

### III. Expérimentations en classe

#### 1. Introduction

Ce chapitre présente quatre séquences qui ont été construites lors de cette recherche. Ces séquences ont été expérimentées dans des classes du dernier cycle de l'enseignement primaire ou du premier cycle de l'enseignement secondaire. Sur le plan des savoirs, toutes appartiennent au domaine de l'énergie : la force de l'eau, les engrenages ou l'électricité.

Chacune de ces quatre séquences se compose de plusieurs activités qui se sont succédées dans le temps. Pour chaque activité mettant en œuvre une démarche expérimentale -qu'elle soit de type expérience-action, expérience-outil ou expérience-objet-, une fiche-outil a été rédigée. Ces fiches-outils doivent être considérées comme un complément à la séquence mais ne sont pas destinées à être sorties de leur contexte. C'est en effet la gradation que nous trouvons intéressante puisqu'elle permet de faire varier le statut de l'expérience en classe et donc le rôle de l'élève ainsi que les savoir-faire mis en jeu.

#### 2. Comment se présente chaque séquence ?

- Chacune débute par un **descriptif du vécu en classe**. Cette partie est illustrée par des photos prises sur le terrain et enrichies de commentaires des enseignants, des enfants ou des chercheurs ;
- Pour accroître la lisibilité, **un plan** reprend les différentes phases de travail (celle-ci correspondent aux différentes périodes scolaires durant lesquelles les activités ont été menées).
- Deux tableaux précisent les **compétences**, savoirs et savoir-faire, que la séquence permet d'exercer auprès des enfants.
- Les **fiches-outils** apportent un complément d'information pour qui voudrait mener la séquence en classe : précision quant au statut de l'expérience, liste du matériel nécessaire, organisation du déroulement – mise en situation, tâches attendues des élèves, ...-, prolongements éventuels, sources et références.
- Enfin, les **documents de structuration** sont les documents que les élèves ont reçus. Ils correspondent soit à un « cahier de laboratoire », soit à une synthèse théorique des concepts abordés, soit à des documents « pour aller plus loin ».

Les fiches-outils et les documents de structuration ont été conçus et rédigés, tantôt par les enseignants, tantôt par l'équipe de recherche.

# Organisation des activités autour des moulins à eau au primaire.

---

Cette description de séquence s'inspire fortement du vécu dans les classes de 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> années à l'École Saint Michel d'Esneux, dans la classe de Françoise. Delville. L'ensemble des activités s'est organisée sur trois semaines, à raison de 50 minutes par classe (20 à 25 élèves) et par semaine ; les 3 classes du troisième degré en parallèle.

Les fiches-outil et documents de structuration proposent des variantes et prolongements à la séquence décrite ci-dessous.

## 1. Première séance « à la découverte de la force de l'eau »

### 1.1 Expériences-action pour ressentir la force de l'eau

---

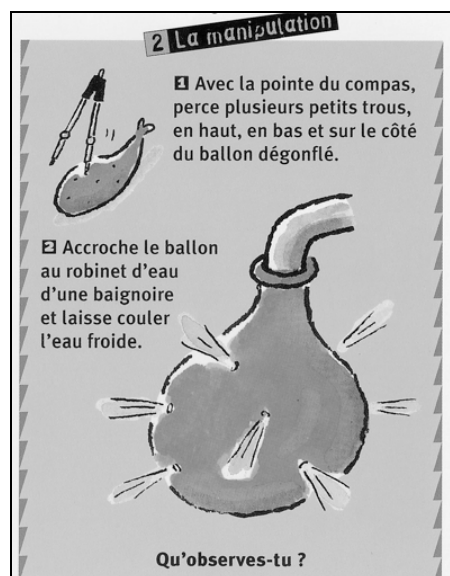
Les élèves réalisent deux mises en situation pour se rendre mieux compte de la force de l'eau.

Il s'agit ici de mettre sa main dans un bac à eau dans un sachet et de décrire ce que l'on ressent. « ça colle, ça pousse, ma main est compressée », « j'ai l'impression que ma main est mouillée », « l'eau chasse l'air qui est dans le sachet, vers la surface » « le sachet change de couleur »...

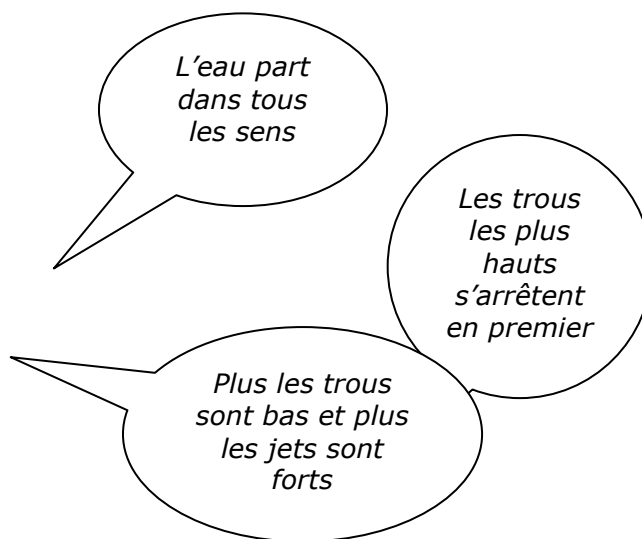


Ensuite, on demande de remplir un ballon de baudruche avec de l'eau et en mettant ses mains dessus, de ressentir la pression sur les parois du ballon. Un

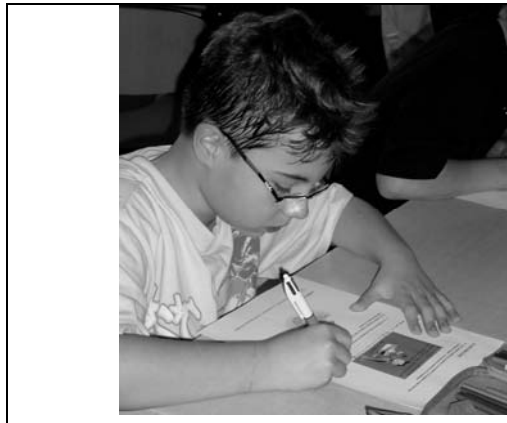
autre ballon dont la paroi a été perforée au compas est ensuite gonflé avec l'eau et les enfants observent les jets d'eau qui s'en échappent.



Réf<sup>1</sup>



## 1.2 Phase de structuration.



On demande aux enfants de dessiner les forces en jeu sur le stencil prévu (voir document de structuration 1) (vers la main, vers les parois du ballon puis dans le bac à eau : dans toutes les directions).

Certains enfants dessinent des flèches qui sortent de l'eau, vers le haut. D'autres à la surface de l'eau vers les parois du bassin.

<sup>1</sup> Fiche « les petits débrouillards L'encyclopédie pratique Albin Michel Jeunesse- fiches »

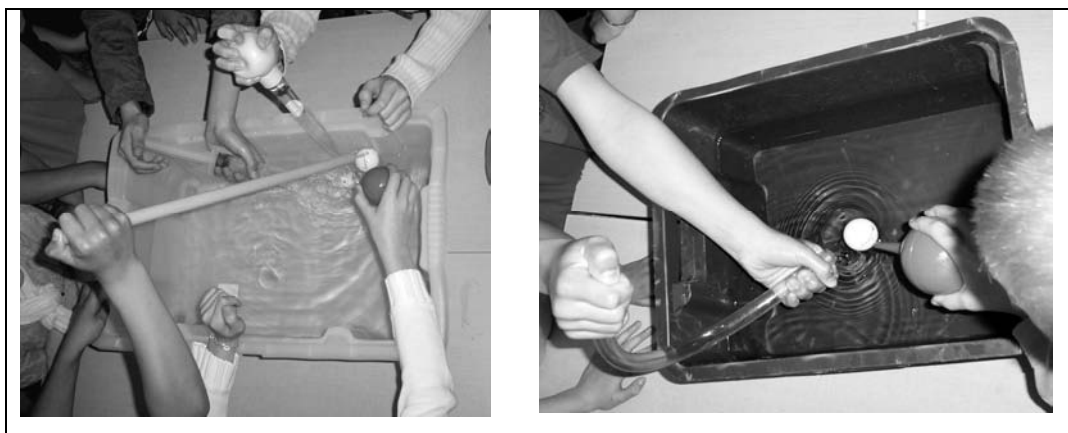
### 1.3 Expériences-action pour voir la force de l'eau

---

Les enfants ont constaté une force exercée par l'eau, mais « Comment va-t-on pouvoir se servir de cette force ? La diriger ? Comment mettre quelque chose en mouvement ? » (voir fiche-outil « eau » 1).

Les enfants émettent d'abord leurs idées sur une feuille, en rédigeant ou en dessinant. Ce n'est que dans un second temps qu'ils sont confrontés au matériel qui est mis à leur disposition.

Ils procèdent par groupe et par essais et erreurs pour arriver à mettre un objet en mouvement.



### 1.4 Phase de structuration.

---

Les enfants complètent alors le cahier de laboratoire (voir document de structuration 2) pour garder une trace de leurs manipulations.

### 1.5 Phase de sensibilisation

---

Les enfants sont ensuite amenés à donner des exemples d'utilisation de la force de l'eau, actuellement ou par le passé. Ils sont aussi invités à demander chez eux, pour la fois prochaine, ce que l'on peut bien faire avec la force de l'eau.

## 2. Deuxième séance : à la découverte du moulin...

### 2.1 Phase de sensibilisation

---

N'ayant pas la possibilité temporelle de se rendre dans un moulin pour une visite, l'enseignante a choisi de montrer une courte séquence filmée sur les moulins à eau<sup>2</sup>. Le but est de faire émerger quelques aspects importants tels que :

- Qu'y a-t-il à l'extérieur du moulin ? Quelle est sa situation géographique ? Quels sont les aspects historiques présentés ?...
- Quel est le rôle du moulin ?
- Qu'y a-t-il à l'intérieur du moulin ?

### 2.2 Expérience-action : utiliser la force de l'eau pour imiter le mouvement de la roue du moulin

---

Il s'agit ici de construire des roues qui tournent avec l'eau (roues à aube ou à auges) et de constater les différents paramètres possibles (taille de la roue, débit de l'eau, hauteur de chute, nombre et forme des pales, ...).

Les enfants doivent d'abord se mettre d'accord sur un projet avant d'aller chercher du matériel. Le matériel est disposé en vrac sur une table centrale, chaque groupe prend ce dont il a besoin (voir fiche « eau » 2 qui propose une version plus longue).



---

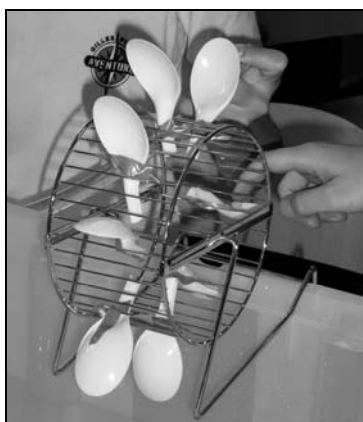
<sup>2</sup> Séquence de l'émission « Télétourisme » : les moulins et les hommes. Guy Lemaire. RTBF

La plupart des groupes s'empare des roues de hamster montées sur pieds. Ils essayent alors de les faire tourner à l'aide d'un jet d'eau. Cela ne marche pas. Il faut imaginer un dispositif « comme les planches du moulin » « quelque chose qui cale l'eau ». Certains colmatent la roue avec de l'adhésif avant d'y fixer des récipients pour l'eau (gobelets en carton, cuillères en plastique...).



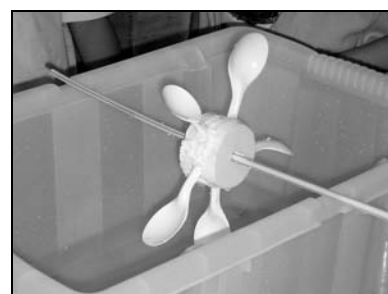
« On a mis d'abord du papier collant pour boucher les trous de la roue, mais cela ne tournait pas, alors on a eu l'idée de mettre comme des planches (les pincettes à linge) pour caler l'eau et cela marche... »

« Les pincettes à linge, cela tient tout seul sur la roue, mais cela ne va pas très bien car l'eau ne touche pas toujours les pincettes et puis les pincettes bougent... »



« Nous, on a pensé à utiliser des cuillères pour garder un peu l'eau qui tombe... il faut en mettre beaucoup et les fixer... »

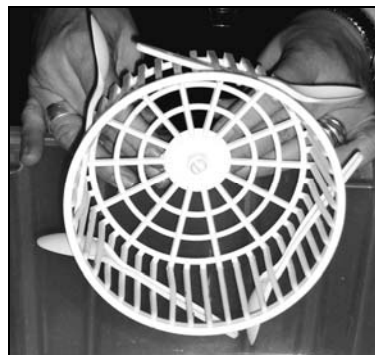
« Il y a aussi l'eau qui sort de l'arrosoir; elle ne peut pas venir n'importe comment, il faut bien viser dans la cuillère... »



« Avec les gobelets, cela marche super bien ! la roue tourne très vite, mais quand on en met trop, on dirait que l'eau n'arrive plus à rentrer dans les gobelets et c'est comme si on avait une roue plus grande et plus lourde à faire tourner... »



« Nous, on a essayé de faire tenir les cuillères sur une roue en frigolite, pour qu'elles soient plus fixées... mais il faut en mettre plus... »



Essais réalisés par des enseignants en formation

## 2.3 Phase de synthèse

---

Chaque groupe montre aux autres ce qu'il a réalisé comme expérience, puis colle le schéma de son(s) expérience(s) dans l'espace prévu à cet effet dans le document de synthèse (voir document de structuration 4).



## 3. Troisième séance : à la découverte de la transmission de mouvements

### 3.1 Phase de sensibilisation

Comment passer d'un mouvement vertical (de la roue extérieure du moulin) à un mouvement horizontal (de la meule) ? Les enfants expriment leurs idées sur le sujet. Beaucoup parlent des engrenages : « *il y a des roues et des dents* », « *il y a des engrenages entre la roue dehors et la meule dedans, ils doivent servir à faire tourner...* ». Quelques photos rappellent les images vues la séance précédente.

### 3.2 Expérience-action : ressentir en soi le mouvement

Pour démarrer la séquence à propos des engrenages, nous avons jugé utile de rappeler de manière corporelle, un mouvement de rotation dans un plan vertical ou horizontal. Nous voulions aussi nous assurer de la compréhension par tous de ce que veulent exprimer les termes : rotation dans le sens des aiguilles d'une montre ou rotation dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Certains enfants, plus tard dans la séquence, décrivaient avec difficultés le sens de rotation devant les roues qu'ils actionnaient. Nous les réinvitions à passer par cette étape corporelle et cela semblait vraiment les aider.



*Mon bras est la petite aiguille, il indique midi, puis une heure, deux heures... Mon bras tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Le mouvement de rotation est vertical.*



*Je tourne sur moi-même, dans le sens des aiguilles puis dans le sens inverse. Deux enfants se trompent lors de ce passage à la rotation dans un plan horizontal. « C'est comme si la montre était à plat », leur dit un autre.<sup>3</sup>*

<sup>3</sup> photos issues du vécu en classe de 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> chez Nathalie. Delville à E.C. d'Harzé



### 3.3 Expériences-action : manipulations libres à la découverte des engrenages

Le matériel est distribué sur les tables et les enfants se répartissent en groupe de six dans les ateliers. Les enfants sont excités à l'idée de jouer avec le matériel amené qu'ils ne connaissent pas. Nous leur laissons cinq minutes de découverte. Après quelques montages individuels pour se familiariser à l'assemblage des supports, ils collaborent et associent leurs éléments pour réaliser de longues chaînes comprenant le plus possible de roues.

Peu de découvertes fortuites sont exprimées à ce stade en ce qui concerne les vitesses relatives des roues en fonction de leur taille. Il n'y a pas non plus d'observation de changement de sens de rotation des roues associées. Un groupe découvre que le système qu'ils ont construit (un circuit fermé d'un nombre impair de roues) bloque, mais ce n'est rien, si on enlève une des roues, cela tourne à nouveau. Le besoin de comprendre ne semble pas tracasser ces enfants, c'est la réussite de l'action qui prime. Nous savons toutefois que cet exemple vécu viendra bien à point comme illustration dans la suite de la séquence, ce cas de figure fait l'objet d'un constat dans les observations proposées.

Cinq minutes de manipulation libre, ce n'est pas grand-chose mais ce fut un moment indispensable pour que les enfants s'impliquent ensuite dans la démarche plus dirigée qui suit.



### 3.4 Expériences-outil: sens de rotation des engrenages

Les enfants sont répartis autour des tables en quatre groupes, le matériel est distribué en fonction des besoins de chaque étape.

La première observation à réaliser après avoir construit une série linéaire d'engrenages, concerne **le sens de rotation des roues**. Les enfants voient très rapidement l'alternance de sens de rotation d'une roue à l'autre. Pour ceux qui éprouvent des difficultés, des drapeaux en papier déposés sur les roues à l'aide de plasticine, permettent une meilleure visualisation du phénomène. (voir fiche-outil « engrenage » 1).

La structuration se fait au fur et à mesure par une expression orale de ce que l'on observe. Les enfants remplissent leur feuille après la réalisation de chaque consigne (voir document de structuration 3).

Lorsque, après les premières observations, il est demandé à l'enfant de deviner « dans quel sens tournera la 57<sup>e</sup> roue ? ». L'enfant trouve un truc... Il crée une règle qui lui permettra de résoudre la question sans devoir essayer avec 57 roues. Il faut signaler que des situations d'apprentissage en primaire où l'enfant possède suffisamment d'éléments pour construire (induire) lui-même une loi, sont devenues rares. Ici, il suffisait de la maîtrise de la notion de nombre pair et impair pour donner une interprétation du phénomène. Ces moments d'induction accessibles sont importants, car ils reflètent une vision constructive des sciences. Ils rendent également compte à l'enfant de l'utilité des lois et formules pour prévoir une situation. Ils permettent une image plus dynamique de l'activité des scientifiques : ce sont des hommes et femmes qui construisent des règles qui permettront de prévoir.



### 3.5 Expériences-outil en protocole : vitesse de rotation des engrenages

A cette étape, les groupes d'enfants reçoivent uniquement deux roues, une grande et une petite. D'emblée, guidés par la consigne de l'étape précédente, ils réexaminent le sens de rotation. Nous les guidons sur une autre piste : **la vitesse de rotation** (voir fiche « engrenage » 2). Alors, ils remarquent que les roues ne tournent pas à la même vitesse. Volontairement, nous avons sélectionné des roues présentant un rapport simple entre leur nombre respectif de dents: 16 dents et 8 dents. En effet, la notion de rapport et de proportionnalité simple est une notion en cours d'acquisition à cet âge et, proposer des rapports non-entiers serait inaccessible. Il est plus aisé de voir que la petite roue fait deux tours quand la grande roue en fait un que de percevoir que la petite roue fait 1,5 tours quand la grande roue en fait un, comme cela se passerait dans un rapport de 12 dents à 8 dents.

Nous devons à ce stade attirer votre attention sur le choix du matériel. Il nous a fallu comparer plusieurs marques de jeux d'engrenages pour trouver celui qui conviendrait à un apprentissage graduel de la notion de proportionnalité en proposant des roues dont le rapport était entier.

Les enfants comptent le nombre de tours en actionnant tantôt la grande roue, tantôt la petite. Grâce aux repères (gommettes), ils comptent le nombre de tours et remplissent le tableau (voir document de structuration 3).

Là aussi, lorsque l'on a compris qu'il existe un rapport entre les deux colonnes plaçant côte à côte les deux grandeurs proportionnelles (nombre de tours des roues selon le type de roues), on peut anticiper le nombre de tours sans devoir essayer.

### **3.6 Expérience-objet en défi théorique : pic et zou**

---

Chaque enfant reçoit un document présentant une situation amusante à résoudre : « Comment envoyer Pic ou Zou dans l'espace ? » (voir fiche-outil « engrenage » 3).

