversible. L'amplitude du mouvement est liée à la distance axe / manivelle.



Le système « came/tige » :



Une came est une pièce mécanique non circulaire à laquelle est imprimé un mouvement de rotation et destiné à transmettre le mouvement d'une tige. Elle transforme le mouvement de rotation en un mouvement de translation alternatif. L'amplitude du mouvement est liée aux dimensions de la came.

Tige

Came

Notions à construire par les élèves : _____

Extrait des programmes 2008 : *Les connaissances et les compétences sont acquises dans le cadre d'une démarche d'investigation qui développe la curiosité, la créativité, l'esprit critique, l'intérêt pour le progrès scientifique et technique.*

En sciences et technologie, les programmes de juin 2008 prévoient l'étude des objets techniques auxquels les objets mécaniques appartiennent. La transmission de mouvements très présente dans les objets de la vie quotidienne fera donc l'objet d'une étude en classe.

Connaissances :

- Vocabulaire : transmission, transformation, rotation, translation, poulie, courroie, engrenage, roue dentée. (le vocabulaire est à adapter selon le dispositif produit) ...

Compétences :

- Concevoir et expérimenter un dispositif technique pour soulever ou déplacer un objet.
- Analyser et comparer le fonctionnement de différents objets techniques de la vie quotidienne dans lesquels un mouvement est transmis ou transformé. Identifier ces transformations et ces transmissions.
- Connaître des dispositifs de transmission du mouvement.
- Connaître des dispositifs de transformation du mouvement.

Les compétences attendues de fin de cycle 3 qui pourront être travaillées et validées (deuxième palier pour la maîtrise du socle commun) sont les suivantes :

Compétence 3 : Les mathématiques et la culture scientifique et technologique :

- pratiquer une démarche d'investigation : savoir observer, questionner ;
- manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter ;
- mettre à l'essai plusieurs pistes de 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 ;
- exercer des habiletés manuelles, réaliser certains gestes techniques.

Compétences 1 : Maîtrise de la langue française :

- s'exprimer à l'oral comme à l'écrit dans un vocabulaire précis ;
- comprendre des mots nouveaux et les utiliser à bon escient ;
- comprendre en lecture : s'approprier des connaissances scientifiques en s'appuyant sur la recherche documentaire ;
- rédaction : décrire, expliquer une démarche, justifier une réponse ...

