

## CH. 1. UN CURIEUX MÉCANISME : UNE CARTE ANIMÉE

---

### 1.1. L'activité en bref

Le point de départ de l'activité est l'observation d'une carte animée : lorsqu'on tourne une roulette au bas de la carte, une illustration apparaît au sommet de la carte. Les élèves doivent imaginer comment cela fonctionne, quel est le mécanisme caché.

La recherche de celui-ci amène les élèves à élaborer des schémas qu'ils testent ensuite. Ils doivent également identifier les éléments essentiels qui permettent au mécanisme de fonctionner.



Enfin, les élèves observent des objets du quotidien (tire-bouchon, cuillère à glace...) dans lesquels apparaissent d'autres mécanismes impliquant la transmission et la transformation d'un mouvement. Il s'agit de repérer les éléments essentiels permettant le bon fonctionnement de chaque objet analysé et de noter les différences et les ressemblances avec la carte animée.

### 1.2. Ce qui est visé

#### *Sur le plan des savoirs*

- Décoder des systèmes variés de transmission et transformation d'un mouvement initial (initié par une force) en un mouvement final (résultant).

### Sur le plan de la démarche scientifique

- Dans le cadre d'une énigme, agencer les indices en vue de formuler une supposition ou une hypothèse.
- Recueillir des informations par des observations qualitatives.
- Analyser, interpréter et organiser les informations recueillies en fonction de l'objet de la recherche.
- Réinvestir dans d'autres situations les connaissances acquises.

### Le rôle de l'écrit dans l'activité

Deux types d'écrits sont travaillés à travers cette activité.

#### Un schéma

- Élaborer un schéma a priori d'un mécanisme inhabituel.
- Une fois le mécanisme construit, retravailler son schéma initial pour rendre compte du fonctionnement du mécanisme.

#### Un écrit de synthèse

- Ce document s'élabore avec les enfants à partir de la confrontation des schémas. Il s'agit d'identifier les éléments essentiels du dispositif, de les nommer et d'identifier leur fonction respective. Le schéma est accompagné d'un commentaire.
- Ensuite, après l'analyse d'autres mécanismes par observation directe d'objets, il s'agira de retravailler ce premier écrit en vue de dégager les éléments essentiels aux différents dispositifs analysés (mouvement initial → transmission et transformation du mouvement → mouvement résultant).

### 1.3. Suggestion d'organisation de la séquence<sup>28</sup>

Les grandes étapes	Le déroulement	Les aides à apporter aux élèves
<b>1. Formulation d'hypothèses. Essais en petits groupes.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentation de la carte aux élèves.</li> <li>• Formulation d'hypothèses individuellement et <b>élaboration d'un premier schéma explicatif.</b></li> <li>• En groupes, test des divers schémas individuels.</li> <li>• Adaptations concrètes du dispositif en vue de faire fonctionner le mécanisme.</li> <li>• Une fois un mécanisme satisfaisant découvert, <b>adaptation ou reconstruction du schéma.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un matériel varié permettant de tester différents schémas.</li> <li>• Quelques schémas pour les élèves qui n'auraient pas d'idées ou qui seraient bloqués dans leur réflexion.</li> <li>• Des défis supplémentaires pour les plus rapides.</li> </ul>
<b>2. Analyse des schémas présentant des mécanismes jugés efficaces.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Comparaison des différents schémas</b> en vue d'identifier les ressemblances et les différences.</li> <li>• Mise en évidence des éléments communs aux différents schémas ainsi que de leur fonction.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Des questions d'explicitation formulées par l'enseignant.</li> <li>• Une verbalisation par les élèves de ce qu'ils ont compris.</li> <li>• Une mise en évidence des contradictions éventuelles.</li> <li>• Un débat.</li> </ul>

<sup>28</sup> Les moments de travail sur l'écrit sont en gras.