La situation mobilise les enfants. Le défi leur semble accessible. Pour trouver la solution, il s'agit de tracer sur papier le sens de rotation de différentes roues d'engrenages adjacentes. La situation présente toutefois une nouveauté : des roues reliées par des courroies, droites ou croisées.

Pour certains enfants, une simple évocation mentale leur permet de dire que deux roues reliées par une courroie tournent dans un sens identique et que le sens s'inverse quand la courroie est croisée. D'autres n'ont aucune idée. Le matériel est ressorti pour des essais, un élastique jouera le rôle de courroie.

Lors de ce moment, nous pouvons pleinement mesurer la différence de type de raisonnement entre les enfants; plus encore peut-être à cette période de transition entre la pensée concrète et abstraite qu'est la 6<sup>e</sup> primaire.

Trop souvent les situations d'apprentissage en éveil se résument à des situations représentées sur feuille, sans une approche concrète préalable. Ces démarches ne peuvent alors mobiliser qu'un petit nombre d'enfant. Ici, la situation plus abstraite ne vient qu'en fin de processus, elle devient alors accessible à plus grand nombre, car une phase concrète la précède. Cependant, et malgré cette gradation, certains enfants ont le besoin de retourner à la phase concrète. Nous pouvons constater que ce retour à des essais concrets a permis de lever bien des blocages chez certains.

### **3.7 Expériences-action en défi technique**

---

Nous évoquons à nouveau cette roue de moulin qui actionne à distance la rotation horizontale de la meule.

Comment passe-t-on d'un mouvement vertical de la roue du moulin à un mouvement horizontal de la meule?

La consigne est la suivante : « Par groupe de deux, vous allez construire un système où le mouvement des roues passe du vertical à l'horizontal (ou l'inverse) »

Devant cette consigne, certains groupes proposent des systèmes très simples qui répondent à la contrainte. D'autres se lancent dans des constructions complexes.



### 3.8 Structuration et synthèse










La structuration des apprentissages se fait au fur et à mesure des trois moments d'ateliers, sous la forme de **notes de travail** sur les documents élève dans les espaces réservés à cet effet et de **reformulations orales** des acquis à chaque stade (représentation de la force de l'eau ressentie, schéma de la roue construite, feuilles et tableaux complétés pour la séquence engrenage).










**La structuration générale** au cahier s'est faite en classe, deux jours après la dernière des séquences de 50 minutes. Les feuilles de synthèse proposées aux enfants constituent le document de structuration 4.

Cette synthèse générale refait les liens avec la situation concrète de départ -le fonctionnement d'un moulin- et apporte des éléments de connaissance devenus totalement accessibles à l'enfant qui est passé par une phase d'apprentissage très concrète.

Cette synthèse n'a d'ailleurs posé aucun problème de compréhension et les nouvelles situations présentées comme application des nouveaux savoirs acquis ont été résolues sans difficulté. Les explications données par les enfants en réponse aux questions concernant la vitesse de la meule par rapport à la vitesse de la roue extérieure du moulin font largement référence aux situations analogues vécues en classe avec des roues de tailles différentes. Lors de cette structuration, les liens se font et les apprentissages prennent sens.

## Plan d'organisation des activités autour des moulins à eau au primaire.

Phases et statuts de l'expérience	Docu- ments de structura- tion	Fiches d'activité
<b>Première séance « à la découverte de la force de l'eau »</b>		
Expérience-action pour ressentir la force de l'eau : la main dans l'eau	 1	
Expérience-outil pour ressentir la force de l'eau : le ballon percé	 1	
Expérience-action pour voir la force de l'eau : comment mettre quelque chose en mouvement ?	 2	  1
Phase de sensibilisation Donner des exemples d'utilisation de l'eau présents et passés		
<b>Deuxième séance : à la découverte du moulin...</b>		
Phase de sensibilisation : film		
Expérience-action pour imiter le mouvement de la roue du moulin	 4	  2
<b>Troisième séance : à la découverte de la transmission de mouvement</b>		
Phase de sensibilisation : qu'y a-t-il à l'intérieur du moulin ? Découverte des engrenages sur photo		
Expérience-action : ressentir en soi le mouvement horloger		
Expérience-action : manipulation libre à la découverte des engrenages	 3	

Expérience-outil en protocole: sens de rotation des engrenages	 3	  1
Expérience-outil en protocole : vitesse de rotation des engrenages	 3	  2
Expérience-objet en défi théorique : pic et zou		  3
Expérience-action en défi technique : passer d'un mouvement vertical à un mouvement horizontal		
Synthèse finale	 4	

## Tableau des savoirs

---

### Activités autour des moulins à eau au primaire

<b>L'ÉNERGIE</b>	
<b><i>Généralités</i></b>	
Les principales sources d'énergie	
Les différentes formes d'énergie	✓
Transformation d'une forme d'énergie en une autre	✓
Quelques formes de stockage d'une énergie	
<b><i>Electricité</i></b>	
L'électricité est le résultat d'une transformation d'énergie	
Transformation de l'énergie électrique en une autre forme	
Le circuit électrique simple	
Bons et mauvais conducteurs	
<b><i>Les forces</i></b>	
Mise en évidence d'une force par ses effets perceptibles	✓
Principe de l'action-réaction	✓
Approche de la relation masse-poids	
La pression : relation force-surface	
<b><i>La chaleur</i></b>	
Distinction chaleur et température	
Transformation des différentes formes d'énergie en énergie thermique	
Transfert de la chaleur dans les différents états de la matière	
Les qualités d'un bon isolant thermique	
Dilatation et contraction	

## Tableau des compétences

### Activités autour des moulins à eau au primaire

<i>Savoir-faire</i>		<i>Domaine du savoir envisagé</i>	<i>Engrenages</i>	<i>La force de l'eau</i>	<i>L'électricité et l'énergie</i>
C1	Formuler des questions à partir de l'observation			✓	
C2	Rechercher et identifier des indices			✓	
C3	Agencer les indices en vue de formuler des pistes de recherche			✓	
C4	Différencier les faits établis de réactions affectives et de jugements de valeur				
C5	Concevoir ou adopter une procédure expérimentale	✓		✓	
C6	Recueillir des informations par des observations			✓	
C7	Identifier et estimer la grandeur à mesurer et l'associer à un instrument de mesure adéquat				
C8	Exprimer le résultat d'une mesure	✓			
C9	Repérer et noter une information issue d'un écrit scientifique				
C10	Repérer et noter une information issue d'un graphique				
C11	Repérer et noter une information issue d'un croquis, d'un schéma				
C12	Comparer, trier, classer...				
C13	Mettre en évidence des relations entre deux variables	✓		✓	
C14	Rassembler des informations dans un tableau et les communiquer à l'aide d'un graphique	✓			
C15	Valider les résultats d'une recherche				
C16	Elaborer un concept, une loi	✓		✓	
C17	Réinvestir les connaissances acquises dans d'autres situations				







## FICHES OUTILS - EAU

1- Constat, observer hors de soi la force de l'eau ; expériences « PasTouche ».

**Voir la force de l'eau s'exercer sur un objet**

2- Constat, observer hors de soi la force de l'eau ; expériences « PasTouche ».

**Voir la force de l'eau s'exercer sur un objet pour le faire tourner.**

3- Comment soulever une lourde charge en utilisant la pression de l'eau ?

## FICHES OUTILS - ENGRENAGES






1- Je pars à gauche ou à droite

2- Vite ou pas vite ?

3- Qui sera envoyé dans l'espace ?

4- De quoi dépendent la vitesse et le sens de rotation d'une roue ? Nombre de roues alignées ? Position dans un alignement de roues ?

5- Le pont-levis

<p><b>Constater, observer hors de soi la force de l'eau ; expériences « PasTouche »<sup>4</sup></b></p>		<p><b>1</b></p>
	<p><b>Expériences-action pour voir la force de l'eau s'exercer sur un objet</b></p>	
<p><b>Buts de l'activité</b></p> <p>Expérimenter par essais et erreurs que l'eau a une force en montrant ses effets sur un objet.</p>		
<p><b>Matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en situation : feuilles A3, crayons, marqueurs...</li> <li>• Phase de recherche : tuyaux souples – verres – pailles – récipients divers – entonnoir – seringue – robinet d'eau – robinet et tuyaux souples – pistolet à eau – arrosoir – ballons de baudruche – poulies – objets flottants (bouchons, belles de ping-pong, figurines...)...</li> </ul>		
<p><b>Déroulement</b></p> <p><b>Mise en situation</b>      « Avec le contenu d'un verre d'eau seulement, trouvez un moyen de rendre visible la force de l'eau sur un ou quelques objets qui « subiront » l'effet de cette force ».</p> <p><b>Description des tâches attendues</b>      Par groupe de 4, les enfants cherchent et <b>représentent sur papier des idées</b> qui permettront de rendre compte des effets de la force de l'eau sur un ou plusieurs objets. Ils ont à leur disposition des feuilles, des crayons et des marqueurs (les couleurs motivent et stimulent assez spectaculairement la réalisation des dessins). Après un partage des idées, les élèves sont amenés à <b>construire réellement leurs dispositifs expérimentaux</b> imaginés.      Par groupe de 4, les enfants confrontent leurs idées au matériel et réalisent l'une ou l'autre expérience. Cette phase de découverte du matériel entraîne souvent de nouvelles idées d'expériences, ou aide à les préciser. Ils sont ensuite amenés à noter et/ou représenter quelques expériences au cahier d'éveil. Les idées sont plus structurées et peuvent être classées de manière intuitive selon les causes (les facteurs agissants) et la ou les conséquences. Il est aussi important de noter des hypothèses si elles se présentent (Par exemple : « je pense que la hauteur de chute de l'eau de mon verre a de l'importance »).      Quelques idées : Comparer la flottaison de différents objets - Faire un trou dans une feuille de papier avec un jet d'eau – faire une trace dans du sable avec de l'eau qui coule - plier une feuille avec une chute d'eau – faire descendre un ascenseur – faire tourner une balle de ping-pong dans l'eau à l'aide d'une paille et une seringue...</p>		

<sup>4</sup> Cette activité est reprise de la brochure « les moulins à eau et les centrales hydrauliques » ASBL Hypothèse avec le soutien de la DGTR de la Région wallonne.



## LIAISON PRIMAIRE- SECONDAIRE

### Organisation mise en commun

Lors de la mise en commun orale des expériences, on peut inciter les élèves à joindre le geste à la parole ; c'est aussi stimulant pour celui qui raconte que pour celui qui écoute. Les mots appellent les gestes et ceux-ci suscitent de nouvelles phrases plus complètes, plus précises. L'observation des mouvements se fait presque inconsciemment, l'attention est captée, le silence se fait au profit de la parole. L'animateur joue le jeu et demande à chacun de reproduire les gestes qui miment l'explication.

On peut aussi choisir de leur faire présenter une « foire aux expériences » pour que chacun se rende compte concrètement des propositions de tous.

Les idées peuvent être classées selon divers critères : des effets, les causes, les facteurs agissants, les conséquences ... Il est intéressant de les faire préciser par les enfants, de leur faire saisir l'utilité de ces concepts qui permettront de structurer et de classer les actions menées.

### Institutionnalisation

Mise en évidence d'une force par ses effets perceptibles ; principe de l'action-réaction. Une force peut entraîner un mouvement, modifier un mouvement existant au préalable, provoquer une déformation...

### Pour aller plus loin

Voir fiche-outil 2.

### Sources/références

Brochure 2006 « Les moulins à eau et les centrales hydrauliques » ASBL Hypothèse avec le soutien de la DGTRE de la Région wallonne ; Collin I. et Daro S., conceptrices. [Contact@hypothese.be](mailto:Contact@hypothese.be).

<p><b>Constater, observer hors de soi ; expériences</b>  <b>« TourniPasTouche »<sup>5</sup></b></p>		<p>2</p>
	<p>Expériences-action pour voir la force de l'eau s'exercer sur un objet pour le faire tourner</p>	
<p><b>Buts de l'activité</b></p> <p>Reproduire le mouvement de la roue du moulin à eau en manipulations libres, par essais et erreurs.</p>		
<p><b>Matériel</b></p> <p>Une matière en plastique souple qui peut se découper, de la frigolite, des pistolets à colle, des axes tournants, des cuillères en plastique, des roues, des bobines de câble, bouchons, tuyaux en mousse, des brochettes en bois, des bouteilles en plastique, des bacs en plastiques, des tourniquets de hamster, des petits gobelets en plastique, de l'adhésif double face...</p>		
<p><b>Déroulement</b></p> <p><b>Mise en situation</b>      « Avec le contenu d'un verre d'eau seulement, trouvez un moyen de faire tourner un objet pour imiter le mouvement de la roue d'un moulin à eau ».</p> <p><b>Description des tâches attendues</b>      En silence, chacun imagine une expérience où l'eau fait tourner quelque chose ; tout est possible : une situation réelle, inventée, absurde... Ensuite, chacun peut suggérer une idée, l'animateur la schématise sur un panneau. Par exemple : un pneu qui tourne dans le courant, un tourbillon qui emporte un objet, le moulin à eau, des pierres au fond d'un ruisseau qui roulent sur elles-mêmes...      Après un partage des idées, les élèves sont amenés à <b>construire réellement des dispositifs expérimentaux</b> inspirés par ces idées.      Par groupe de 4, les enfants confrontent leurs idées au matériel et réalisent l'une ou l'autre expérience. Cette phase de découverte du matériel entraîne souvent de nouvelles idées d'expériences, ou aide à les préciser. Ils sont ensuite amenés à représenter l'expérience la plus concluante au cahier d'éveil.      Il est important de noter des hypothèses si elles se présentent (Par exemple : « je pense que la hauteur de chute de l'eau sur les pales a de l'importance »).      Quelques idées : si l'eau tombe de plus haut, la roue tournera-t-elle plus vite ? Si les pales sont incurvées, le mouvement est-il plus efficace ? Le nombre de pales est-il important ? Et leur écartement ?</p>		

<sup>5</sup> Cette activité est reprise de la brochure « les moulins à eau et les centrales hydrauliques » ASBL Hypothèse avec le soutien de la DGTR de la Région wallonne.



## LIAISON PRIMAIRE- SECONDAIRE

### Organisation mise en commun

Lors de la **mise en commun orale** des expériences et lors des phases de structuration, le travail de l'animateur sera de réagir sur le fond, d'aider l'enfant à préciser l'idée et l'exprimer dans un langage accessible, de vérifier que le constat est bien en accord avec ce qui a été réalisé ou observé et non de donner l'explication toute faite des scientifiques sur le sujet. Il s'agit de reconnaître ces **formulations provisoires** d'enfants comme des premiers essais de traduction du réel. Une précaution est aussi d'éviter de généraliser les observations faites dans le contexte de la classe en vérités immuables. Des phrases introductives du type : « *aujourd'hui le (...), les enfants de troisième année de l'école de (...) ont réalisé telles actions et ont observé que ...* », permettent de contextualiser les conclusions sans généraliser abusivement.

On peut aussi choisir de leur faire présenter une « **foire aux expériences** » pour que chacun se rende compte concrètement des propositions de tous.

### Institutionnalisation

Mise en évidence d'une force par ses effets perceptibles ; principe de l'action-réaction. Une force peut entraîner un mouvement, modifier un mouvement existant au préalable, provoquer une déformation...

La découverte libre du matériel, l'élaboration d'hypothèses et la construction de dispositifs pour vérifier celles-ci, la communication des résultats ; autant d'étapes d'une approche expérimentale adaptée aux enfants que l'animateur contribue à mettre en place.

Il est important de distinguer mouvement et force qui entraîne un mouvement. Lors de la phase de réflexion faisant suite à la consigne, l'idée de la machine à lessiver a été évoquée par quelques enfants. Si l'eau visible dans le tambour par le hublot est en mouvement, ce n'est néanmoins pas elle qui le provoque... De même, ce n'est pas la force de l'eau qui fait tourner la roue du bateau à aube. C'est donc l'occasion de préciser le sens des mots en lien avec la réalité qu'ils recouvrent.



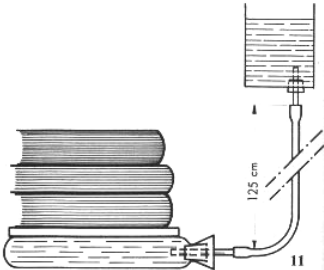
### Pour aller plus loin

Voir fiche-outil 3.

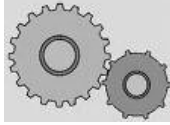

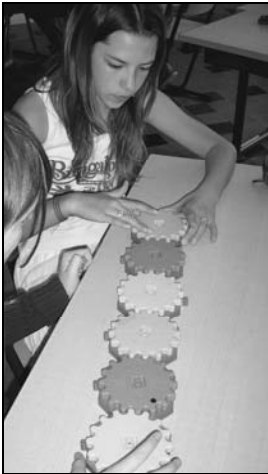

### Sources/références

Brochure 2006 « Les moulins à eau et les centrales hydrauliques » ASBL Hypothèse avec le soutien de la DG TRE de la Région wallonne ; Collin I. et Daro S., conceptrices. [Contact@hypothese.be](mailto:Contact@hypothese.be).

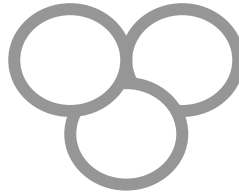


<b>Comment soulever une lourde charge en utilisant la pression de l'eau ?</b>		<b>3</b>
	<b>Expériences-outil</b>	
<p><b>Buts de l'activité</b></p> <p>Constater que la hauteur de la colonne d'eau influence la pression exercée par l'eau.</p>		
<p><b>Matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une bouteille d'eau en plastique (ou autre réservoir)</li> <li>• Une bouillotte</li> <li>• Un tuyau d'au moins 1,25m</li> <li>• Un petit tube en verre</li> <li>• Du mastic ou ligature pour étanchéifier les raccords.</li> <li>• De l'eau</li> <li>• Une planche de la taille de la bouillotte.</li> <li>• Des livres</li> </ul>		
<p><b>Déroulement</b></p> <p><b>Mise en situation</b>        Le matériel est distribué aux groupes d'élèves avec le protocole. Les élèves réalisent le montage indiqué.        On pose alors cette question : « que va-t-il se passer si on verse de l'eau dans le réservoir ? »</p> <p><b>Description des tâches attendues</b>        Après avoir construit le dispositif, les élèves émettent des hypothèses sur ce qu'il va se produire. Ensuite, ils expérimentent et représentent ce qui s'est passé en confrontant les deux étapes. Ils essaient de tirer quelques conclusions.</p>		
<p><b>Organisation mise en commun</b></p> <p>A l'aide de panneaux et d'un rapporteur par groupe, on va confronter les différentes explications données par les enfants.</p>		
<p><b>Institutionnalisation</b></p> <p>Mise en évidence d'une force par ses effets perceptibles : l'eau a une force qui peut s'exercer sur des objets. Cette force augmente si la hauteur de la colonne d'eau augmente.</p>		
<p><b>Sources/références</b>        Adapté du Manuel de l'Unesco pour l'enseignement des sciences – Unesco Paris 1972 par Fabrice Louys, enseignant du fondamental.</p>		



<b>Je pars à gauche ou à droite</b>		<b>1</b>
	<b>Expériences-outil pour découvrir une loi, un phénomène, à l'aide d'un protocole expérimental.</b>	
<p><b>Buts de l'activité</b></p> <p>Construire un alignement de roues dentées afin d'observer le sens de rotation des différentes roues et d'établir une loi.</p>		
<p><b>Matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Des engrenages en plastique issus de jeux pour enfant. Les roues doivent être de même diamètre et avoir le même nombre de dents<sup>1</sup>.</li> <li>• Plateau de fixation.</li> <li>• Plasticine</li> <li>• Petits drapeaux sur cure-dents</li> </ul>		
<p><b>Déroulement</b></p> <p><b>Mise en situation</b>          L'activité peut suivre une visite d'un moulin à l'intérieur duquel on aura pu observer une série de roues dentées.          Pour des enfants qui n'ont jamais approché ce type de matériel, ou des enfants plus jeunes, une manipulation libre peut s'avérer judicieuse. Les enfants entreront plus facilement dans le respect des consignes par la suite.</p> <p><b>Description des tâches attendues</b>          Construire une série linéaire de roues, observer le sens de rotation de chacune.          Pour aider l'enfant à observer le sens de rotation, utiliser un peu de plasticine pour fixer un drapeau sur les roues.          Noter le sens de rotation des roues sur un schéma semblable à celui ci-dessous (voir annexe**).</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Trouver une loi qui permet d'anticiper dans quel sens tourne par exemple la 36e roue (un nombre pair) et la 57e roue (nombre impair).</p>		

Réaliser le montage suivant et observer ce qui se passe lorsqu'on met en mouvement une des roues.