Activités possibles

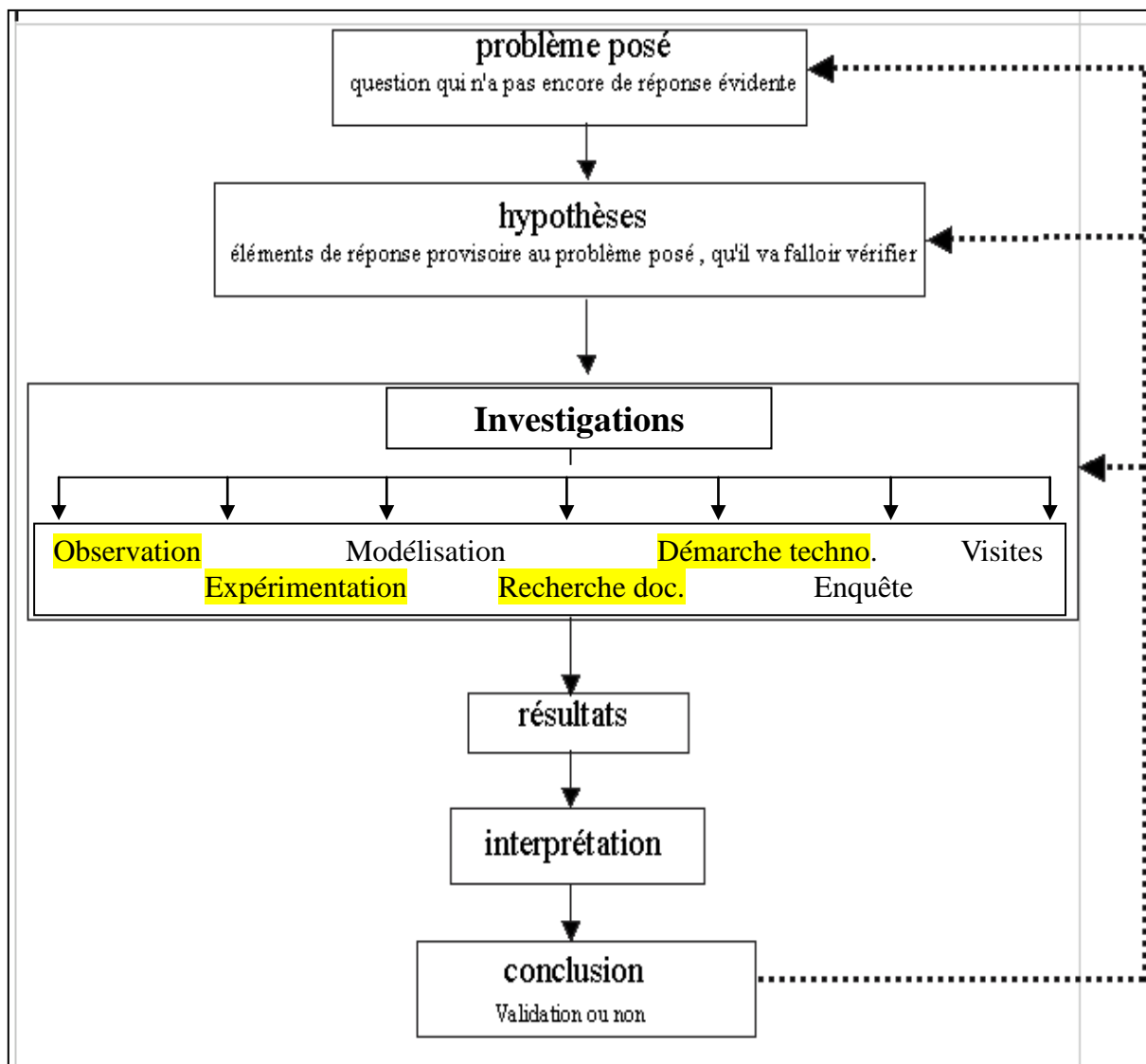
Comme pour toutes les énigmes de « Sciences en Jeux », il est nécessaire d'utiliser la démarche d'investigation pour traiter cette question. En effet, cette démarche permet non seulement l'acquisition de connaissances, mais favorise également l'appropriation de nombreuses capacités et attitudes en installant un mode de réflexion favorable au questionnement scientifique. Elle commencera par un recueil des hypothèses des élèves, que l'on va ensuite « mettre à l'épreuve ». L'investigation nécessitera la mise en œuvre de diverses formes de recherche qui seront conduites de manière complémentaire : **observation, expérimentation, modélisation, recherche documentaire, enquête, visite ...** Les formes travaillées se nourriront mutuellement pour valider ou non les hypothèses de travail.

- **Pistes d'investigation :**

Objectifs de la séquence :

- L'élève s'initie à la recherche de solutions techniques
- Il s'imprègne d'une démarche scientifique.
- Il s'approprie des notions scientifiques de base relatives à la transmission de mouvements (connaissances)

Le schéma général de la séquence sera de la forme



I. Le problème posé et les hypothèses

Situation de départ : Un défi, une fête foraine arrive dans le village, ...

Emergence des représentations des élèves.

Les enfants notent dans le cahier d'expériences leurs solutions (parfois simplement des ébauches) avec leurs mots, en faisant des schémas ... Ce sont les pages personnelles non corrigées. (Travail individuel). Eventuellement, à posteriori, ils ajoutent des dessins, des images.

Pendant ce temps, le professeur note leurs représentations initiales afin de préparer des ressources, des expérimentations et des recherches documentaires pour la suite.

II. Les investigations

Les investigations qui seront conduites dans le cadre de cette séquence seront très probablement de diverses formes. Il est en effet rare de pouvoir apporter une réponse à la question posée en ne mettant en œuvre qu'une forme d'investigation.

Dans le cadre de cette production d'objets technologiques répondant à un cahier des charges défini dans la question Sciences en jeux, il est envisageable de s'appuyer sur les formes d'investigation suivantes :

L'observation : Dans notre quotidien, beaucoup d'objets utilisent des systèmes de transmission de mouvement (rotation → rotation) et peuvent à ce titre nous intéresser. Citons à titre d'exemple l'essoreuse à salade, certains fouets mécaniques simples, le système chaîne pignons du vélo, les systèmes poulie courroie d'anciens baladeurs (qu'il convient de démonter pour l'observation) ...

L'observation de tels systèmes permettra aux élèves qui n'auraient pas de solutions au problème d'alimenter leur réflexion pour parvenir à proposer des réponses argumentées. Ce temps sera décroché et préparera, s'il est mis en œuvre, le temps de la démarche technologique.

La recherche documentaire : Au même titre que l'observation, la recherche documentaire aura pour objectif d'alimenter une réflexion productive. En effet, une démarche technologique, qui s'appuie sur des essais débouchant sur la réalisation de prototypes toujours améliorés pour mieux répondre au cahier des charges, ne peut se concevoir qu'à partir du moment où le bagage technologique de l'élève est suffisant pour construire, dans une situation complexe, des réponses à partir de dispositifs de base connus.