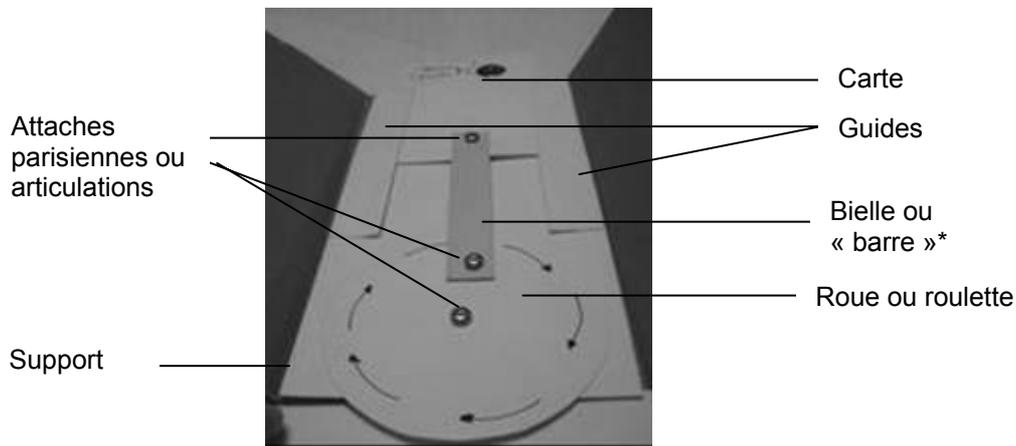
<p><b>3. Observation d'autres mécanismes de transformation et transmission de mouvements.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observation d'un objet du quotidien (cuillère à glace) impliquant un mécanisme de transmission et transformation d'un mouvement.</li> <li>• Identification des ressemblances et des différences avec le mécanisme de la carte : en termes d'éléments clés et en terme de fonction.</li> <li>• Observation d'autres objets du quotidien et réplique de la démarche d'analyse de la transformation- transmission du mouvement (cuillère à glace, montage Lego ou K-nex, machine à coudre, ...).</li> </ul>	<p>Prévoir des objets que les élèves pourront observer et manipuler.</p>
---	---	--

#### 1.4. Ce qu'il faut savoir en tant qu'enseignant

La notion de **mécanisme** se comprend comme un agencement de pièces mis en mouvement en vue d'un fonctionnement d'ensemble<sup>29</sup>. L'agencement des pièces est mis en mouvement par un apport d'énergie (par exemple, tourner la roulette de la carte).

Au sein de cet agencement, le mouvement est **transmis** de pièce en pièce et parfois **transformé**. Dans le cas de la carte animée, on passe d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation verticale.

Ici, la carte animée fonctionne grâce à un **mécanisme** connu sous le nom de « **système bielle-manivelle** ». Il est utilisé dans diverses situations : moteur de voiture, puits de forage, machine à coudre... Le mot « bielle » désigne la barre qui relie la roue (manivelle) à l'objet qu'on veut faire bouger verticalement. Les caractéristiques de la bielle et son positionnement dans le montage permettent la transmission et la transformation du mouvement.



\* Les enfants utilisent volontiers les mots : barre ou tige, roulette, rails ou blocages (pour les guides) et confondent parfois attaches parisiennes et attaches-trombones !

D'autres mécanismes sont utilisés pour transmettre et transformer les mouvements. Parmi les plus connus, on trouve les systèmes d'engrenages. Dans tous ces mécanismes, on peut identifier une partie à laquelle on impulse un mouvement, une partie qui transmet et transforme ce mouvement, et enfin la partie mobile à laquelle le mouvement est transmis.

<sup>29</sup> Ces informations s'inspirent d'un document élaboré par l'IUFM de Créteil et disponible à l'adresse suivante : <http://stsp.creteil.iufm.fr/article89.html>

## 1.5. Matériel nécessaire pour l'activité

- une carte animée (voir plus loin le modèle pour en fabriquer une) ;
- cartons souples (on peut utiliser des cartons de récupération comme par exemple ceux des boîtes de céréales) ;
- cartons un peu plus épais<sup>30</sup> ;
- feuille de papier de couleur pour la couverture ;
- des attaches parisiennes en nombre suffisant ;
- de la colle ;
- un compas ;
- des ciseaux ;
- des marqueurs ;
- une image à coller si les enfants ne dessinent pas eux-mêmes la carte ;
- du papier collant ;
- latte, crayon, gomme... ;
- quelques éléments complémentaires pour les élèves qui souhaiteraient tester d'autres hypothèses : élastiques, cure-pipes, attaches trombones... ;
- papier blanc pour les écrits des élèves ;
- grandes feuilles pour les affiches ;
- des objets quotidiens : cuillère à glace, clé à molette, tire-bouchon, montage Lego...