### Organisation mise en commun

Mise en commun des résultats – correction des sens des flèches sur les schémas.

Formulation de la loi en notant bien la différence du sens de rotation d'une série linéaire en nombre impair ou en nombre pair.

### Institutionnalisation

Le sens de rotation des roues dans un engrenage s'inverse de l'une à l'autre dans une série d'engrenages contigus. Si la roue menante (motrice) tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, toutes les roues impaires tourneront dans le sens des aiguilles d'une montre et inversement pour les roues paires.

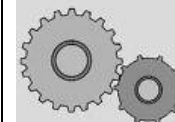
### Pour aller plus loin

Voir fiche-outil 2.

### Sources/références

Equipe de recherche

<sup>1</sup> Par exemple, Wacky Factory. Learning resources. 130 pièces. A commander chez Viroux (071/77 67 80).

**Vite ou pas vite!**

2



**Expériences-outil pour découvrir une loi, un phénomène, à l'aide d'un protocole expérimental.**

**Buts de l'activité**

Construire un alignement de roues dentées afin d'observer la vitesse de rotation des roues en fonction de leur taille ; puis établir le rapport entre le nombre de dents et la vitesse de rotation.

**Matériel**

- Des engrenages en plastique issus de jeux pour enfant. Les roues doivent avoir des diamètres différents et avoir un nombre de dents multiple d'un type de roue à un autre<sup>1</sup>.
- Plateau de fixation

<sup>1</sup> Par exemple, Wacky Factory. Learning resources. 130 pièces. A commander chez Viroux (071/77 67 80).

**Déroulement****Mise en situation**

L'activité peut suivre une visite d'un moulin à l'intérieur duquel on aura pu observer une série de roues dentées.

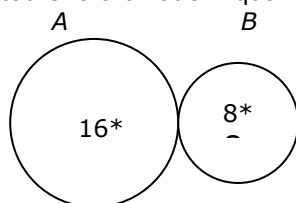
Pour des enfants qui n'ont jamais approché ce type de matériel, ou des enfants plus jeunes, une manipulation libre peut s'avérer judicieuse. Les enfants entreront plus facilement dans le respect des consignes par la suite.

**Description des tâches attendues**

Demander par groupe de construire une série d'engrenages contenant des roues de tailles différentes et observer de manière qualitative les vitesses de rotation respectives.

Proposer ensuite les situations suivantes pour une approche quantitative :

**Situation 1** : Combien de tours fait la roue B quand la roue A fait 1, 3, 5, 12, 17 tours ?



\* Nombre de dents

Réaliser un tableau de valeurs : nombre de tours roue A et nombre de tours roue B  
 Observations : Nombre de dents- dimension des roues.

**Exprimer sous forme de phrases :**

*Le nombre de tours de B est deux fois le nombre de tours de A*

*Le nombre de dents de B est la moitié du nombre de dents de A*

Trouver **le rapport** entre les deux colonnes : X 2



## LIAISON PRIMAIRE- SECONDAIRE

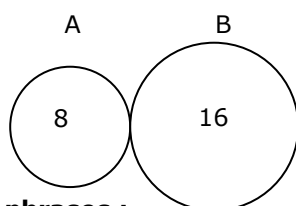
### Quelques éléments d'analyse à priori :

On appelle A la roue qui tourne en premier, B la roue entraînée. Le rapport choisi est volontairement simple (l'entier : 2). Les élèves ont accès au matériel.

Dans la série proposée pour « Tours A », le choix de 1 comme première valeur favorise la procédure (X2) ; la présence de nombres tels que 50 et 54 peuvent inciter à utiliser la linéarité :  $54 = 50 + 4$  et  $50 = 5 \times 10$

Le comptage du nombre de dents fait ressortir l'aspect de proportionnalité inverse.

**Situation 2:** Combien de tours fait la roue B quand la roue A fait 2, 8, 10, 1, 3, 30, 33 tours ?



### Exprimer sous forme de phrases :

Le nombre de tours de B est la moitié du nombre de tours de A.

Le nombre de dents de B est deux fois plus grand que le nombre de dents de A.

Le rayon de B est deux fois le rayon de A.

Trouver le rapport entre les deux colonnes : je dois diviser par deux pour passer de la colonne A à la colonne B ( $\times \frac{1}{2}$ ).

### Quelques éléments d'analyse a priori :

Le rapport est plus complexe dans ce sens :  $\frac{1}{2}$ .

Dans la série du nombre de tours à réaliser avec la roue motrice, le « 1 » n'apparaît volontairement plus en première position. Il permet une écriture décimale ou fractionnaire selon la procédure de résolution choisie ; la procédure expérimentale mettra en évidence le  $\frac{1}{2}$  et une procédure linéaire favorisera l'écriture décimale ( $10 : 10 = 1$  et  $5 : 10 = 0,5$ ). Des procédures linéaires peuvent être envisagées pour trouver le nombre de tours de B correspondant à 30 ou à 33 ( $30 = 3 \times 10$  et  $33 = 30 + 3$ )

### Organisation mise en commun

Mise en commun des résultats à chaque étape.

Formulation d'une loi.

### Institutionnalisation

La vitesse relative de rotation des roues est inversement proportionnelle au nombre de dents ou au rayon de celles-ci. (autrement dit, une roue deux fois plus petite tourne deux fois plus vite). Le nombre de tours de la roue menée est proportionnel au nombre de tours de la roue motrice selon le rapport suivant :

Le nombre de dents de la roue menée sur le nombre de dents de la roue motrice. ou

Le rayon de la roue menée sur le rayon de la roue motrice.

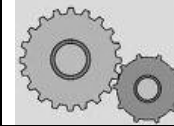
### Pour aller plus loin

Pour le secondaire, proposer le même exercice avec une roue de 12 dents entraînant une roue de 8 dents (rapport  $\frac{3}{2}$ ). Demander aux élèves de tracer un graphique sur papier millimétré reprenant les données récoltées lors des différentes manipulations (variable contrôlée : nombre de tours de la roue A ; variable dépendante : nombre de tours de la roue B)

### Sources/références

Equipe de recherche.

## Qui sera envoyé dans l'espace ?



3



**Expériences-objet en défi pour initier un questionnaire ou pour vérifier les acquis.**

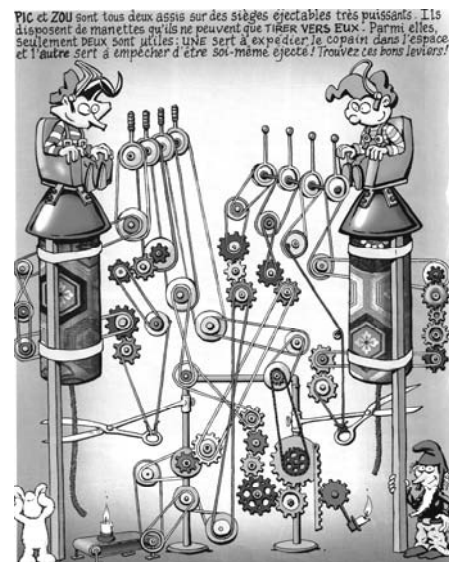
### Buts de l'activité

Analyse de quatre situations présentant différentes transmissions de mouvement par engrenages ou courroies. Une seule des suites d'engrenages ou courroies entraîne l'action voulue. La situation présentée sur document permet de poser les questions préalables à une expérimentation avec le matériel.

### Matériel

- Fiche défi : « Pic et Zou » ci-jointe.
- Des engrenages en plastique issus de jeux pour enfant<sup>1</sup>.
- Plateau de fixation
- Elastiques et petits drapeaux sur cure-dents

<sup>1</sup> Par exemple, Wacky Factory. Learning resources. 130 pièces. A commander chez Viroux (071/77 67 80).



### Déroulement

#### Mise en situation

Par groupe de deux, les élèves reçoivent la fiche défi et le matériel nécessaire.

Question : « Quel levier actionner pour réussir le défi proposé sur la fiche ? »

#### Description des tâches attendues

Par groupe de 2, les enfants prennent connaissance de la situation et posent les questions utiles à la résolution du défi. Par exemple : Quel est le sens de rotation de deux engrenages contigus ? Le sens de rotation change-t-il si la courroie est droite ? Si la courroie est croisée ?

Des hypothèses peuvent être formulées sur le sens du mouvement de la roue entraînée (anticipation par l'enfant du résultat).

Ils essaient avec le matériel afin de répondre aux questions posées, afin de vérifier l'hypothèse formulée.

### Organisation de la mise en commun

Les groupes d'enfants qui ont trouvé une solution doivent la valider auprès de l'animateur qui les renvoie à la recherche si la solution est incorrecte.

Des enfants qui ont trouvé la solution peuvent devenir ressource pour les groupes toujours en recherche.

Chaque groupe fait part aux autres des observations survenues lors des essais.

Collectivement, les conclusions sont notées au cahier d'éveil.

### Institutionnalisation

Sens de rotation des roues lors de la transmission de mouvements par engrenages (déjà abordés dans les fiches précédentes) ou par des roues reliées par courroies croisées ou non (situation nouvelle).

Dans une suite successive de roues en mouvement comment fonctionne la transmission ?

La formulation de questions, l'élaboration d'hypothèses et la construction de dispositifs pour vérifier contribuent à mettre en place un schéma récapitulatif des sens de rotation observés dans les différentes situations (avec ou sans courroie, courroie croisée ou non).

### Pour aller plus loin

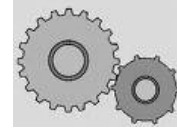
Cette activité est un préalable utile pour passer des situations d'engrenages à la compréhension de la transmission de mouvements sur un vélo.

**Variante** : L'activité peut être présentée comme défi théorique (sans essai avec le matériel). La situation peut alors servir d'évaluation des acquis après un travail expérimental sur les notions travaillées.

### Sources/références

Document Pic et Zou - Recueil Spirou - Editions Dupuis

**De quoi dépendent la vitesse et le sens de rotation d'une roue ? Nombre de roues alignées ? Position dans un alignement de roues ?**



4



**Expériences-action en défi pour initier un questionnement ou pour vérifier les acquis au secondaire**

### Buts de l'activité

Combiner vitesse et sens de rotation. Trouver une procédure qui permet d'établir la vitesse de rotation relative des engrenages- Application à une série d'engrenages comprenant plus de deux roues -

### Matériel

- Des engrenages en plastique issus de jeux pour enfant. Les roues doivent avoir des diamètres différents<sup>1</sup>.
- Plateau de fixation

<sup>1</sup> Par exemple, Wacky Factory. Learning resources. 130 pièces. A commander chez Viroux (071/77 67 80).



### Déroulement

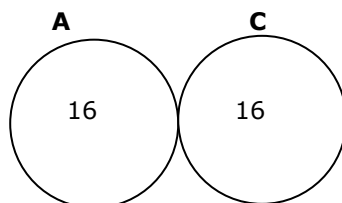
#### Enjeu

Essais avec matériel suivis d'une résolution mathématique et d'une représentation graphique

#### Description des tâches attendues

Associer trois roues (A, B, C). A et C ayant un nombre égal de dents, à quelle vitesse tournera la 3<sup>e</sup> roue (roue C) ? Et si l'on place d'autres roues entre A et C, la rotation de C change-t-elle en sens ou en vitesse ? La dernière roue tournera-t-elle de la même manière (vitesse et sens) dans la situation 1 et dans la situation 2 ? La dernière roue tournera-t-elle de la même manière (vitesse et sens) dans la situation 3 et dans la situation 4 ?

#### Situation 1 :

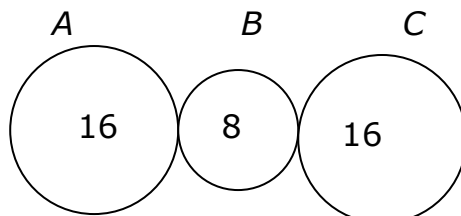


Nombre de tours	
Roue A	Roue C



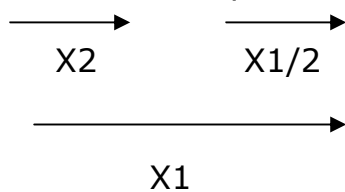
## LIAISON PRIMAIRE- SECONDAIRE

### Situation 2 :

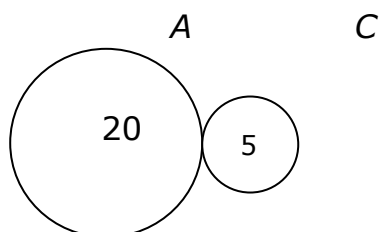


Roue A	Roue B	Roue C
2	?	?
?	6	?

Résolution mathématique :

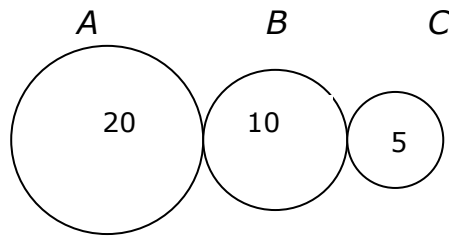


### Situation 3

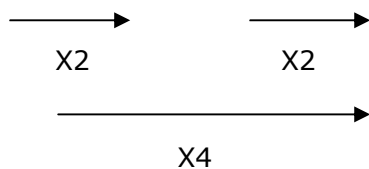


Nombre de tours	
Roue A	Roue C



**Situation 4**

Nombre de tours		
Roue A	Roue B	Roue C
4		
2		8
	100	
102		

**Résolution mathématique :****Organisation de la mise en commun**

Présentation par groupe des résultats et présentation des procédures de résolution.  
Correction collective des notes et des tableaux à compléter

**Institutionnalisation**

Pouvoir prévoir le sens de rotation et la vitesse relative de roues de taille différente d'une série d'engrenages (déjà abordés dans les fiches précédentes)

Attention, les engrenages d'un système vont tous à la même vitesse (au sens linéaire du terme) ! Même s'ils ne font pas le même nombre de tours et s'ils n'ont pas la même taille. En effet, ils couvrent la même distance durant la même période. En parlant de vitesse de rotation des roues, nous évoquons la vitesse angulaire.

**Pour aller plus loin**

Cette activité est un préalable utile pour passer des situations d'engrenages à la compréhension de la transmission de mouvements sur un vélo.

**Sources/références**

Equipe de recherche « Hypothèse ».

<h2>Le pont-levis</h2>			<h1>5</h1>
	<b>Expériences-action en défi expérimental</b>		
<b>Buts de l'activité</b>			
Réaliser une construction mettant en jeu poulies et roues dentées afin de permettre à un homme au sol de lever ou d'abaisser le lourd pont-levis d'un château fort.			
<b>Matériel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carton pour construire le pont-levis</li> <li>• Ficelle</li> <li>• Roues dentées de différentes tailles ;</li> <li>• Axe de transmission ;</li> <li>• Des éléments de structures à emboîter ;</li> <li>• Une manivelle à fixer sur la roue actionnant le système...</li> </ul> Matériel « Celda ».			
<b>Déroulement</b>			
<b>Mise en situation</b>			
<p>Présenter la situation avec la représentation d'un château fort et l'existence du pont-levis. Evoquer la masse importante de ce pont, présenter le défi qui est de trouver un système afin qu'un seul homme, au sol, puisse abaisser ou relever le pont. Insister sur la nécessité d'effectuer une ouverture ou fermeture rapide.</p> <p>Evoquer les aspects à résoudre : transmission de mouvement - changement d'orientation du mouvement - augmentation de la vitesse de rotation.</p>			
<b>Description des tâches attendues</b>			
Découverte du matériel et essai libre - Par groupe de trois ou quatre enfants, réaliser un schéma de la construction - Passer à la réalisation concrète du projet après l'avoir présenté à l'animateur			
<b>Organisation de la mise en commun</b>			
Présentation des constructions au grand groupe et analyse des avantages et inconvénients de chacune.			
<b>Sources/références</b>			
Equipe de recherche « hypothèse ».			

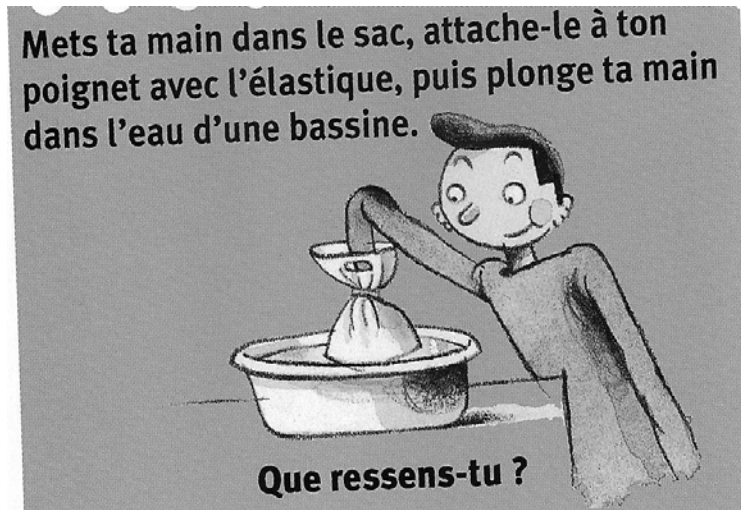


## **DOCUMENTS DE STRUCTURATION**

- 1- La force de l'eau : expériences pour ressentir
- 2- Mettre un objet en mouvement grâce à la force de l'eau...
- 3- Atelier « éveil scientifique » : les engrenages.
- 4- Le moulin à eau.

## La main dans le sac<sup>6</sup>

- Pour réaliser l'expérience suivante, tu as besoin d'un récipient rempli d'eau (par exemple un bassin), d'un sac en plastique et d'un élastique.

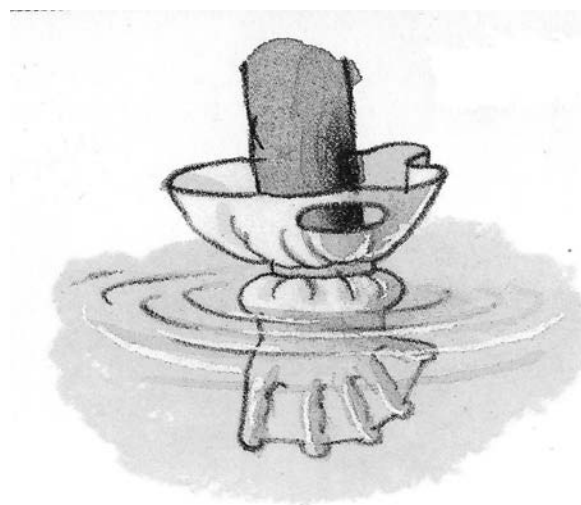


Je ..... sens  
que.....

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

- Un schéma pour mieux comprendre ce qui se passe...

Sur le schéma ci-dessous, indique à l'aide de flèches la direction et le sens de la **force de l'eau** qui pousse sur le sac.



6 D'après le fichier *A la découverte de l'eau – Les transformations – Les petits Débrouillards* (Albin Michel Jeunesse)

## Le ballon sous-pression

- Pour réaliser l'expérience suivante, placez-vous par deux.