La démarche technologique : Si les élèves connaissent déjà des dispositifs élémentaires de transmission de mouvement, s'ils en ont découvert par l'observation ou la recherche documentaire, ils sont en situation de pouvoir produire des réponses adaptées, qu'ils pourront justifier par l'argumentation. Cette démarche vise la production d'objets répondant parfaitement au cahier des charges. Chemin faisant, les élèves construiront simultanément des connaissances technologiques et scientifiques qu'il conviendra de repérer et d'institutionnaliser ...

Cette démarche se caractérise par les étapes suivantes :

- Mise en projet : présentation de l'objet (observation de photos, prototype du maître mécanisme caché, etc.), pour sensibiliser, motiver, soulever des interrogations, définir la fonction,
- Observation de l'objet pour analyser, décomposer l'objet en éléments de base simples,
- Recherche de quelques solutions techniques simples.
- Recherche des matériaux, anticipation sur les actions à mener,
- Lecture des fiches pour faire correspondre les parties de l'objet et leur représentation,
- Ecriture de la notice de fabrication,
- Fabrication et contrôle,
- Essais pour valider, régler, ajuster,
- Analyse des dysfonctionnements, modifier, corriger ...
- Utilisation de l'objet

Bien évidemment, les différentes formes d'investigation précédemment évoquées s'articuleront à la démarche technologique pour apporter les connaissances et les capacités indispensables à la fabrication de l'objet.

L'expérimentation :

La mise en œuvre d'une démarche expérimentale pourra éventuellement permettre de mieux comprendre le fonctionnement de certains dispositifs mécaniques. Par exemple, dans le cas des engrenages, la mise en place d'expériences peut permettre de construire les connaissances suivantes relatives aux propriétés des roues dentées :

Sur le sens de rotation des roues :

- Dans un engrenage comportant un nombre pair de roues dentées (2,4,6 ...) le mouvement de rotation de la dernière roue s'effectue en sens inverse de celui de la première roue.
- Dans un engrenage comportant un nombre impair de roues dentées (3,5,7...) le mouvement de rotation de la dernière roue s'effectue dans le même sens que celui de la première roue.

Sur la vitesse de rotation des roues :

- Si la roue menante est plus petite que la roue menée, cette dernière tournera moins vite que la roue menante.
- Si la roue menante est plus grande que la roue menée, cette dernière tournera plus vite que la roue menante.

III. Résultats, interprétation, conclusion

Les divers écrits des élèves aux différents moments de la démarche feront clairement apparaître les solutions et les résultats qu'ils ont pu trouver, sous forme de schémas et de courts écrits. Les élèves ne manqueront pas d'interpréter les résultats trouvés, à l'oral comme, à l'écrit.

La conclusion validée fera l'objet d'une « institutionnalisation » des savoirs facilement identifiable dans le cahier de l'élève.

- **L'institutionnalisation des savoirs (dans le cahier de l'élève) :**

Les programmes de juin 2008 précisent que «les travaux des élèves font l'objet d'écrits divers consignés, par exemple, dans un carnet d'observations ou un cahier d'expériences».

La trace écrite institutionnelle présentera les recherches faites (descriptions, schémas), les résultats et les interprétations que l'on a pu mettre en avant (explications, schémas, ...) et précisera de manière concise les conclusions auxquelles on est arrivé pour répondre à l'énigme ...

- **Des prolongements :**

Il est possible de prolonger ce travail de fabrication par :

- Une étude plus approfondie des propriétés d'un dispositif mécanique en s'appuyant sur une démarche expérimentale (par exemple le rapport entre le nombre de tour de la roue menée / au nombre de tour de la roue menante en fonction du nombre de dents des roues ...)
- La découverte d'objets techniques divers s'appuyant sur des dispositifs mécaniques comparables
- La réalisation de nouveaux objets en réinvestissant les connaissances technologiques acquises.
- La découverte de mécanismes de transformation de mouvement (rotation → translation ou translation → rotation)

- **La trace écrite Sciences en jeux :**

La sélection des traces produites par les élèves (traces écrites, photographiques, audio, vidéo ...) rendra compte du cheminement des élèves, de leurs divers essais, des conclusions qui sont tirées. On trouvera donc en ligne des écrits correspondants aux divers moments de la démarche d'investigation :

La question de départ

Les écrits présentant des hypothèses de quelques élèves

Les écrits présentant quelques investigations conduites

Les écrits présentant les résultats et les conclusions de quelques élèves

L'écrit (ou les écrits) d'institutionnalisation des savoirs construit à l'occasion de cette séquence.