## 1.6. Regard sur l'activité

### a) Formulation d'hypothèses. Essais en petits groupes.

La carte (mécanisme caché) est présentée aux élèves et chacun tente d'élaborer un schéma de fonctionnement<sup>31</sup>.

Puis, répartis **en petits groupes**, les élèves testent les différents schémas. Une fois un mécanisme satisfaisant découvert, un schéma est adopté et aménagé ou encore reconstruit totalement.

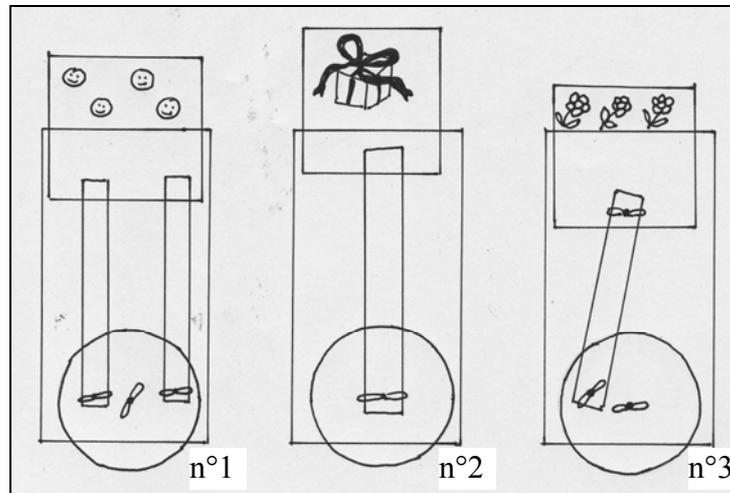


Pour les groupes qui n'auraient pas d'idées ou qui seraient bloqués dans leur réflexion, quelques schémas, efficaces ou non, peuvent être proposés comme « indices ». Les élèves débattent alors entre eux des exemples donnés et choisissent de tester celui qui leur paraît le

<sup>30</sup> Cela n'est pas indispensable. Certains élèves envisagent rapidement d'utiliser du carton plus souple en double épaisseur pour la bielle.

<sup>31</sup> Un modèle de carte animée à construire par l'enseignant est proposé pages 86 à 89.

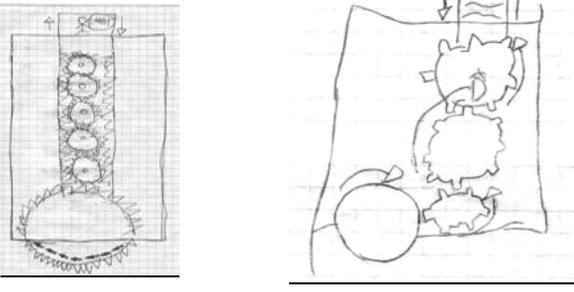
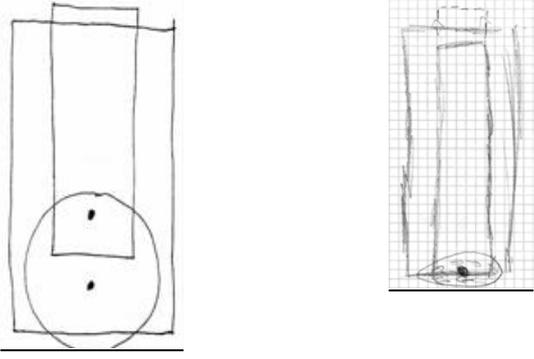
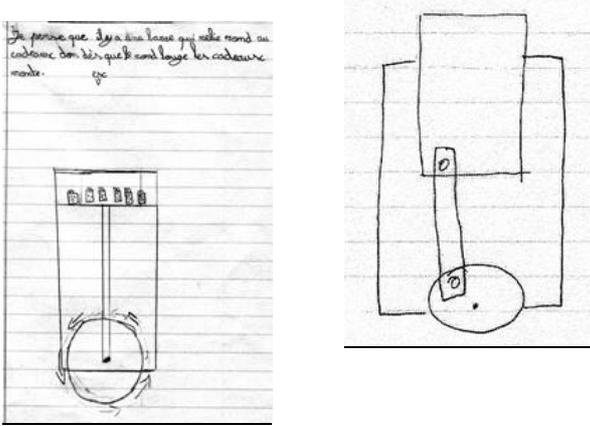
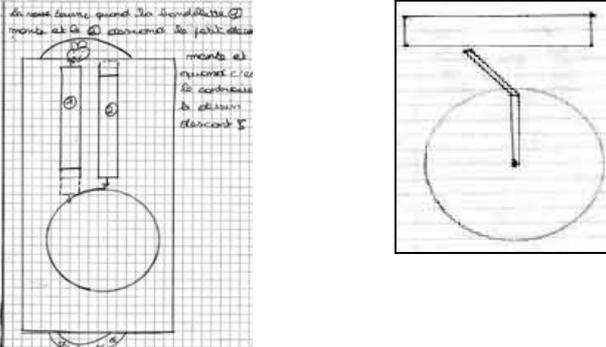
plus plausible. Il arrive qu'un élève du groupe, en raisonnant sur les schémas, découvre le montage le plus approprié. Il est néanmoins essentiel que ses condisciples puissent tester, s'ils le souhaitent, les autres exemples. Il est aussi important que le montage soit réalisé concrètement afin d'ajouter certains éléments (rails par exemple).