L'un prend un ballon de baudruche, le place sur l'embouchure du robinet et remplit le ballon en ouvrant le robinet.

Pendant que le ballon se remplit, demande à ton coéquipier de poser délicatement ses mains sur le ballon.

Que ..... ressent-il?

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

Placez le ballon rempli d'eau au-dessus d'un bassin. Tenez-le bien fermé. A l'aide d'une épingle ou d'un compas, percez-y des petits trous.

Qu'observez-vous dans ce deuxième cas?

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






- Réalise un schéma pour mieux comprendre....

Dessine le robinet et le ballon qui se remplit. Utilise des flèches pour indiquer dans quelle direction et dans quel sens l'eau pousse sur le ballon.

Quelle conclusion peut-on tirer de ces deux expériences?

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

Mettre un objet en mouvement grâce à la **force de l'eau...**

	<p>Voici la <b>piste de recherche</b> que nous voulons tester:</p> <hr/>
	<p>Pour réaliser cette expérience, nous avons besoin du <b>matériel</b> suivant :</p>
	<p>Voici <b>comment</b> nous avons procédé : (schémas et/ou récit)</p>
	<p>Voici les <b>résultats</b> que nous avons obtenus :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nous sommes parvenus à mettre .....en mouvement grâce à la force de l'eau en..... ;</li> <li>• Nous ne sommes pas arrivés à ce que nous avons imaginé. A notre avis, il faudrait.....</li> </ul>
	<p>Après ce travail, nous imaginons un <b>nouvel essai</b> :</p>

Adapté de **Démarche scientifique à l'école primaire** :  
AGERS rapport final – octobre 2003

## Atelier « éveil scientifique » : les engrenages.

**1. Sur un cercle, indique le sens des aiguilles d'une montre :**

### **2. Manipulation libre**

#### **3. Ça tourne dans tous les sens**

- Associer une série de roues de même taille, en ligne droite.
- Observer comment tourne les roues.
- Sur un schéma, noter le sens de rotation des roues.



Si la première roue tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, trouver une loi qui permet de prévoir dans quel sens tourne

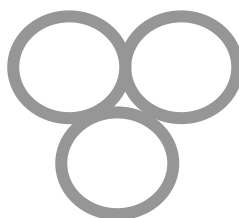
la 14<sup>e</sup> roue

la 15<sup>e</sup> roue

la 100<sup>e</sup> roue

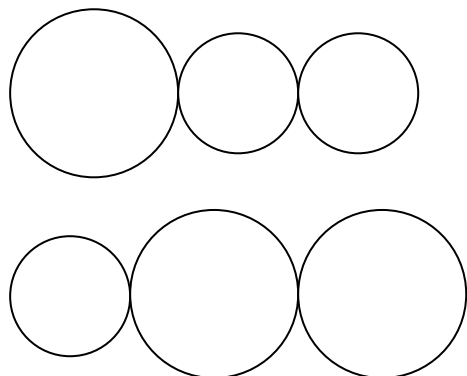
La 101<sup>e</sup> roue

Réaliser le montage suivant et observer ce qui se passe en provoquant la rotation d'une des roues.



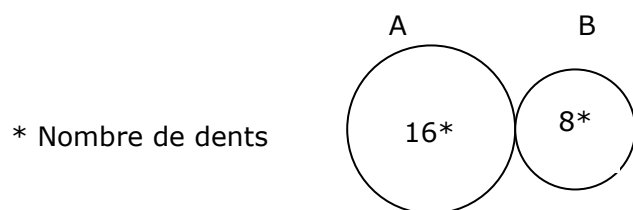
#### 4. Lorsque les roues ont des tailles différentes

Associer des roues d'engrenages de la manière suivante et observer la vitesse de rotation des roues.



Comment prouver nos observations :

**Situation 1** : Combien de tours fait la roue B quand la roue A fait 1, 3, 5, 12, 17 tours ?  
*Construire le montage suivant*



Réaliser un tableau de valeurs : nombre de tours roue A et nombre de tours roue B.  
 Observations : Nombre de dents - dimension des roues.

#### Tableau de valeurs :

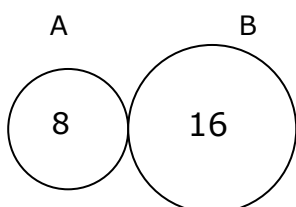
Tours A	Tours B
1	
3	
4	
5	
50	
54	
Nombre de dents de A	Nombre de dents de B
Rayon A	Rayon B



Exprimer sous forme de phrases :

**Situation 2:** Combien de tours fait la roue B quand la roue A fait 2, 8, 10, 1, 3, 30, 33 tours ?

Construire le montage suivant



Réaliser un tableau de valeurs : nombre de tours roue A et nombre de tours roue B  
Observations : Nombre de dents - dimension des roues.

**Tableau de valeurs :**

Tours A	Tours B
2	
8	
10	
1	
3	
30	
33	
Nombre dents A	Nombre dents B

Rayon A	Rayon B

**Exprimer sous forme de phrases :**

La relation qui existe entre le nombre de tour de B par rapport au nombre de tours de A :

## Les moulins à eau

Depuis le début de notre ère, les hommes ont utilisé l'énergie de l'eau qui coule dans les rivières, ou l'eau qui tombe dans une chute d'eau pour faire tourner la roue d'un moulin. C'est surtout au moyen-âge que les moulins à eau se sont développés.

La roue du moulin qui tourne grâce à l'eau entraîne un mécanisme qui permet de faire tourner une meule de pierre. La meule en tournant (meule mobile ou tournante) écrase le grain contre une autre meule (meule fixe ou dormante). Le grain écrasé libère la farine qu'il contient.

Le moulin à eau est le plus souvent une machine qui sert à fabriquer de la farine.

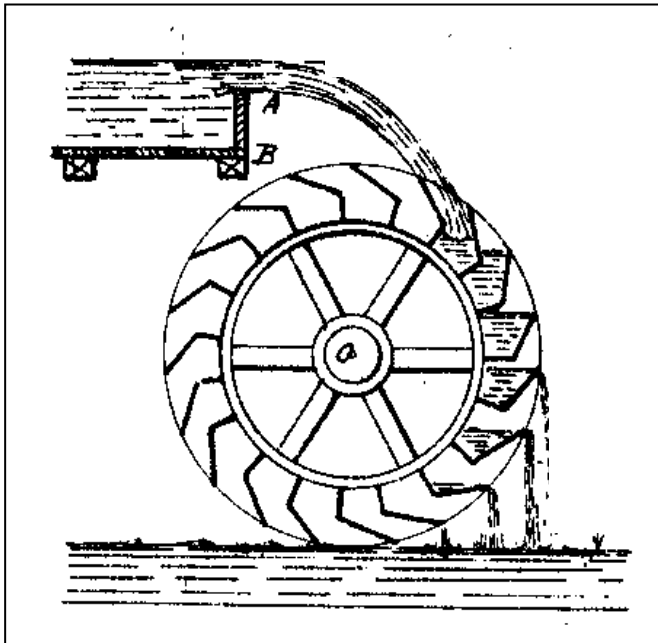
Mais il existe aussi des moulins pour presser des olives et en récupérer de l'huile.

### Comment l'eau fait-elle tourner la roue du moulin ?

La plupart des moulins à eau rencontrés en Wallonie sont des **moulins « par-dessus »** car l'eau arrive par le dessus de la roue.

L'eau tombe dans des **augets** (petits compartiments en bois répartis sur le pourtour de la roue). Le poids de l'eau dans l'auget entraîne le mouvement de la roue. Quand la roue tourne, l'auget rempli d'eau se vide à mi-parcours et remonte vide.

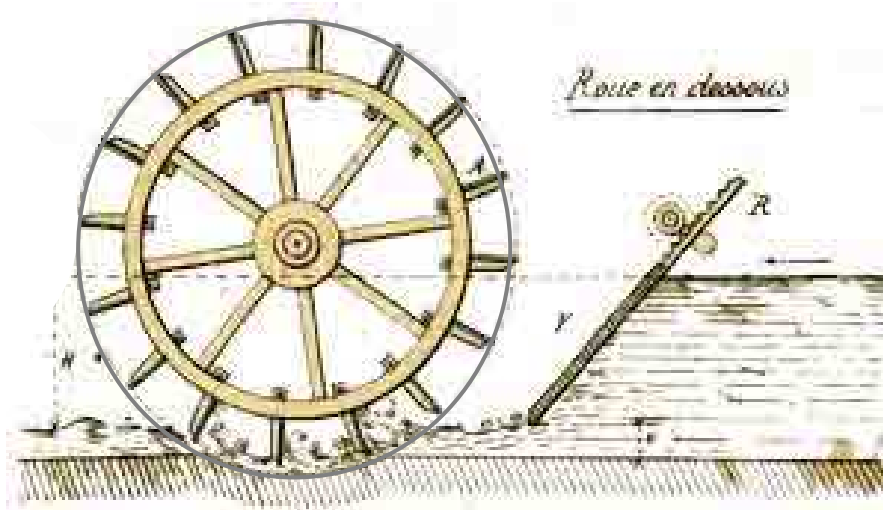
*Sur le schéma ci-dessous, représente le sens de rotation de la roue*



Dans les moulins « **par-dessous** », l'eau arrive par le dessous de la roue. L'eau de la rivière en se déplaçant pousse sur des larges pales disposées sur le pourtour de la roue. Ce sont des **moulins à aubes**.

Ce type de moulin est plus ancien que les moulins à augets.

Sur le schéma ci-dessous, représente le sens du courant de la rivière et le sens de rotation de la roue. Montre les aubes par une flèche.



Colle ici le schéma de la roue que tu as construite :

Nous avons remarqué sur la roue construite et alimentée en eau « par-dessus » :

- que plus l'eau tombait de haut et plus la roue tournait vite.
- que si la quantité d'eau est trop faible la roue ne tourne pas bien.
- que si on augmente la quantité d'eau la roue tourne mieux.
- que si il y a trop d'eau qui tombe, une partie de l'eau rebondit sur les pales ou augets et que la vitesse de la roue n'augmente plus.

Comment la roue tournant dans un plan vertical entraîne-t-elle la roue tournante horizontale de la meule?

La roue du moulin en tournant, fait tourner l'axe en bois. L'axe en bois traverse le mur du moulin. De l'autre côté du mur, l'axe fait tourner une roue dentée. Cette roue dentée entraîne une suite d'engrenages. Le mouvement est transmis à l'axe de la meule tournante.

*Sur les schémas ci-dessous représente les sens de rotation des différentes roues :*

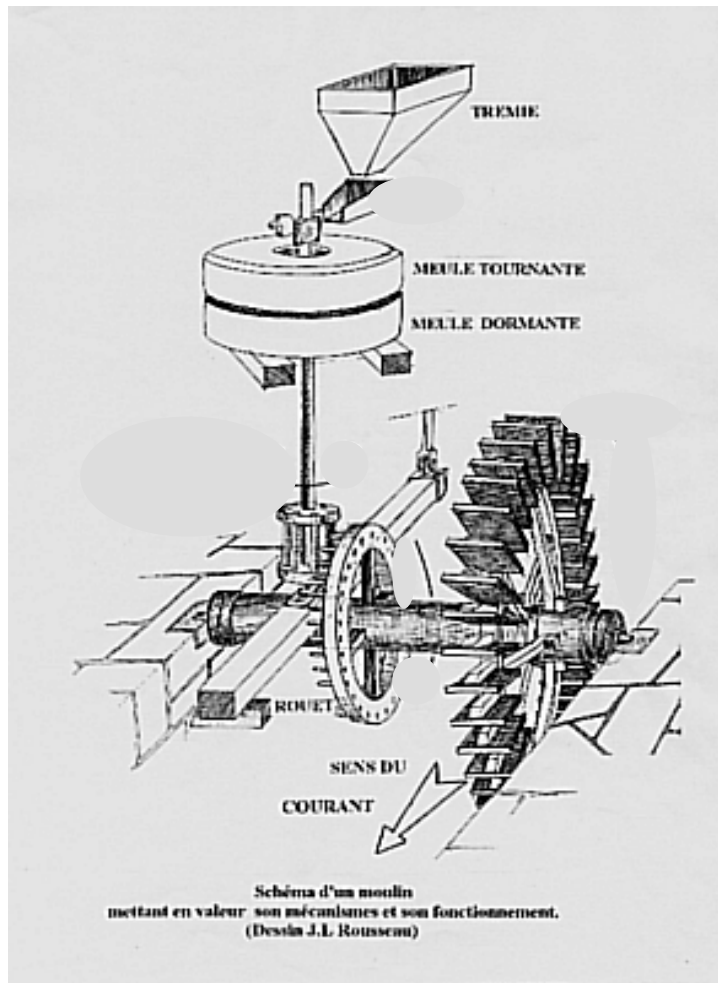


Fig. <http://iml.univ-mrs.fr/~lafont/imagination/aubes.html> (image « roue à aubes »).

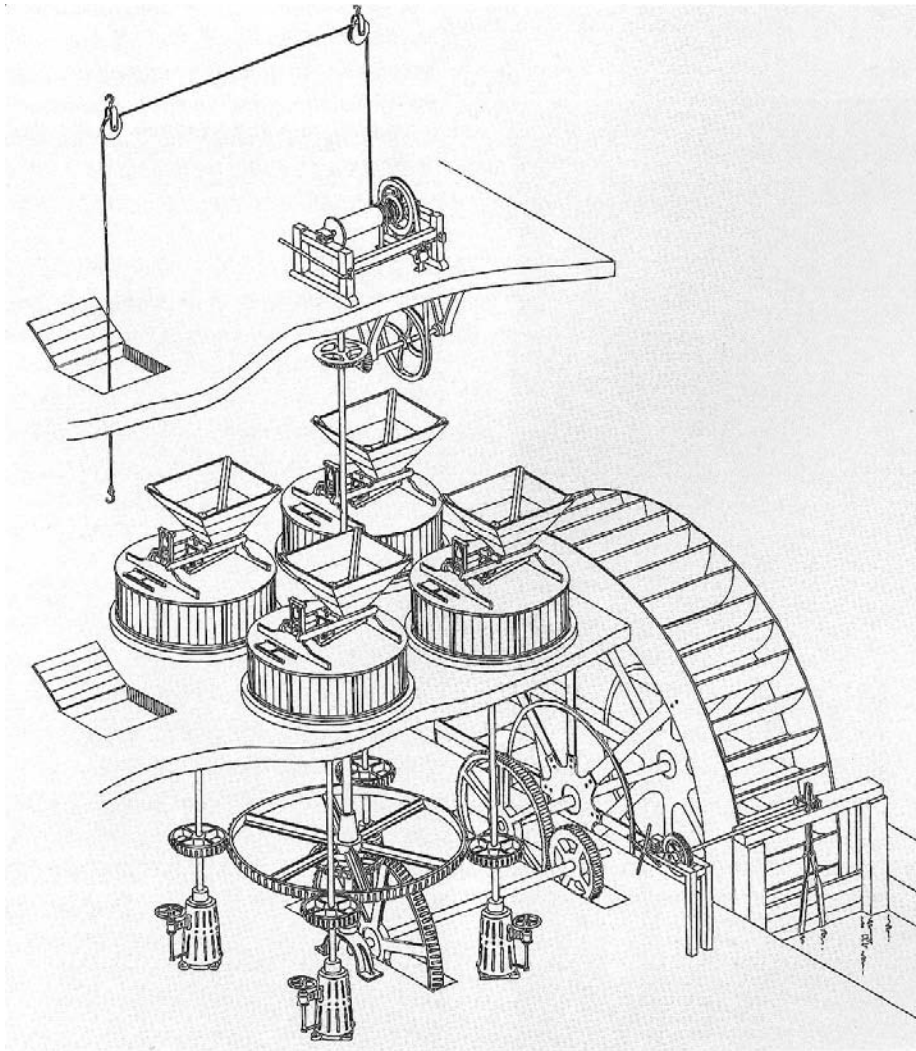


Schéma de fonctionnement du moulin de Survillers ( Modave) – Dessin G. Michel.  
 In : « Les ouvrages hydrauliques » - Qualité Village Wallonie – Fondation Roi Baudouin – Ministère  
 de la région Wallonne( division du patrimoine) – Edition du Perron- 1997.

La roue tournante de la meule tourne-t-elle plus vite ou moins vite que la roue  
 du moulin ? Explique.

---

Sources :

- « Sciences expérimentales et technologie » CM2( cycle3) – Edition Bordas – Collection  
 Tavernier – 2003
- « Les Ouvrages Hydrauliques » - Qualité Village Wallonie – Fondation Roi Baudouin –  
 Ministère de la région Wallonne( division du patrimoine) – Edition du Perron- 1997
- <http://iml.univ-mrs.fr/~lafont/imagination/aubes.html> ( image « roue à aubes »

# Organisation des activités autour des engrenages au secondaire



Le compte-rendu qui suit est un exemple de démarche où le statut de l'expérience varie plaçant l'élève dans l'exercice de compétences diverses tel qu'on pourrait le proposer au premier degré du secondaire. Les étapes décrites sont inspirées de la démarche vécue à l'athénée d'Esneux par les élèves de Jeanine de Bouharmont dans le cadre de l'option math-sciences (2<sup>e</sup> année).

## 1. Mise en situation

Les mises en situation ont l'intention principale en pédagogie des sciences, de relier les apprentissages scolaires avec la vie et d'inscrire le sens des notions de sciences dans le lien qu'elles présentent avec les techniques créées par les hommes pour la vie en société.

L'intérêt, de travailler la transmission de mouvements par les engrenages apparaît tout naturellement après une visite extérieure bien choisie qui permettra de poser les questions de sciences à travailler en classe.

Quelques exemples :

<p>Visite d'un moulin à eau où une roue verticale entraînée par l'eau permet un mouvement de rotation horizontal de la meule.</p>	<p>Le Musée de la métallurgie de Liège où l'on peut observer différentes machines comprenant divers systèmes d'engrenages.</p>
	

Une situation problème en lien avec le vécu des élèves permet également d'ancrer les apprentissages dans le réel.



Toutes les vitesses de mon VTT sont-elles utiles ?

## **2. Première phase : Comprendre la transmission de mouvements par les engrenages**

### **2.1 Expériences-action : Découvrir le matériel lors d'une manipulation libre.**

Consigne : Pendant 10 minutes, vous pouvez découvrir le matériel lors d'une manipulation libre, en groupe de 4.



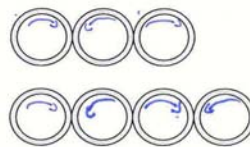
Ce matériel est un jeu d'enfant ! Nous avons d'ailleurs récupéré quelques boîtes de ces engrenages chez les institutrices maternelles...Et pourtant, il a mobilisé sérieusement ces élèves de 12 à 13 ans. Comme nous l'avions mentionné plus haut, une phase qui privilégie l'action permettant au propre projet de l'élève de s'exprimer est déjà une manière d'apporter des éléments de réponse à la situation étudiée et respecte ce besoin incontournable chez certains d'agir d'abord, pour comprendre et voir plus loin ensuite.

Nous avons pu mesurer combien ce moment libre est nécessaire même au secondaire. Les élèves se montrent ensuite bien plus disponibles et motivés pour la suite de la démarche.

Lors de ce moment, la construction de systèmes qui associent le plus possible de roues dentées semble être l'objectif principal des élèves. Leur implication d'abord individuelle devient vite collective car une collaboration s'impose si l'on veut faire la chaîne la plus longue.