Sur le site Sciences en jeux, on réservera l'écriture en italiques aux commentaires du maître.

Quelques obstacles prévisibles

Le manque de matériel peut être perçu par l'enseignant comme étant un réel obstacle. On peut dans certaines circonscriptions emprunter des malles sciences et technologie contenant des roues dentées, des poulies ... (cf. atelier Techno C3 de l'animation pédagogique Sciences en Jeux). La mallette « techno C3 » de Fontenay le Comte peut éventuellement être empruntée par une école hors circonscription inscrite à Sciences en Jeux.

La fabrication avec les élèves du matériel nécessaire peut également être envisagée. Par exemple, fabriquer des roues dentées de différents diamètres est relativement simple : après avoir collecté des boîtes rondes (fromage par exemple) il suffit de coller un carton ondulé comme celui présenté ci contre sur la circonférence. On perce un trou au centre de la boîte. La roue dentée est prête.



Les élèves peu habitués à utiliser des jeux de construction et donc peu habitués à organiser dans l'espace des organes constituant un dispositif mécanique auront probablement des difficultés. Les repérer rapidement permettra de constituer des groupes hétérogènes ou encore de constituer un groupe avec une prise en charge « renforcée » (présence du maître importante).

On pourra consulter :

- **Sur Internet :**

Article de P. Raffarin, PIUFM, académie de Poitiers :

http://ww2.ac-poitiers.fr/ia79-pedagogie/IMG/pdf/Transmission_de_mouvement.pdf

CRDP de Montpellier, ressources en sciences

http://www.ia94.ac-creteil.fr/sciences/aides/defis/carte_animee.htm

Site de la Main à la Pâte (tapez « engrenage, poulie, ... dans le moteur de recherche en haut à droite de la page d'accueil)

http://www.fondation-lamap.org/??Page_Id=6&Element_Id=319&DomainScienceType_Id=12&ThemeType_Id=26

Les mouvements : transmission et transformation

http://www.tice1d.13.ac-aix-marseille.fr/sciences/defi_2/p23c5.pdf

Technologie à l'école primaire - Les réalisations techniques : systèmes de transmission et transformation de mouvement (les mécanismes)

<http://stsp.creteil.iufm.fr/article89.html>

Ecrits d'élèves et séquence autour de la transmission de mouvement

<http://wheb.ac-reims.fr/ia10/lamap/?+-Transmission-de-mouvement-+>

Les transmissions mécaniques

<http://cm1cm2.ceyreste.free.fr/mouvements.html>

Site d'école présentant différentes fabrications de roues dentées ...

<http://www.notre-ville.ens-cachan.fr/ecoles/coteau/coteau2010/science/engrenages/engrenages.htm>

Transformation de mouvement : la carte animée (système bielle / manivelle)

http://www.ia94.ac-creteil.fr/sciences/aides/defis/carte_animee.htm

Animation flash pour apprendre et s'entraîner

http://www.techno-flash.com/activites/6_transmission_mouvement/transmission_mouvement.html

L'essoreuse à salade

<http://stsp.creteil.iufm.fr/article221.html>

- **Ouvrages et documents multimédia :**

THOUIN Marcel, **Enseigner les sciences et la technologie au préscolaire et au primaire**, Editions Multi Mondes, 2004, 391 p.

THOUIN Marcel, **Problèmes de sciences et technologie**, Editions Multi Mondes, 1999, 664 p.

ESPAGNET Olivier, SAURA Jean Charles, **50 activités en sciences expérimentales et technologie au cycle 3** Editions CRDP de Midi-Pyrénées 2010

PADILLA Fernand, SOUM Gabriel, FREDE Valérie, BUTTO Claude, **Construire ses connaissances en sciences par l'expérimentation. Les objets techniques, fascicule 2**, Editions Cepadues, 2008

L'HARIDON Arlette, **Enseigner la technologie au cycle 3**, Editions Nathan, 2003

FAUCON Guy, FOURNEAU Jean Claude, **Faire des sciences à l'école, cahier N° 6, Transmission et transformation du mouvement ; la grue, l'équilibre**, Editions CRDP des Pays de la Loire, 2000

- **Revue :**

Les engrenages, dans **JD2I (2008/09-01) paru en Septembre 2008** : Fiches pédagogiques autour des engrenages, en CM1 : manipulation et découverte, utilisation dans le cadre d'un protocole expérimental, découverte des principes d'accélération, de décélération et de rotation.