En réalisant le schéma 1, les élèves observeront que l'usage de deux « barres » empêche tout mouvement. Il faut en supprimer une et penser à mettre une articulation entre la barre la carte.  
 En réalisant le schéma 2, les élèves observeront que la « barre » et l'image ne bougent pas ; seule la roue tourne. Les élèves sont amenés à comprendre que la « barre » doit être fixée de manière décentrée sur la roue. Dans la suite ils devront aussi penser à articuler l'image à la « barre » par une attache parisienne.  
 Le schéma 3 est le plus efficace mais il n'est pas totalement satisfaisant car les enfants vont constater que l'image balance d'un côté à l'autre. Un système de rails devra être ajouté.

Des **défis supplémentaires** peuvent être prévus pour les plus rapides : par exemple réaliser le montage avec des dimensions obligatoires (l'illustration doit être présentée sur un rectangle de 5 cm de largeur, la roue doit avoir 8 cm de diamètre, l'ensemble du montage doit entrer dans une enveloppe standard...).

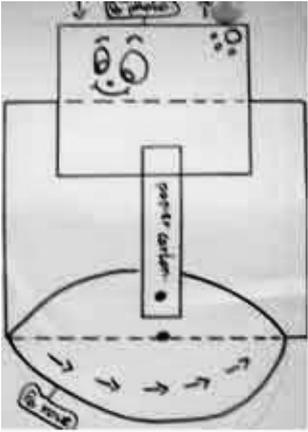
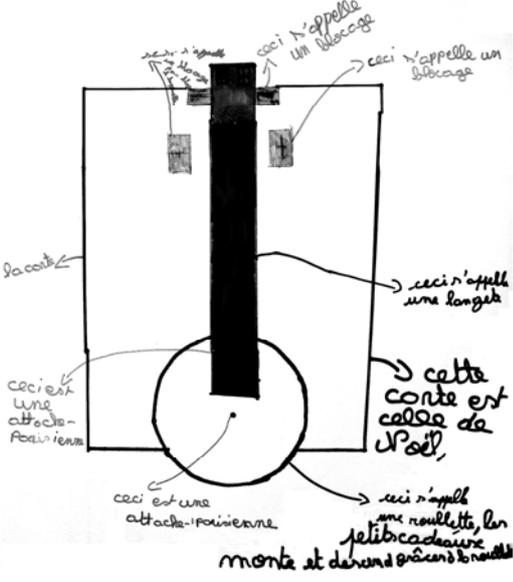
Voici quelques **hypothèses parmi celles les plus fréquemment dessinées par les élèves au début de l'activité** :