## 2.2 Expériences-outil : Tester avec le matériel, selon les consignes et noter les observations et résultats.

Après l'introduction de l'atelier sous forme d'une manipulation libre, le matériel est ensuite réparti en fonction des nécessités de chaque étape de la démarche. La séquence se poursuit par des ateliers dirigés en groupe de quatre élèves. Des tâches sont à suivre sur la feuille de consignes (voir structuration 1, 2 et 3) et permettront la compréhension du sens de rotation des roues dans une suite d'engrenages, la vitesse relative de roues associées en fonctions du nombre de dents qu'elles présentent, l'influence du nombre de roues dans une série d'engrenages sur la vitesse de chacune. La transcription des observations à chaque stade est réalisée au crayon dans les espaces prévus. Les élèves en groupe discutent des conclusions à noter. Les élèves découvrent plutôt facilement le sens de rotation des roues, ils voient bien qu'il y a quelque chose à voir entre le sens de rotation et le nombre impaire ou paire de roues. Mais exprimer cette relation...c'est autre chose ! (voir fiche-outil « engrenage » 4 dans la séquence primaire).



- Que peux-tu en conclure ?

Une roue sur deux tourne de la même manière de la première et de la troisième.

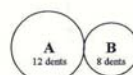
- Peux-tu donner le sens de rotation de la 36<sup>e</sup> roue (nombre pair) et de la 57<sup>e</sup> roue (nombre impair) ? Elle ne tourne comme la 2<sup>e</sup> (pair) 57 elle ne tourne comme la 1<sup>er</sup> (impaire)



- Que peux-tu conclure ?

Si A a la demi de dents de B → si A fait un tour... B en fera la demi.

- Remplace la roue de 16 dents par une roue de 12 dents. Utilise la roue A puis la roue B comme roue motrice et indique tes observations dans le tableau.



Tours A	Tours B	Tours B	Tours A
1	1,5	4	2,66
2	3	5	3,3
3	4,5	12	8
8	12	15	10
10	15	20	13,3

- Que peux-tu conclure ?

La grande roue fait 12 dents la petite fait 8 dents... Quand la petite fait 1 tour la grande fait  $\frac{2}{3}$  de tour





- Réalise le montage ci-dessous et ensuite complète le tableau ci-dessous.



Tours A	Tours B	Tours C
2	4	8
4	8	16
6	12	24
8	16	32

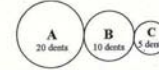
- Que peux-tu en conclure ? Formule ta conclusion sous forme mathématique.

Quand la grande roue fait 1 tour la petite fait le double et l'autre grand fait le même tour que la première

- Sans faire de manipulation, évalue le nombre de tours effectués par les roues A, B, C dans les 2 situations suivantes et indique tes évaluations dans les tableaux.



Tours A	Tours C
3	12
15	6
12	48



Tours A	Tours B	Tours C
4	8	16
2	4	8
50	100	100
102	204	408

Les élèves suivent les consignes et passent facilement de l'essai concret à la collecte de résultats chiffrés. Certains voient d'emblée la relation de proportionnalité qui relie les grandeurs : « nombre de tours de chacune des roues associées ». Volontairement, dans le souci d'une approche graduelle, nous proposons la comparaison de rapports simple et entier (lorsque la roue de 16 dents fait un tour, la roue de 8 dents fait deux tours) pour ensuite passer à des rapports plus complexes (nombre de tours de roues de 12 dents comparé au nombre de tours de roues de 8 dents).

La représentation des résultats sous forme graphique permet ensuite de comprendre qu'une relation de proportionnalité entre deux grandeurs peut se représenter par une droite passant par l'origine et que lorsque les rapports diffèrent la pente des droites diffère également.

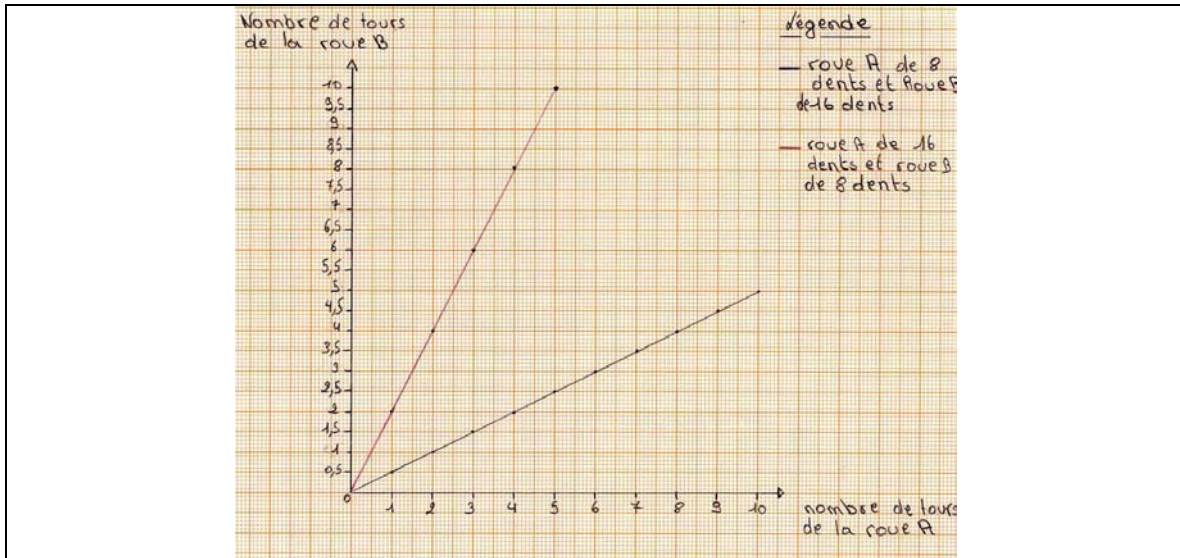
- Sur un papier millimétré trace un graphique ayant comme variable contrôlée le nombre de tours de la roue A et comme variable dépendante le nombre de tours de la roue B.

Représente les 2 situations suivantes :

- Roue A 16 dents et roue B 8 dents
- Roue A 8 dents et roue B 16 dents

- Après avoir tracé ton graphique, que peux-tu conclure ?

Les deux <sup>droit</sup> sont sur la même inclinaison



Une mise en commun des résultats obtenus et des constatations exprimées permet de choisir les phrases les plus adéquates – Une relecture des feuilles s'avère nécessaire pour la correction orthographique.

### 2.3 Expériences-objet : un défi théorique et une expérience pour valider

Les élèves sont invités, sans avoir accès au matériel à résoudre une situation présentée sur feuille (voir fiche-outil «engrenage » 3 dans la séquence primaire). Si l'élève a bien intégré les sens de rotation des roues de deux engrenages associés, il peut ici appliquer sa connaissance. Mais deux situations nouvelles sont présentes dans l'exercice : la transmission par courroie et la transmission par crémaillère.

Si certains savent d'emblée que lorsque deux roues sont reliées par une courroie, le sens de rotation sera le même, cette évidence n'est pas assurée chez tous. Certains demandent à voir.

Dans ce cas-ci, c'est la situation défi théorique qui motive le passage par une expérience concrète, pour valider, confirmer que c'est bien comme on l'a dit que cela se passe.

Les élèves perplexes décident de prendre des élastiques comme courroies et d'essayer de relier deux roues en croisant ou décroisant la courroie.



## 3. La transmission de mouvements dans un vélo.

### 3.1 Expériences-action.

**Un défi : Chercher en groupe la distance parcourue lors d'un tour de pédales? Deux vélos sont à votre disposition dans la cour.**

Contrainte :

Vous devrez argumenter votre réponse en montrant avec le vélo.

Les termes « plateau, pignon, développement » devront apparaître dans la réponse (ces termes sont définis pour tous préalablement)



*« Même nombre de dents à l'avant et à l'arrière, un tour de pédale entraîne un tour de roue. La distance parcourue correspond à un tour de roue. »*

*« La distance d'un tour de roue, c'est en fait la circonférence de la roue. On a mesuré et c'est la même chose ».*



*« Si la chaîne passe par un petit plateau avant et un grand pignon arrière, alors il faudra plus de tours de pédale pour faire un tour de roue »*

La plupart des élèves ont l'habitude d'utiliser un vélo. Ils savent qu'un petit plateau à l'avant sera plus facile en montée mais qu'ils devront « mouliner » davantage. Quelques-uns toutefois ne savent pas exprimer spontanément que mettre la première en montée correspond à un petit plateau à l'avant et un grand pignon à l'arrière. Même si l'usage du vélo fait partie du vécu de tous, nous avons remarqué que l'ensemble des élèves étaient très impliqués dans ces essais et dans la recherche de solution au défi posé. Les discussions dans les groupes de travail lors de

cette manipulation concrète ont réellement permis à chacun de s'approprier le fonctionnement du vélo.

La séquence peut se poursuivre de deux manières

- une expérience-outil : Comparer différents rapports imposés de pignon et plateau et évaluer pour un tour de pédale le développement respectif. La procédure à suivre étant décrite par l'enseignant (voir ci-dessous : la suite de la séquence vécue).
- une expérience-objet : Concevoir une expérience qui permettra de montrer que certains rapports pignon/plateau sont identiques. Les élèves devront eux même prévoir la procédure à suivre.

En passant de l'expérience-action à l'expérience-outil ou objet, nous passons d'une expression qualitative à une expression quantitative des résultats. L'exigence de rigueur s'accroît.

### **3.2 Expériences-outil : Toutes les vitesses de mon VTT sont-elles utiles ?**

Les élèves en deux groupes, réalisent des mesures qui permettront la comparaison de différents rapports « plateau – pignon » tels que signalés dans leur feuille de consigne (voir document de structuration 5). Des équerres en bois construites par l'enseignant, permettent de noter avec plus de précision la position de départ et d'arrivée du vélo après un tour de pédalier appliqué par un des expérimentateurs. Nous remarquons que les premières mesures sont aberrantes ! Après réflexion, les élèves se rendent compte que celui qui tient le guidon du vélo ne doit absolument pas le pousser car cela entraîne une estimation à la hausse du trajet parcouru par le vélo. Ce n'est que le tour de pédalier qui doit initier le mouvement. Nous constatons très vite la nécessité de faire plusieurs fois la mesure du développement pour un même rapport « plateau- pignon » envisagé et de noter dans le tableau la moyenne des mesures obtenues. Ces discussions pour parfaire la procédure sont évidemment riches d'apprentissage en ce qui concerne l'exercice d'une attitude scientifique et plus exactement l'apprentissage d'une certaine rigueur.

Un trait est marqué sur le sol à la craie pour indiquer la position de départ.

Pendant ce temps, un élève ajuste avec un repère la position du pédalier. Cela permettra de bien constater qu'un tour de pédale complet a été effectué.



### 3.3 Structuration

Différentes formes de structurations ont été proposées lors de cette séquence :

#### 3.3.1 Synthèse écrite à compléter avec l'enseignant

Après ces différentes expérimentations, la structuration s'est déroulée facilement.

Il s'agit de manière frontale, de compléter les feuilles prévues afin de noter les conclusions.

La réalisation d'exercices d'application individuels est ensuite proposée. Une situation a particulièrement intéressé les élèves. Il s'agit de l'analyse d'un document trouvé sur un site d'amateurs de VTT et qui présente des tableaux de comparaison des braquets pour différents types de pignons et plateaux. De nouvelles questions se posent : pourquoi le titre du tableau précise-t-il le poids du cycliste et la pression de gonflage ?

#### 3.3.2 Synthétiser les nouveaux apprentissages et réaliser un site Web.

L'enseignante a proposé aux élèves de réaliser un site Web qui relaterait la séquence sur les engrenages. La classe pourrait alors participer au concours de site Web « Crackduweb » organisé par l'asbl « hypothèse ». Les élèves ont été motivés par cette initiative et ont remporté un prix à ce concours. Vous pouvez consulter leur site sur l'adresse : <http://www.ompare.be>



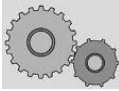


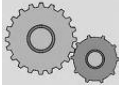

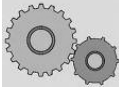





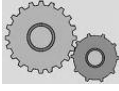
Synthétiser une information en vue de réaliser un site est d'un intérêt certain en matière de structuration. En effet ; la logique même d'un site, qui présente une page d'accueil en lien avec diverses informations accessibles dans les pages sous jacentes, exige de la part des concepteurs une hiérarchisation claire de l'information. Un organigramme est à concevoir. Le choix des informations essentielles et des éléments accessoires est clairement guidé par le souci d'efficacité. L'expression orale est de plus suscitée lorsqu'il s'agit de placer quelques séquences relatant les observations réalisées sous la forme de vidéo. La mobilisation des élèves pour réaliser ce compte-rendu consultable sur le web est effective.

### **3.3.3 Réalisation d'une présentation orale et de panneaux pour une exposition**

Les élèves ont présenté leur projet à « Exposciences » organisé par les jeunesses scientifiques de Belgique. La participation à une exposition de ce type a également nécessité une présentation sous forme synthétique des apprentissages réalisés. Lors de l'exposition, les élèves devaient exprimer leur projet devant le public visitant les stands. Cet objectif a responsabilisé les élèves dans la préparation de cette présentation orale.



## Plan d'organisation des activités autour des engrenages au secondaire

Phases	Docu- ments de structura- tion	Fiches d'activité
<b>Mise en situation : visite du musée de la métallurgie</b>		
Situation-problème : toutes les vitesses de mon VTT sont-elles utiles ?		
Expérience-action pour découvrir le matériel (engrenages)		
Expérience-outil en protocole: sens de rotation des engrenages	 6	  1
Expérience-outil en protocole : vitesse de rotation des engrenages	 6	  2
Expérience-objet en défi théorique : pic et zou		  3
Expérience-action en défi technique : chercher en groupe, la distance parcourue lors d'un tour de pédale à vélo.	 7	  6
Variante 1 : expérience-outil : comparer différents rapports imposés de pignon et de plateau	 7	  7
Variante 2 : expérience-objet : concevoir une expérience qui permettra de montrer que certains rapports pignon/plateau sont identiques		



## Tableau des savoirs

---

Activités autour des engrenages au secondaire

Les compétences travaillées relèvent du domaine des Mathématiques dans la rubrique grandeur : « opérer-fractionner ».

## Tableau des compétences

### Activités autour des engrenages au secondaire

<i>Savoir-faire</i>		<i>Domaine du savoir envisagé</i>		<i>Engrenages</i>	<i>La force de l'eau</i>	<i>L'électricité et l'énergie</i>
		<i>Engrenages</i>	<i>La force de l'eau</i>	<i>L'électricité et l'énergie</i>	<i>La force de l'eau</i>	<i>L'électricité et l'énergie</i>
C1	Formuler des questions à partir de l'observation					
C2	Rechercher et identifier des indices					
C3	Agencer les indices en vue de formuler des pistes de recherche					
C4	Différencier les faits établis de réactions affectives et de jugements de valeur					
C5	Concevoir ou adopter une procédure expérimentale	✓				
C6	Recueillir des informations par des observations	✓				
C7	Identifier et estimer la grandeur à mesurer et l'associer à un instrument de mesure adéquat					
C8	Exprimer le résultat d'une mesure	✓				
C9	Repérer et noter une information issue d'un écrit scientifique					
C10	Repérer et noter une information issue d'un graphique					
C11	Repérer et noter une information issue d'un croquis, d'un schéma					
C12	Comparer, trier, classer...					
C13	Mettre en évidence des relations entre deux variables	✓				
C14	Rassembler des informations dans un tableau et les communiquer à l'aide d'un graphique	✓				
C15	Valider les résultats d'une recherche					
C16	Elaborer un concept, une loi	✓				
C17	Réinvestir les connaissances acquises dans d'autres situations					





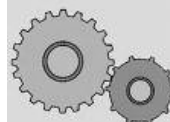
## FICHES OUTILS

6- Toutes les vitesses de mon vélo sont-elles utiles ?

7- Toutes les vitesses de mon vélo sont-elles utiles ?  
Variante.



## Toutes les vitesses de mon vélo sont-elles utiles ?



6



**Expériences-outil pour comparer des distances parcourues en fonction des rapports plateau/pignon.**

### Buts de l'activité

A l'aide d'un vélo, mesurer la distance parcourue pour un tour de pédale suivant la position de la manette des « vitesses ». Selon différents rapports étudiés, comparer les distances parcourues.

Pouvoir comprendre comment rendre sa conduite à vélo la plus efficace suivant la déclivité du terrain.

### Matériel

- Un vélo (type VVT) par groupe (21 vitesses).
- Une craie
- Des gommettes
- Une équerre en bois de grande taille
- Un décimètre
- Un mètre ruban par groupe
- Du papier et des crayons
- Lieu de l'activité : la cour de l'école



### Déroulement

#### Mise en situation

Observation du vélo par groupe : le développement correspond à la circonférence de la roue.

#### Description des tâches attendues

Compter le nombre de dents des plateaux avant et pignon du vélo et en déterminer le nombre de rapports possibles qui correspond au nombre de « vitesses » du vélo

Placer une gommette repère sur la roue avant. A l'aide de l'équerre placée devant la roue avant, faire un trait à la craie sur le sol. Manuellement, réaliser un tour de pédale et tracer un second trait sur le sol de nouveau à l'aide de l'équerre. Mesurer la distance qui sépare les deux traits. Noter la mesure obtenue dans le document de structuration.\*\*

Comparer les résultats et observer que certains rapports entraînent des développements très proches. On n'utilise souvent que quelques rapports sur son vélo.

Comprendre un tableau présentant les valeurs de « braquets », rapports pignon/plateau, à disposition des professionnels pour optimiser leur achat de vélo. A la lecture du tableau, il apparaît que certains braquets sont identiques

#### Organisation de la mise en commun

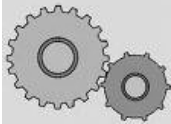

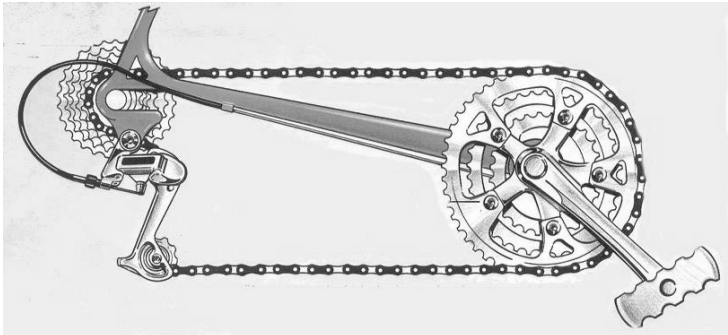
La mise en commun à lieu au fur et à mesure de la démarche menée dans la cour.

#### Pour aller plus loin

Comprendre un tableau<sup>1</sup> présentant les développements selon les braquets, rapports pignon/plateau, à disposition des professionnels pour optimiser leur achat de vélo. A la lecture du tableau, il apparaît que certains braquets sont identiques.

#### Sources/références

Equipe de recherche « hypothèse ».

<p><b>Toutes les vitesses de mon vélo sont-elles utiles ?</b>  <b>Variante</b></p>		<p>7</p>
	<p><b>Expériences-objet pour comparer des distances parcourues en fonction des rapports plateau/pignon.</b></p>	
<p><b>Buts de l'activité</b>          Concevoir une expérience qui permettra de montrer que certains rapports pignon/plateau sont identiques. Les élèves devront eux – mêmes prévoir la procédure à suivre.</p>		
<p><b>Matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un vélo (type VVT) par groupe (21 vitesses).</li> <li>• Une craie</li> <li>• Des gommettes</li> <li>• Une équerre en bois de grande taille</li> <li>• Un décimètre</li> <li>• Un mètre ruban par groupe</li> <li>• Du papier et des crayons</li> <li>• Lieu de l'activité : la cour de l'école</li> <li>• Autre matériel selon souhait des élèves</li> </ul>		
<p><b>Déroulement</b>  <b>Mise en situation</b>          Les élèves sont répartis en groupe de 5.          Concevoir une procédure expérimentale pour répondre la question : Toutes les vitesses du VTT sont-elles utiles ?          Observation du vélo par groupe : le développement correspond à la circonférence de la roue</p> <p><b>Description des tâches attendues :</b>          Les élèves réfléchissent à la manière de procéder. Ils ont un vélo à leur disposition. Un des membres du groupe note les étapes de la démarche.          Exemple de procédure :          Exemple 1 : A l'aide d'un vélo, mesurer la distance parcourue pour un tour de pédale suivant la position de la manette des « vitesses ». Choisir plusieurs positions de la chaîne sur le plateau et le pignon. Noter le nombre de dents du plateau et du pignon pour chaque position choisie.          Comparer le développement (distance parcourue) selon ces différents braquets (rapports pignon/plateau) étudiés.          Afin d'évaluer la distance, placer une gommette repère sur la roue avant et sur la pédale. A l'aide de l'équerre placée devant la roue avant, faire un trait à la craie sur le sol. Manuellement, réaliser un tour de pédale et tracer un second trait sur le sol de nouveau à l'aide de l'équerre placée contre la roue. Mesurer la distance qui sépare les deux traits. Noter la mesure obtenue.</p>		



## LIAISON PRIMAIRE- SECONDAIRE

Exemple 2 : Afin de comparer les différents rapports « plateau/pignon », les élèves peuvent aussi compter le nombre de tour de pédale nécessaire pour réaliser une distance donnée ( par exemple 10m). Bien que la démarche proposée soit logique, la mesure dans ce deuxième exemple est nettement moins précise car il est difficile de mesurer correctement un nombre de tour.

### Organisation de la mise en commun

Les élèves présentent leurs résultats et la manière dont ils ont procédé pour les obtenir. Les procédures utilisées peuvent être analysées afin de faire ressortir les avantages et inconvénients de chacune. Il est important de faire prendre conscience aux élèves de l'importance du contrôle des variables et des imprécisions inhérentes à chacune des méthodes. Une réflexion critique permet d'aborder la manière d'améliorer les protocoles si besoin. L'enseignant peut comparer les résultats et faire observer que certains rapports entraînent des développements très proches. On n'utilise souvent que quelques rapports sur son vélo.

Arriver à la formulation : Développement = Circonférence roue X Nombre dents plateau/nombre dents pignon

### Pour aller plus loin

Comprendre un tableau<sup>1</sup> présentant les développements selon les braquets, rapports pignon/plateau, à disposition des professionnels pour optimiser leur achat de vélo. A la lecture du tableau, il apparaît que certains braquets sont identiques.

### Sources/références

<sup>1</sup>Tableau des développements de VTT: <http://www.cyclos-cyclotes.org/technique/index.html>







## **DOCUMENTS DE STRUCTURATION ENGRENAGES AU SECONDAIRE**

- 1- Je pars à gauche ou à droite
- 2- Vite ou pas vite
- 3- Le nombre de roues dans un engrenage influence-t-il la vitesse d'une roue.
- 4- Qui sera expédié dans l'espace ?
- 5- Fonctionnement du vélo.
- 6- Fonctionnement du vélo : calcul du développement.

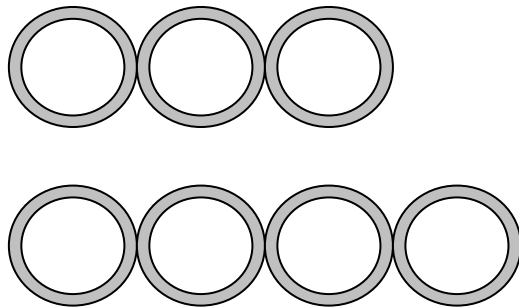
## 1. Je pars à gauche ou à droite ?

### Matériel :

- Roues d'engrenages de même taille
- Plateau de fixation
- Plasticine et petits drapeaux

### Expérimentation :

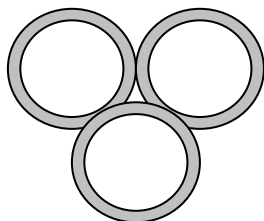
- Construis une série linéaire d'engrenages et observe le sens de rotation de chacune des roues.  
Remarque : pour bien observer le sens de rotation, dispose un drapeau à l'aide de plasticine sur les roues.
- Sur les schémas ci-dessous, indique le sens de rotation des roues.



- Que peux-tu en conclure ?

.....  
 .....

- Peux-tu donner le sens de rotation de la 36<sup>e</sup> roue (nombre pair) et de la 57<sup>e</sup> roue (nombre impair)
- Réalise le montage suivant le schéma ci-dessous et indique ce qui se passe en provoquant la rotation d'une des roues.



.....

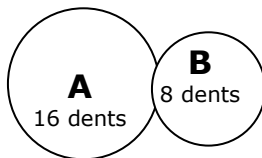
## 2. Vite ou pas vite ?

### Matériel :

- Des engrenages de différentes tailles
- Plateaux de fixation
- Gommettes de couleurs

### Expérimentation :

- Réalise le montage ci-dessous et observe combien de tours fait la roue B quand la roue A fait 1, 3, 5, 12, 17 tours. Utilise les gommettes de couleurs comme points de repère. Note tes observations dans le tableau ci-dessous.



Tours A	Tours B
1	
3	
5	
12	
17	

- **Sans faire de manipulation**, évalue le nombre de tours effectués par la roue B quand la roue A fait le nombre de tours indiqués dans le tableau ci-dessous. Complète le tableau.

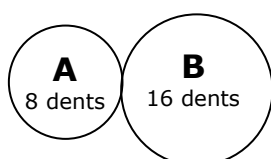
Tours A	Tours B
23	
35	
46	
54	
61	

- Que peux-tu conclure ?

.....

.....

- Refais la même expérience mais en changeant de roue motrice. Complète le tableau.



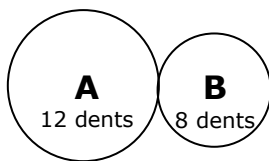
Tours A	Tours B
2	
8	
10	
1	
3	

- Que peux-tu conclure ?

.....

.....

- Remplace la roue de 16 dents par une roue de 12 dents. Utilise la roue A puis la roue B comme roue motrice et indique tes observations dans le tableau.



Tours A	Tours B	Tours B	Tours A
1		4	
2		5	
3		12	
8		15	
10		20	

- Que peux-tu conclure ?

.....

.....

- Sur un papier millimétré trace un graphique ayant comme variable contrôlée le nombre de tours de la roue A et comme variable dépendante le nombre de tours de la roue B.

Représente les 2 situations suivantes :

- Roue A 16 dents et roue B 8 dents
- Roue A 8 dents et roue B 16 dents

- Après avoir tracé ton graphique, que peux-tu conclure ?

.....

.....

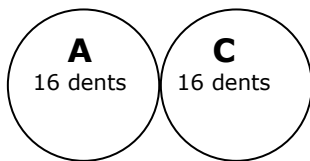
### 3. La vitesse de rotation d'une roue dépend-elle du nombre de roues?

#### Matériel :

- Roues d'engrenages de tailles différentes
- Plateau de fixation

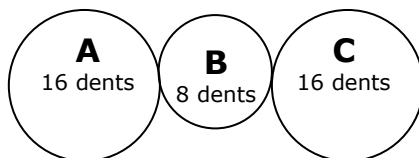
#### Expérimentation :

- Réalise le montage ci-dessous. Ensuite complète le tableau en y indiquant le nombre de tours effectué alternativement par A et C.



Tours A	Tours C
2	
	5
7	
	8

- Réalise le montage ci-dessous et ensuite complète le tableau ci-dessous.



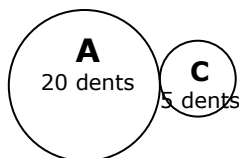
Tours A	Tours B	Tours C
2		
	4	
		6
8		

- Que peux-tu en conclure ? Formule ta conclusion sous forme mathématique.

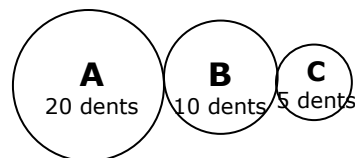
.....

.....

- **Sans faire de manipulation**, évalue le nombre de tours effectués par les roues A, B, C dans les 2 situations suivantes et indique tes évaluations dans les tableaux.



Tours A	Tours C
3	
	6
12	



Tours A	Tours B	Tours C
4	8	16
2	4	8
50		
102		

## 4. Qui sera expédié dans l'espace?

### Matériel :

- Roues d'engrenages
- Plateau de fixation
- Elastiques
- Fiche défi : »Pic et Zou «

### Expérimentation :

Dispose 2 roues dentées sur le plateau de fixation en les espaçant l'une de l'autre. Ensuite relie-les avec un élastique. Que se passe-t-il ? Dans quels sens tournent les roues ?

Fais le schéma ci-dessous.

Refais la même manipulation mais en croisant la courroie. Qu'observes-tu ? Fais le schéma ci-dessous.

Que peux-tu conclure ?

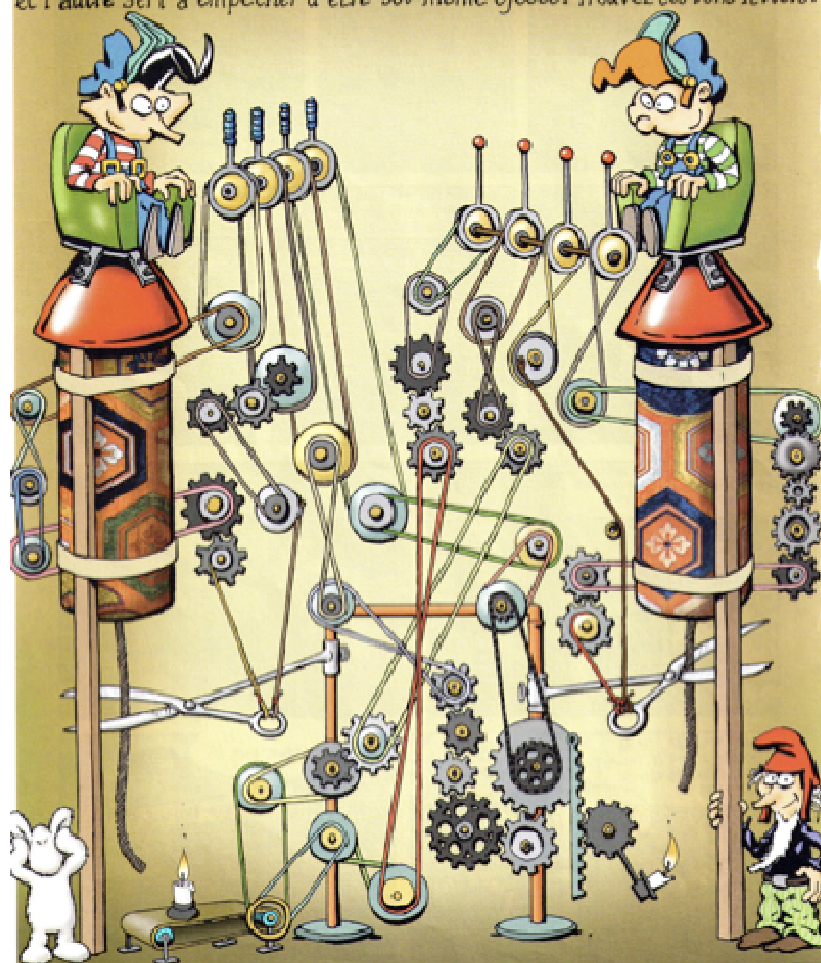
.....  
.....  
.....

### Application :

Observe attentivement la fiche défi « Pic et Zou » et trouve le levier qui sert à expédier le copain d'en face dans l'espace et celui qui sert à empêcher d'être soi-même éjecté !

Bon amusement !

PIC et ZOU sont tous deux assis sur des sièges éjectables très puissants. Ils disposent de manettes qu'ils ne peuvent que TIRER VERS EUX. Parmi elles, seulement DEUX sont utiles: UNE sert à expédier le copain dans l'espace et l'autre sert à empêcher d'être soi-même éjecté! Trouvez ces bons leviers!





## 5. Fonctionnement du vélo

### Matériel :

2. Un vélo
3. Gommettes de couleurs
4. Craies de couleurs
5. Mètre ruban

### Expérimentation :

1. Compte le nombre de dents des plateaux avant et des pignons arrière du vélo et complète le tableau ci-dessous.

Plateau avant	Pignon arrière
dents	dents
dents	dents
dents	dents
dents	dents
dents	dents
dents	dents

Le vélo compte donc ....vitesses. Sont-elles toutes nécessaires ? Quels sont les rapports les plus appropriés pour rouler à plat ou en montée ?

2. Tout en modifiant les plateaux avant et pignons arrière (de préférence choisir des rapports simples), effectue les manipulations suivantes et indique tes résultats dans le tableau ci-dessous.
  - Place une gommette repère sur la roue avant.
  - Au contact de la roue avec le sol, fais un premier trait.
  - Tout en observant la rotation de la roue avant, fais faire un tour de pédale au vélo.et fais un deuxième trait sur le sol.
  - Mesure la distance qui sépare les 2 traits : celle-ci te donne le développement.

Dents plateau avant	Dents pignon arrière	Tour de roue	Tour de pédale	Développement

Que peux-tu conclure?

.....

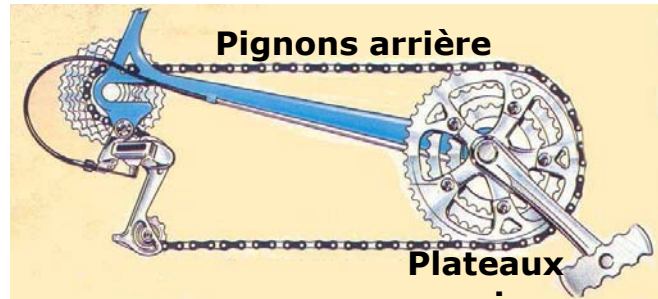
.....

.....

.....

## 6. Fonctionnement du vélo : calcul du développement.

Avant de passer à l'expérimentation avec un vélo, quelques données théoriques sont nécessaires...



Les 2 documents ci-dessus vous montrent la structure d'un **dérailleur** de vélo. Comme vous pouvez le constater, le dérailleur est composé de nombreuses roues dentées qui sont reliées avec une chaîne : nous sommes donc bien en présence d'engrenages !

Les roues dentées situées sur la roue arrière porte le nom de .....

Les roues dentées situées au pédalier porte le nom de .....

**Le nombre de vitesses** d'un vélo est calculé en multipliant le nombre de plateaux par le nombre de pignons.

*Exemple : si un vélo possède 3 plateaux sur le pédalier et 6 pignons sur la roue arrière il a ..... vitesses.*

A chaque tour de pédalier, le vélo parcourt une certaine distance sur le sol : c'est ce qu'on appelle le **développement**.

Quand on parle de changement de vitesse on utilise souvent le mot **braquet**. Celui-ci représente le rapport de démultiplication entre le pédalier et le pignon arrière.

### Un peu de math

Pour effectuer le choix des braquets de votre vélo, il faut bien comprendre le principe de la démultiplication. La circonférence d'un cercle est égale à  $2 \pi R$  (R étant le rayon du cercle et le fameux nombre égal à 3,14) ou à  $\pi D$  (D étant le diamètre du cercle) Chaque fois que votre roue fait un tour complet, vous avancez de  $\pi D$  sur la route puisque votre roue reste en permanence en contact avec le sol.

Exemple : avec des roues de 650 (à peu près 630 millimètres de diamètre)  
 $\pi \times 0,630 = 1,98$  mètre

*Remarque :* Le diamètre de la roue "en action" dépend bien sûr de la section des pneus, de la pression de gonflage et du poids du cycliste. Par exemple si le pneu est dégonflé, le diamètre sera inférieur.

### Comment calculer le développement de son vélo ?

On multiplie le diamètre de la roue par 3,14 et par le nombre de dents du plateau du pédalier et on divise par le nombre de dents du pignon arrière.

*Exemple : un vélo avec un pédalier de 26 dents et un pignon de 13 dents, utilisant des roues de 650 avance de  $1,98 \text{ m} \times (26/13) = 3,96 \text{ m}$  à chaque tour de pédale.*

### Exercices

- 1) Calcule le développement du même vélo avec un pédalier de 52 dents et un pignon de 13 dents.
  
- 2) Calcule le développement du même vélo avec un pédalier de 26 dents et un pignon de 26 dents.
  
- 3) Calcule le développement du même vélo avec un pédalier de 26 dents et un pignon de 30 dents.

Que constates-tu ?

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

Lorsque tu utilises un petit braquet utilises-tu un grand ou un petit pignon ? Justifie.

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

Lorsque tu utilises un grand braquet utilises-tu un grand ou un petit pignon ? Justifie.

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

# Organisation des activités à propos de l'électricité au primaire



Le compte-rendu ci-dessous relate partiellement ce qui s'est vécu à l'école Saint-Joseph à Sougné-Remouchamps dans la classe de Dominique Bollaerts.

L'ensemble de la démarche vécue est racontée et commentée par les enfants sur le site : <http://www.saintjo-remouchamps.be/cdw/>. Divers documents y sont téléchargeables.

Durée de la séquence : 4 périodes.

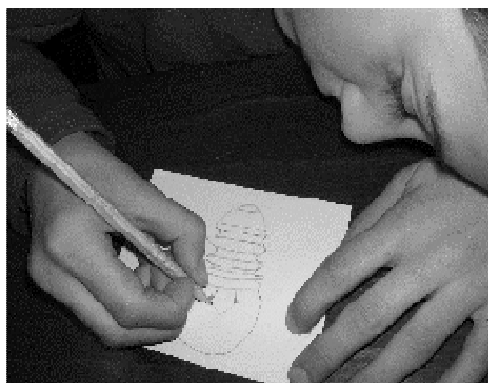
## 1- Première phase : expérience de sensibilisation - observation de l'ampoule

Il ne s'agit pas d'une expérimentation à proprement parler mais d'un travail d'observation.

Les enfants sont placés en groupe. Ils reçoivent une ampoule de lampe de poche et l'observent. S'ils le souhaitent, ils ont à leur disposition une loupe. Ils reçoivent ensuite une ampoule ordinaire afin de vérifier si leurs observations sont « complètes » et « correctes ».



Lulcia observe la grosse ampoule à la loupe.



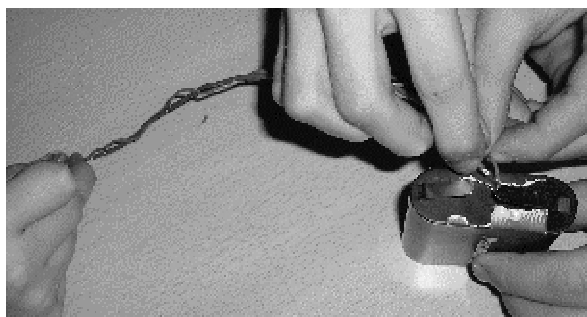
Le dessin prend forme...

Les enfants prennent note individuellement au fur et à mesure. Cette étape contribue à structurer l'apprentissage dans la mesure où l'observation doit se préciser, s'affiner et l'enfant fait des allers-retours entre l'objet réel et la représentation de ce réel qui se construit peu à peu.

Il y a ensuite mise en commun des observations des enfants puis confrontation à un schéma de référence afin de préciser le nom des parties de l'ampoule et la nature des matériaux la constituant (voir document de structuration 1 ci-après).

## 2- Deuxième phase : expérience pour « voir » dans un défi expérimental - un circuit simple

La consigne est : « allumer l'ampoule sans qu'elle ne soit en contact direct avec la pile » (voir fiche-outil 1).