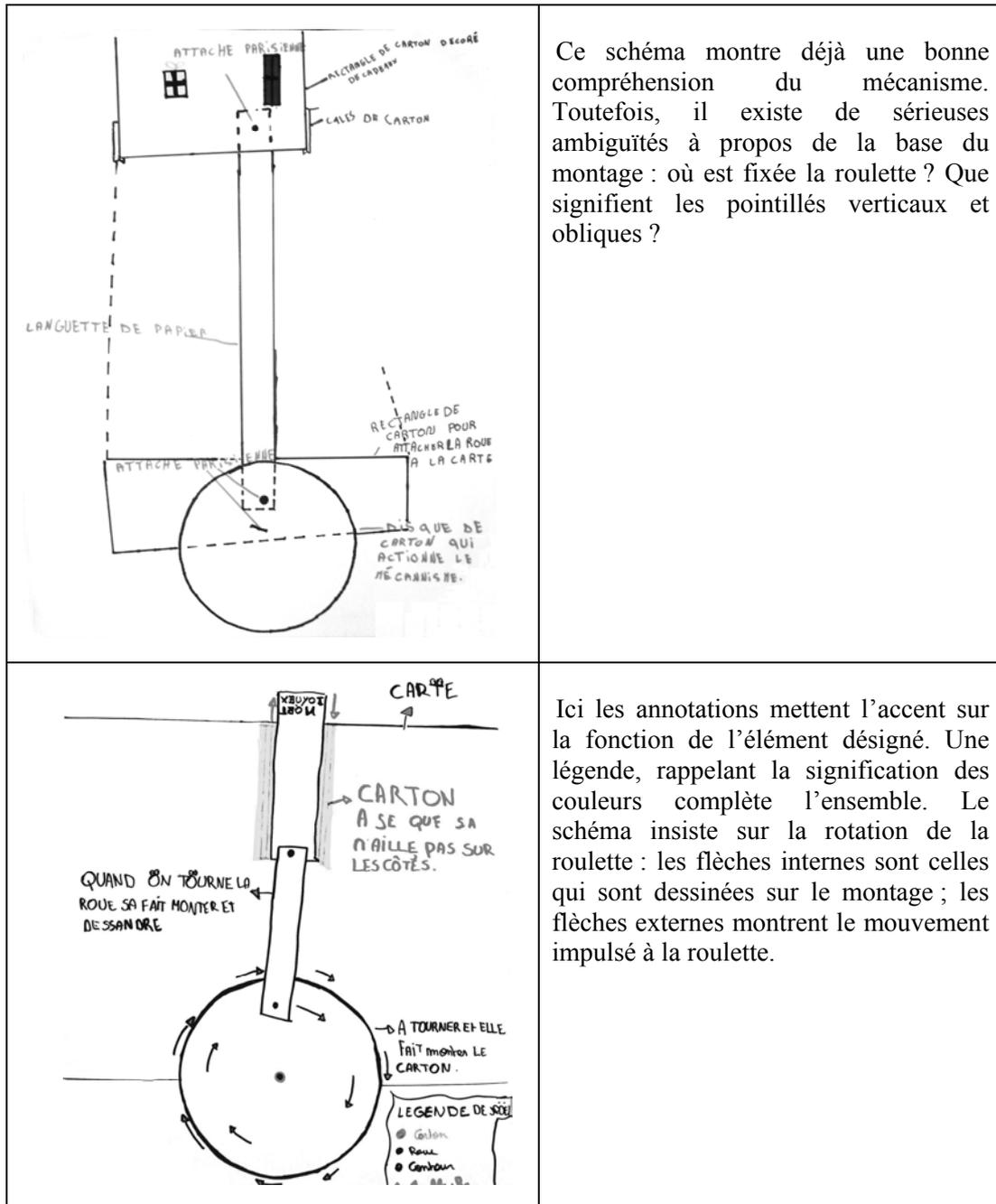
<p>1. <i>Un système d'engrenages</i> :</p> <p>La roue (dont les enfants voient pourtant dépasser une partie) serait dentée et reliée à une ou plusieurs roues d'engrenage ou encore à une crémaillère.</p>	<p>Exemples :</p> 
<p>2. <i>Des systèmes en deux parties</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La roue serait attachée en son centre sur un support et serait reliée à une longue carte, attachée sur la roue de manière décentrée ou non.</li> <li>- La longue carte pourrait être fixée par de l'adhésif ou par une attache parisienne.</li> <li>- La carte et la roue seraient fixées chacune de leur côté sur un carton, sans liens entre elles.</li> <li>- Etc.</li> </ul>	<p>Exemples :</p> 
<p>3. <i>Des systèmes en trois parties (roue – barre – carte)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La barre serait attachée à la roue uniquement : elle pousserai à certains moments le dessin vers le haut.</li> <li>- La barre serait un élastique ou un fil de fer.</li> <li>- La barre serait attachée au centre de la roue.</li> <li>- La barre serait attachée de manière décentrée sur la roue et reliée à la carte par le côté.</li> <li>- La barre serait collée sur la carte, ce qui rapprocherai cette solution d'un système à deux parties.</li> <li>- Etc.</li> </ul>	<p>Exemples :</p> 
<p>4. <i>Des systèmes en quatre parties</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Une barre serait attachée à la roue (l'attache est décentrée) ensuite un élastique relierai la bielle à la carte.</li> <li>- Il y aurait 2 barres ou 2 roues.</li> <li>- Etc.</li> </ul>	<p>Exemples :</p> 