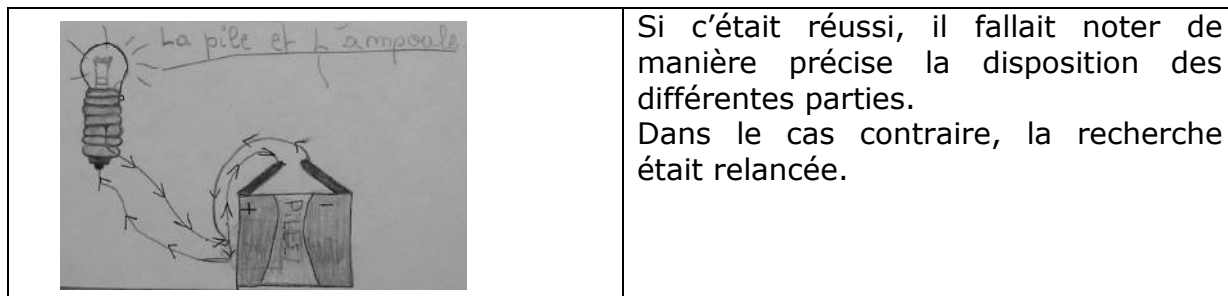
Deux fils, qui partent de la même borne de la pile et arrivent au même endroit sur l'ampoule. Ça ne fonctionne pas, mais ça chauffe...

Les enfants reçoivent une ampoule de lampe de poche et ont à leur disposition des fils électriques variés. Il s'agit d'essais menés par les enfants afin de se familiariser avec le matériel, tout en découvrant peu à peu, par essais et erreurs, ce qu'est un circuit électrique simple.

« Quand nous pensions avoir réussi le défi, nous appelions notre instituteur et il venait placer la pile »

« Résumons : deux fils qui partent de la pile, qui arrivent à deux parties métalliques de l'ampoule et qui ne sont jamais en contact l'un avec l'autre...et ça fonctionne ! »





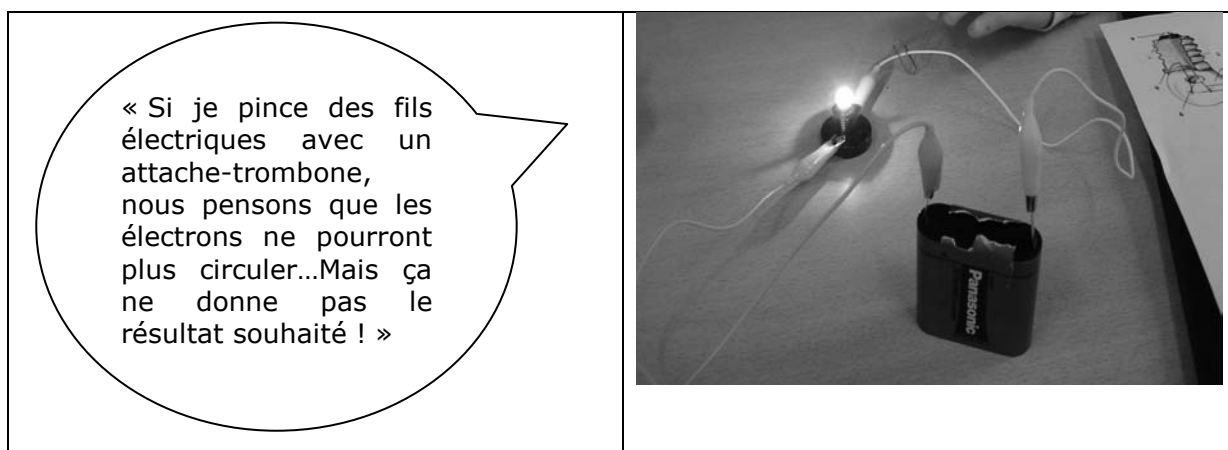
La mise en commun a permis une structuration orale.

Pour gérer les vitesses de travail différentes dans les groupes, l'enseignant relançait la recherche par des sous-questions : « Peut-on inverser les fils ? Comment allumer 2 ampoules avec une seule pile en utilisant le moins de fils possible ? ».

### **3 - Troisième phase : Avec un interrupteur - expérience-action (expérience pour « voir »)**

Il s'agit maintenant de construire un interrupteur : « éteindre et allumer l'ampoule sans devoir déconnecter les fils ». Les enfants disposent de matériel plus performant (pinces crocodiles,...) pour que les contacts soient plus francs (voir fiche-outil 2).

L'activité permet de constater que les essais non concluants reflètent la pensée de l'enfant :

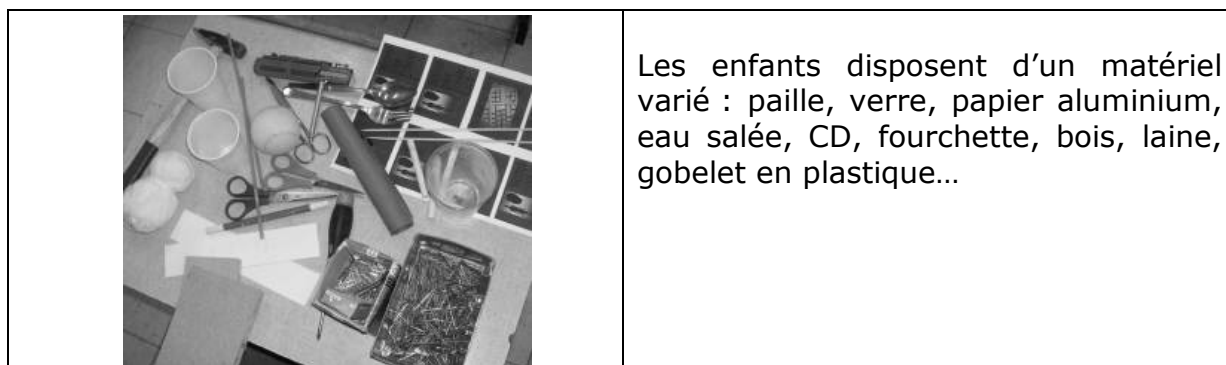


Les différents essais menés par les enfants n'ont, cette fois, pas abouti. L'enseignant propose alors une expérience-illustrative pour clôturer la séance et apporter une solution qui fonctionne.

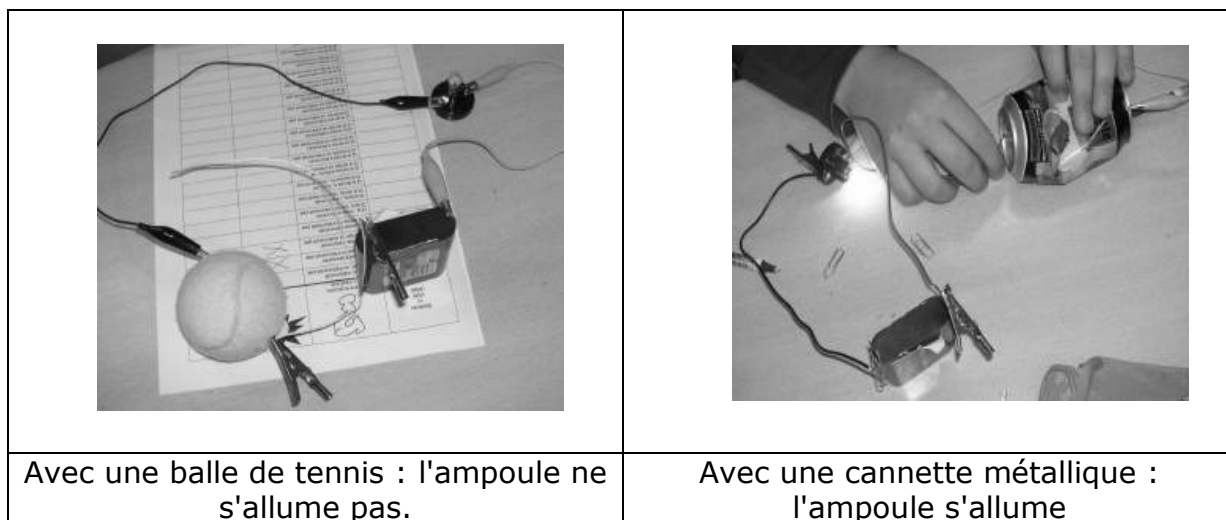
Des traces écrites sont aussi produites par les enfants.

## 4 - Quatrième phase : Conducteur ou isolant - expérience - objet.

Cette fois, la consigne est : « Faire un circuit simple en insérant dans le circuit un objet autre qu'un fil électrique » (voir fiche-outil 3).











Ici, la démarche attendue est différente. Les enfants ne sont plus dans les expériences pour « voir ». Un tableau est proposé aux enfants afin qu'ils anticipent les résultats (voir document de structuration 2 ci-après). Les enfants « parient » que tel ou tel objet permettra le passage du courant. Ils passent ensuite à la phase expérimentale pour vérifier si ce qu'ils pensent est correct ou non.



La démarche s'apparente ici à l'expérience-objet dans la mesure où elle permet de vérifier si l'idée émise est correcte. Certaines difficultés apparaissent : ainsi, avec des matériaux identiques, certains groupes obtiennent des résultats différents ! Si l'ampoule ne s'allume pas en utilisant la paire de ciseaux, est-ce parce que les ciseaux ne conduisent pas le courant ou parce que les contacts ne sont pas bons ? Les enfants découvrent alors la nécessité de refaire plusieurs fois la même expérience avant de conclure.

Un moment de structuration a clôturé cette dernière séance.

## Plan d'organisation des activités autour de l'électricité au primaire.

Phases	Documents de structuration	Fiches d'activité
<p><b>Première séance « l'ampoule »</b></p> <p>➤ Activité d'observation : qu'y a-t-il à l'intérieur d'une ampoule électrique ?</p>	 1	
<p><b>Deuxième séance « un circuit simple »</b></p> <p>➤ Expérience-action « pour voir » : relier une pile et une ampoule avec des fils électriques pour que l'ampoule s'allume</p>		  1
<p><b>Troisième séance « un interrupteur »</b></p> <p>➤ Expérience-action « pour voir » : construire un interrupteur pour éteindre l'ampoule</p>		  2
<p><b>Quatrième séance « conducteurs et isolants »</b></p> <p>➤ Expérience-objet pour prouver</p>	 2	  3



## Tableau des savoirs

### Activités autour de l'électricité au primaire

L'ÉNERGIE	
<b>Généralités</b>	
Les principales sources d'énergie	
Les différentes formes d'énergie	
Transformation d'une forme d'énergie en une autre	
Quelques formes de stockage d'une énergie	
<b>Electricité</b>	
L'électricité est le résultat d'une transformation d'énergie	✓
Transformation de l'énergie électrique en une autre forme	✓
Le circuit électrique simple	✓
Bons et mauvais conducteurs	✓
<b>Les forces</b>	
Mise en évidence d'une force par ses effets perceptibles	
Principe de l'action-réaction	
Approche de la relation masse-poids	
La pression : relation force-surface	
<b>La chaleur</b>	
Distinction chaleur et température	
Transformation des différentes formes d'énergie en énergie thermique	
Transfert de la chaleur dans les différents états de la matière	
Les qualités d'un bon isolant thermique	
Dilatation et contraction	

## Tableau des compétences

### Activités autour de l'électricité au primaire

<i>Savoir-faire</i>		<i>Domaine du savoir envisagé</i>	<i>Engrenages</i>	<i>La force de l'eau</i>	<i>L'électricité et l'énergie</i>
C1	Formuler des questions à partir de l'observation				✓
C2	Rechercher et identifier des indices				✓
C3	Agencer les indices en vue de formuler des pistes de recherche				
C4	Différencier les faits établis de réactions affectives et de jugements de valeur				
C5	Concevoir ou adopter une procédure expérimentale				✓
C6	Recueillir des informations par des observations				✓
C7	Identifier et estimer la grandeur à mesurer et l'associer à un instrument de mesure adéquat				
C8	Exprimer le résultat d'une mesure				
C9	Repérer et noter une information issue d'un écrit scientifique				
C10	Repérer et noter une information issue d'un graphique				
C11	Repérer et noter une information issue d'un croquis, d'un schéma				✓
C12	Comparer, trier, classer...				✓
C13	Mettre en évidence des relations entre deux variables				
C14	Rassembler des informations dans un tableau et les communiquer à l'aide d'un graphique				
C15	Valider les résultats d'une recherche				
C16	Elaborer un concept, une loi				
C17	Réinvestir les connaissances acquises dans d'autres situations				✓





## **FICHES OUTILS**

- 1- Le circuit électrique simple
- 2- L'interrupteur
- 3- Isolant ou conducteur

## Un circuit simple



1



### Expérience pour voir dans un défi expérimental

#### Buts de l'activité

A partir du matériel mis à disposition, les élèves construisent un circuit électrique qui permettra d'allumer l'ampoule.

#### Matériel

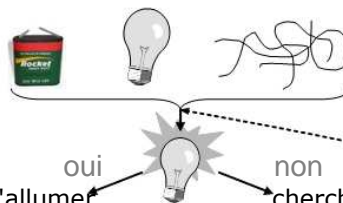
- Ampoules de lampes de poche (3,5 ou 3,8 V) – si possible une par enfant
- Piles plates de 4,5 V
- Piles rondes de 1,5 V
- Fils électriques divers



#### Déroulement

##### Mise en situation

Défi : allumer l'ampoule de lampe de poche en utilisant une pile et un ou plusieurs fils électriques. L'enseignant note au tableau l'organigramme ci-dessous afin d'indiquer aux enfants la marche à suivre selon qu'ils aient trouvé, ou non, une solution qui permette d'allumer la lampe.



dessiner la situation qui a permis d'allumer l'ampoule, avec le plus de précision possible

chercher une meilleure solution technique en réfléchissant au pourquoi du non éclairage

#### Description des tâches attendues

En utilisant comme ils le souhaitent le matériel mis à leur disposition, chaque groupe (de 2 ou 3 enfants) tâtonne pour trouver une solution pour allumer cette ampoule "à distance" de la pile. Quand une solution est prête, le groupe appelle l'enseignant pour la "mise en marche". Selon la réussite ou l'échec de l'expérience, le groupe se dirige vers la gauche ou la droite de l'organigramme. Tant que l'ampoule ne s'allume pas, le groupe doit creuser le problème pour trouver une solution...



## LIAISON PRIMAIRE- SECONDAIRE

### Pour aller plus loin

Remplacer les ampoules par des moteurs et se rendre compte que dans ce cas, le sens du courant a de l'importance (le moteur tourne dans un sens ou dans l'autre selon la manière dont il est raccordé aux bornes de la pile).



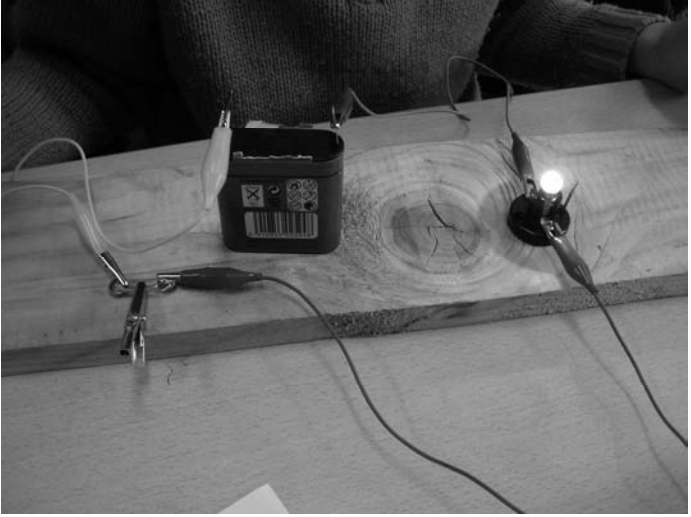
Cela peut se constater également avec des buzzers ou des diodes (LED) qui ne fonctionnent que dans un sens bien précis du courant.

Quelques sites intéressants...

- <http://www.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e02coura.htm>
- <http://www.lescale.net/circuits/> (Jeux pour les enfants sur les circuits électriques)
- <http://mendeleiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/theorie/planche.html>
- <http://www.et-demain-en-classe.org/avecquoi/fardesynt/SCI25.htm>

### Sources/références

Fiche d'Alain Grignet, adaptée par Dominique Bollaerts, instituteurs du groupe de recherche.

<b>L'interrupteur</b>		<b>2</b>
	<b>Expérience-action pour voir dans un défi expérimental</b>	
<p><b>Buts de l'activité</b></p> <p>Créer un interrupteur de manière à pouvoir allumer et éteindre l'ampoule sans toucher aux fils électriques.</p>		
<p><b>Matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ampoules de 3,8 V (une par groupe au moins, une par enfant si possible...)</li> <li>• piles plates de 4,5 V</li> <li>• fils électriques divers</li> <li>• attaches trombones, clous, attaches parisiennes, punaises (avec ou sans la protection plastique), ...</li> <li>• interrupteurs (pour la phase 4)</li> </ul> <p><b>Pré-requis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vocabulaire de l'ampoule</li> <li>• chemin emprunté par le courant dans l'ampoule</li> <li>• qu'est-ce que l'électricité ?</li> <li>• notion de circuit simple</li> </ul>		
<p><b>Déroulement</b></p> <p><b>Mise en situation</b></p> <p>Vous avez toutes et tous réussi à allumer une ampoule en la reliant adéquatement à une pile par des fils électriques.</p> <p>Voici un nouveau défi : « trouver un moyen qui permette d'éteindre l'ampoule sans débrancher les fils, ni de l'ampoule, ni de la pile ».</p> <p>L'enseignant présente le matériel mis à la disposition des élèves ainsi que la marche à suivre.</p> <p><b>Description des tâches attendues</b></p> <p>En utilisant comme ils le souhaitent le matériel mis à leur disposition, chaque groupe (de 2 ou 3 enfants) tâtonne pour trouver une solution pour allumer cette ampoule "à distance" de la pile et de l'ampoule (c'est-à-dire sans toucher à la pile, aux fils et à l'ampoule).</p> <p>Quand une solution est prête, le groupe appelle l'enseignant pour la "mise en marche".</p> <p>Selon la réussite ou l'échec de l'expérience, le groupe garde une trace du circuit proposé ou poursuit ses investigations pour trouver une solution qui fonctionne.</p>		



## LIAISON PRIMAIRE- SECONDAIRE

### Organisation de la mise en commun

A partir des schémas réalisés, les groupes vont s'exprimer sur ce qu'ils ont fait pour arriver à un tel circuit :

- la réflexion qu'ils ont menée ;
- le matériel qu'ils ont utilisé ;
- les résultats obtenus ;
- ...

On montrera un circuit qui a bien fonctionné et on dessinera également un tel circuit au tableau, pour voir et rappeler que l'interrupteur doit permettre d'ouvrir et de fermer le circuit. C'est l'occasion de constater que le système doit être fiable et ne dépende pas d'un élément extérieur autre que le fait d'actionner l'interrupteur (mauvais contact, par exemple).

Qu'a-t-on en fait créé ici ? Un interrupteur, tel que celui qui se trouve à côté de la porte de notre classe... Le mot "interrupteur" et le mot "interrompre" ont d'ailleurs un lien.

Donc, dire "Ferme un peu la lumière" - comme on l'entend parfois- a-t-il un sens ? Non, puisque l'on devrait dire "Ouvre un peu le circuit"...

### Institutionnalisation

Les élèves comprendront que l'on peut interrompre de manière volontaire un circuit électrique pour éteindre une ampoule (ou autre chose, selon le cas).

### Pour aller plus loin

- ✓ Où placer l'interrupteur ?

L'interrupteur doit-il être placé avant l'ampoule, après l'ampoule dans le circuit ou sa position n'a-t-elle pas d'importance ?

Un petit "sondage" permet de savoir quels élèves choisissent quelle solution.

Essayons: dans chaque groupe, les élèves choisiront la position qu'ils souhaitent pour l'interrupteur. (Les groupes peuvent être faits en fonction des avis exprimés...)

Regardons les résultats dans chacun des groupes ... pour s'apercevoir que la position de l'interrupteur n'a pas d'importance

- ✓ Appliquer les découvertes en réalisant l'illumination d'une petite maison ou la réalisation d'une boîte à ombre ou...



### Des sites intéressants

- <http://www.ac-bordeaux.fr/Pedagogie/Physique/Physico/Electro/e02coura.htm>
- <http://www.lescale.net/circuits/> (*Jeux pour les enfants sur les circuits électriques*)
- <http://mendeleeiev.cyberscol.qc.ca/carrefour/theorie/planche.html>
- <http://www.et-demain-en-classe.org/avecquoi/fardesynt/SCI25.htm>

### Sources/références

Aussi diverses que nombreuses...



<b>Conducteur ou isolant ?</b>		<b>3</b>
	<b>Expérience pour prouver</b>	
<p><b>Buts de l'activité</b></p> <p>Classer, a priori, les objets en fonction du fait qu'ils permettront ou non d'allumer l'ampoule. Vérifier ensuite par l'expérience.</p>		
<p><b>Matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampoules de lampes de poche</li> <li>• Piles plates ou rondes</li> <li>• Fils électriques dénudés ou non</li> <li>• Matériaux divers : laine, tissu, papier alu, clous, bois, cuir, ...</li> <li>• Objets divers : ciseaux, gommes, bics, taille-crayons, ...</li> </ul>		
<p><b>Déroulement</b></p> <p><b>Mise en situation</b>        "Peut-on allumer une ampoule en utilisant des matériaux divers ? »</p> <p><b>Description des tâches attendues</b></p> <p>Chaque groupe reçoit un tableau à remplir (voir document de structuration 2). L'enseignant met à la disposition des élèves beaucoup d'objets et des matériaux divers. Les élèves peuvent également choisir dans la classe d'autres objets ou matériaux.</p> <p>Pour les matériaux choisis, les enfants anticipent d'abord leur réponse et l'inscrivent dans la deuxième colonne du tableau.</p> <p>Dans un deuxième temps, à l'aide d'ampoules, de fils et de piles, les élèves construisent un circuit électrique dans lequel se glissent successivement les matériaux à tester. Ils indiquent alors dans le tableau si le résultat obtenu correspond ou non à ce qu'ils avaient imaginé. Il est important ici de ne pas donner de circuit électrique tout fait à l'enfant. C'est le groupe qui imagine l'expérience « pour prouver » que tel ou tel matériaux permettra à l'ampoule de s'allumer (c'est-à-dire permettra au courant de passer).</p>		



## LIAISON PRIMAIRE- SECONDAIRE

### Organisation de la mise en commun

Le tableau noir est divisé en deux parties (une pour les éléments qui conduisent l'électricité, une autre pour ceux qui ne la conduisent pas). L'un après l'autre, les élèves viennent noter dans la partie adéquate les éléments qu'ils ont testés (en évitant si possible d'écrire deux fois le même nom dans la même partie).

Cela permettra d'avoir la liste des éléments qui conduisent l'électricité et de ceux qui ne la conduisent pas, de refaire éventuellement une expérience (au cas où un même élément serait placé dans les deux parties, dans le cas où un matériau serait placé dans la mauvaise colonne [les contacts ont peut-être été défectueux]).

Cela permettra ensuite de nommer les deux catégories : "conducteurs" et "isolants".

Cela permettra peut-être de dégager des propriétés communes aux matériaux conducteurs.

L'enseignant doit aussi demander pour quelles expériences le résultat ne correspondait pas à l'attente du départ...

### Institutionnalisation

Les élèves doivent avoir appris que tous les matériaux ne conduisent pas le courant.

Ils ont appris à construire le dispositif expérimental (le circuit électrique) qui permet de prouver si un matériau conduit ou non le courant.

### Pour aller plus loin

Réaliser des circuits variés avec d'autres supports que de simples fils électriques.

Utiliser différents liquides (eau salée, jus, ...)

### Sources/références

Université Mons Hainaut (UMH), Fiches des élèves, fiche 6.

L'électricité, "Les Petits Chercheurs", éditions Bordas Jeunesse.





## **DOCUMENTS DE STRUCTURATION**

- 1- L'ampoule électrique
- 2- Conducteur – Non conducteur

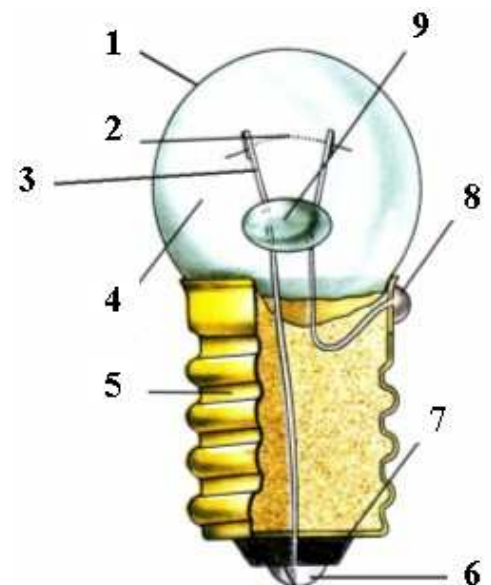
## L'AMPOULE ELECTRIQUE

Tu as observé une ampoule.  
Colle ici ton dessin.



Maintenant, voici le schéma d'une ampoule électrique.  
Ecris en face de chaque nom le numéro qui lui correspond.  
Ensuite, relie (à la latte) les matériaux à la partie qu'ils composent.

N°	Partie	Matière
_____	Globe	
_____	Vis ou culot	Cuivre
_____	Anneau noir	Etain
_____	Plot	Verre
_____	Potences	Tungstène
_____	Filament	Laiton
_____	Gaz inerte	Argon
_____	Perle	
_____	Soudure	





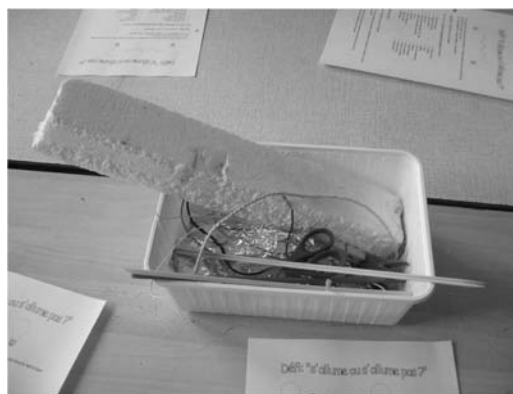
# Organisation des activités à propos de l'électricité au secondaire

La séquence proposée ci-après est inspirée du vécu à l'école Saint-Roch à Ferrières dans la classe d'Anne Simonis et de Jacqueline Denoël. Durée de la séquence ci-dessous: 4 périodes.

## 1. Première phase : le fil qui chante - expérience « pour voir » dans un défi expérimental

Le défi est présenté aux élèves : « Tu as peut-être déjà testé ton adresse en faisant passer une boucle métallique autour d'un fil sans le toucher... Si tu es maladroit, la lampe s'allume : tu as perdu ! Construis ce jeu d'adresse » (voir fiche-outil « électricité » 3 - document primaire).

Ils reçoivent une feuille de consignes (voir document élève avec des exemples de schémas réalisés - document de structuration 1) et le matériel nécessaire à sa réalisation.



Les élèves cherchent comment fabriquer ce jeu d'adresse. Les enseignants observent les stratégies des différents groupes d'élèves. Voici leurs commentaires :

« Certains élèves ont déjà des notions d'électricité. Ils sont plus rapides que d'autres pour arriver à une solution qui fonctionne... »

« Les enfants plus manuels sont valorisés lors de ce type de démarche. Certains prennent la parole et mènent le groupe alors qu'ils sont « d'ordinaire » peu investis... »

« Il y a émulation entre les groupes »


« Certains élèves éprouvent un blocage et se découragent »





## 2. Deuxième phase : Comment tester si les matériaux sont des bons ou des mauvais conducteurs ? - Expérience « pour prouver »

La première phase de travail a permis aux élèves de se familiariser avec le circuit électrique. Il s'agit maintenant de leur demander comment ils pourraient tester que certains matériaux conviennent pour conduire le courant et d'autres pas (voir fiche-outil « électricité » - document primaire)



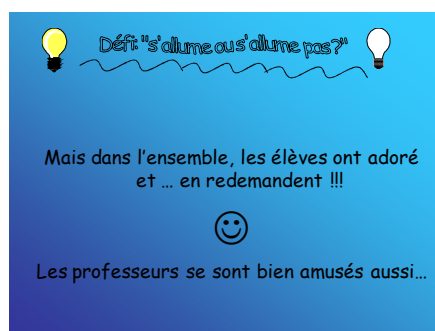
La ficelle et le plastique ne permettent pas au courant de passer : ce sont des **anti-conducteurs !**

Les enseignantes font le point et distribuent un document de synthèse reprenant les différentes notions théoriques abordées lors des expériences.

Ce qu'en pensent les enseignants :

*« La compréhension des élèves est facilitée par les manipulations. L'exploitation de l'acquis est plus aisée et plus rapide. Ils accrochent mieux lors de ce moment de synthèse. D'autres années, les documents-papier étaient parfois présentés d'emblée aux élèves sans qu'ils aient eu accès aux manipulations préalables. Les notions théoriques étaient alors plus difficiles à acquérir. Par ailleurs, elles soulignent aussi que travailler de cette manière prend du temps et que cela ne serait pas possible toute l'année si « on veut respecter le programme ».*

La préparation du matériel prend du temps (la première fois...). Il faudrait prévoir deux périodes consécutives et un temps de rangement pour chaque groupe.



D'après le PowerPoint de présentation de la séquence par les enseignantes lors d'une réunion d'échange.

### **3. Troisième phase : Le fonctionnement du moteur - Expériences-outil.**



Il s'agit d'expériences illustratives réalisées par les enfants pour découvrir le fonctionnement d'un moteur.

Les élèves suivent un document balisé qui les amène peu à peu à découvrir le moteur électrique.

### **4. Quatrième phase : Circuits en parallèle et en série - Expériences-outil**

Ce sont cette fois des démonstrations réalisées par l'enseignant pour montrer ce que sont les circuits électriques « en parallèle » et « en série ».

## Plan d'organisation des activités autour de l'électricité au secondaire.

Phases	Documents de structuration	Fiches d'activité
<b>Première phase</b> : le fil qui chante – expérience « pour voir » dans un défi expérimental		 <b>1</b>
<b>Deuxième phase</b> : Comment tester si les matériaux sont des bons ou des mauvais conducteurs ? – Expérience « pour prouver »		 <b>2</b>
<b>Troisième phase</b> : Le fonctionnement du moteur - Expériences-outil.		
<b>Quatrième phase</b> : Circuits en parallèle et en série - Expériences-outil		

## Tableau des savoirs

---

### Activités autour de l'électricité au secondaire

<b>L'ÉNERGIE</b>	
<b><i>Généralités</i></b>	
Les principales sources d'énergie	
Les différentes formes d'énergie	
Transformation d'une forme d'énergie en une autre	
Quelques formes de stockage d'une énergie	
<b><i>Electricité</i></b>	
L'électricité est le résultat d'une transformation d'énergie	
Transformation de l'énergie électrique en une autre forme	✓
Le circuit électrique simple	✓
Bons et mauvais conducteurs	✓
<b><i>Les forces</i></b>	
Mise en évidence d'une force par ses effets perceptibles	
Principe de l'action-réaction	
Approche de la relation masse-poids	
La pression : relation force-surface	
<b><i>La chaleur</i></b>	
Distinction chaleur et température	
Transformation des différentes formes d'énergie en énergie thermique	
Transfert de la chaleur dans les différents états de la matière	
Les qualités d'un bon isolant thermique	
Dilatation et contraction	

## Tableau des compétences

### Activités autour de l'électricité au secondaire

<i>Savoir-faire</i>		<i>Domaine du savoir envisagé</i>	<i>Engrenages</i>	<i>La force de l'eau</i>	<i>L'électricité et l'énergie</i>
C1	Formuler des questions à partir de l'observation				
C2	Rechercher et identifier des indices				
C3	Agencer les indices en vue de formuler des pistes de recherche				
C4	Différencier les faits établis de réactions affectives et de jugements de valeur				
C5	Concevoir ou adopter une procédure expérimentale				✓
C6	Recueillir des informations par des observations				✓
C7	Identifier et estimer la grandeur à mesurer et l'associer à un instrument de mesure adéquat				
C8	Exprimer le résultat d'une mesure				
C9	Repérer et noter une information issue d'un écrit scientifique				
C10	Repérer et noter une information issue d'un graphique				
C11	Repérer et noter une information issue d'un croquis, d'un schéma				
C12	Comparer, trier, classer...				✓
C13	Mettre en évidence des relations entre deux variables				
C14	Rassembler des informations dans un tableau et les communiquer à l'aide d'un graphique				
C15	Valider les résultats d'une recherche				
C16	Elaborer un concept, une loi				✓
C17	Réinvestir les connaissances acquises dans d'autres situations				✓








## **FICHES OUTILS**

- 1- Le circuit électrique simple
- 2- L'interrupteur
- 3- Isolant ou conducteur





<b>Défi : <i>s'allume ou s'allume pas ?</i></b>		<b>3</b>
	<b>Expérience-action « pour voir » dans un défi expérimental.</b>	
<b>Buts de l'activité</b> Cette activité consiste à construire un jeu d'adresse. Selon les versions, un son retentit (le fil chante) - ou une lumière s'allume - si le contact est établi entre le fil dénudé et l'anneau que le joueur déplace le long de ce fil.		
<b>Matériel</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Du fil de fer rigide,</li> <li>• Des piles (au moins une par groupe),</li> <li>• Des ampoules de lampes de poche,</li> <li>• Des buzzer,</li> <li>• Des fils électriques</li> <li>• De la frigolite,</li> <li>• De la plasticine,</li> <li>• Des pinces à dénuder.</li> </ul> Autre matériel utilisable (voir consignes***)		
<b>Déroulement</b>		
<b>Mise en situation</b> Evoquer le jeu d'adresse. Fournir aux élèves une caisse contenant du matériel (utile ou non) et leur demander de construire le jeu d'adresse.		
<b>Description des tâches attendues</b> Les élèves procèdent par essais et erreurs, testent et s'interrogent sur le « pourquoi » et « comment » cela fonctionne. Ils notent au fur et mesure les étapes du déroulement de l'activité et les questions qu'ils se posent.		
<b>Organisation mise en commun</b> Chaque groupe présente son jeu en expliquant la démarche suivie, les essais et erreurs réalisés pour le construire. Chaque groupe indique au tableau les questions restées sans réponse.		
<b>Institutionnalisation</b> Approche des notions de circuits ouverts ou fermés et de matériaux conducteurs et isolants.		
<b>Pour aller plus loin</b> Le circuit électrique simple. Placer un interrupteur sur le circuit.		
<b>Sources/références</b> Sciences et compétences au quotidien 2 <sup>e</sup> . D.Sculier – D. Waterloo. De Boeck. Expériences d'électricité. Les petits débrouillards.		

<b>Conducteur ou isolant ?</b>		4
	<b>Expérience pour prouver.</b>	
<p><b>Buts de l'activité</b></p> <p>Classer, a priori, les objets en fonction du fait qu'ils permettront ou non d'allumer l'ampoule. Vérifier ensuite par l'expérience.</p>		
<p><b>Matériel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampoules de lampes de poche</li> <li>• Piles plates ou rondes</li> <li>• Fils électriques dénudés ou non</li> <li>• Matériaux divers : laine, tissu, papier alu, clous, bois, cuir, ...</li> <li>• Objets divers : ciseaux, gommés, bics, taille-crayons, ...</li> </ul>		
<p><b>Déroulement</b></p> <p><b>Mise en situation</b>        "Peut-on allumer une ampoule en utilisant des matériaux divers ? »</p> <p><b>Description des tâches attendues</b>        Chaque groupe reçoit un tableau à remplir.        L'enseignant met à la disposition des élèves beaucoup d'objets et des matériaux divers. Les élèves peuvent également choisir dans la classe d'autres objets ou matériaux.</p> <p>Pour les matériaux choisis, les élèves anticipent d'abord leur réponse et l'inscrivent dans la deuxième colonne du tableau.</p> <p>Dans un deuxième temps, à l'aide d'ampoules, de fils et de piles, les élèves construisent un circuit électrique dans lequel se glissent successivement les matériaux à tester. Ils indiquent alors dans le tableau si le résultat obtenu correspond ou non à ce qu'ils avaient imaginé.</p> <p>Il est important ici de ne pas donner de circuit électrique « tout fait » à l'enfant. C'est le groupe qui imagine l'expérience « pour prouver » que tel ou tel matériaux permettra à l'ampoule de s'allumer (c'est-à-dire permettra au courant de passer).</p>		



## LIAISON PRIMAIRE- SECONDAIRE

### Organisation de la mise en commun

Le tableau noir est divisé en deux parties (une pour les éléments qui conduisent l'électricité, une autre pour ceux qui ne la conduisent pas). L'un après l'autre, les élèves viennent noter dans la partie adéquate les éléments qu'ils ont testés (en évitant si possible d'écrire deux fois le même nom dans la même partie).

Cela permettra

- d'avoir la liste des éléments qui conduisent l'électricité et ceux qui ne la conduisent pas,
- de refaire éventuellement une expérience (au cas où un même élément serait placé dans les deux parties et dans le cas où un matériau serait placé dans la mauvaise colonne [les contacts ont peut-être été défectueux]).

Cela permettra ensuite de nommer les deux catégories : "conducteurs" et "isolants".

Cela permettra peut-être de dégager des propriétés communes aux matériaux conducteurs. L'enseignant doit aussi demander pour quelles expériences le résultat ne correspondait pas à l'attente du départ...

### Institutionnalisation

Les élèves doivent avoir appris que tous les matériaux ne conduisent pas le courant.

Ils ont appris à construire le dispositif expérimental (le circuit électrique) qui permet de prouver si un matériau conduit ou non le courant.

### Pour aller plus loin

Réaliser des circuits variés avec d'autres supports que de simples fils électriques.

Utiliser différents liquides (eau salée, jus, ...)

### Sources/références

Université Mons Hainaut (UMH), Fiches des élèves, fiche 6.

L'électricité, "Les Petits Chercheurs", éditions Bordas Jeunesse.

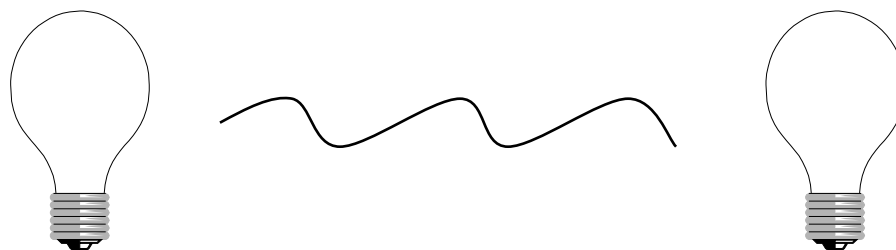




## **DOCUMENTS DE STRUCTURATION**

1- Défi – « s'allume ou s'allume pas »

# Défi: "s'allume ou s'allume pas ?"



Tu as peut-être déjà testé ton adresse en faisant passer une boucle métallique autour d'un fil sans le toucher...

Si tu es maladroit, la lampe s'allume : tu as perdu !

Ton défi : construire ce jeu d'adresse.

Pour cela, tu disposes d'une boîte de matériel contenant :

- Fil de fer rigide
- Plaque de frigolite
- Lattes de bois
- Plasticine
- Source électrique de 4,5V : pile plate, pile crayon, pile ronde, accus...
- Ampoule
- Papier aluminium
- Papier collant
- Elastiques
- Fils de cuivre
- Ficelles
- Laine
- Pailles
- Pics de brochettes
- Ciseaux
- Pince à dénuder
- Pince coupante
- Pinces crocodiles
- Pinces à linge
- Multimètre

Méthode de travail :

1<sup>ère</sup> étape : construire le jeu et le tester,

2<sup>ème</sup> étape : sur une feuille de classeur, schématiser le résultat et établir la liste du matériel utilisé,

3<sup>ème</sup> étape : écrire les difficultés rencontrées lors de cette activité.

Voici deux exemples de schémas réalisés par des élèves de 2<sup>e</sup> secondaire à St-Roch Ferrières