## b) Analyse des schémas présentant des mécanismes jugés efficaces

Lorsque les élèves ont testé les différentes hypothèses et aménagé leurs schémas, les documents sont affichés et comparés. Les éléments communs sont mis en évidence et leur fonction est précisée. Cette étape est essentielle pour une bonne compréhension du mécanisme. Elle permet également de **dépasser le simple « bricolage » pour aller vers une activité scientifique à part entière** où l'écrit (ici, la schématisation) joue un rôle important (effort de rigueur dans la réflexion). Les qualités de cet écrit sont également analysées.

Quelques affiches :

 <p>A hand-drawn schematic showing a rectangular box with a vertical rod passing through its center. At the bottom of the rod is a circular wheel. A card is attached to the top of the rod. Arrows on the wheel indicate rotation. The drawing is simple and lacks detailed annotations.</p>	<p>Peu d'annotations accompagnent ce schéma. L'attache au niveau de la carte est absente, ainsi que les guides. La roue est quelque peu déformée mais les mouvements sont bien indiqués (roue, carte).</p>
<p><u>La carte de Noël.</u> schéma.</p>  <p>A more detailed hand-drawn schematic of the same mechanism. It includes a rectangular box, a vertical rod, a wheel, and a card. The drawing is annotated with numerous handwritten notes in French, such as 'ceci s'appelle un blocage', 'ceci s'appelle une longé', 'ceci est une roue', and 'ceci est une roue'. The annotations are repetitive and do not provide additional functional information beyond what the drawing itself shows.</p>	<p>Ce schéma est assez complet. On peut toutefois regretter l'absence de flèches pour indiquer les mouvements. Les annotations reprennent une phrase de présentation, qui répète ce que « dit » la flèche : « ceci est... » ou « ceci s'appelle » : elles sont donc inutiles. Un mot ou deux suffiraient.</p>



**Il n'existe pas de schéma idéal de la situation !** L'essentiel est que le schéma soit correct c'est-à-dire qu'il corresponde à un montage qui fonctionne. Les maladresses, les surcharges, les imprécisions... peuvent être progressivement éliminées mais ces améliorations viennent dans un second temps.

Il ne s'agit pas seulement de dessiner **tous les éléments** du montage, ni même de leur donner un nom. Il importe aussi de **comprendre leur rôle respectif dans le mécanisme**. Pour chacun d'eux, il n'est pas inutile de répéter la question : à quoi cela sert-il ? Dans cette démarche, il est souhaitable d'utiliser d'abord les mots des enfants pour désigner l'élément concerné. Le mot « bielle » en particulier est nouveau et difficile.

- **La roue (roulette...)** amorce, initie le mouvement.

**Chercheur** : A quoi sert la roue ?  
**Elève1** : *A faire monter et descendre la languette.*  
**E2** : *Une roulette ça sert à faire tourner.*

- **La barre (languette, tige...bielle)** transforme et transmet le mouvement.

**C** : A quoi sert la barre ?  
**E1** : *Si la carte était directement collée à la roulette, ça coïncerait.*  
**E2** : *La barre, elle peut bouger comme elle veut. C'est la carte qui doit rester bien droite.*  
**C** : En regardant d'autres schémas, j'ai vu que certains élèves ne mettaient pas de barre au milieu. Ils accrochaient directement la carte à la roue. Tu penses que ça peut marcher aussi ?  
**E3** : *Euh... oui mais il n'y aura plus de mouvement. On n'arrivera pas à ce que la carte ne fasse que monter et descendre.*

- **Les attaches parisiennes (articulations...)** fixent les éléments entre eux tout en permettant le mouvement.

**C** : A quoi sert l'attache parisienne ?  
**E1** : *Elle sert à faire tourner.*  
**E2** : *Elle sert à attacher.*  
**E3** : *Normalement la barre aurait dû tourner comme ça, mais là avec l'attache parisienne elle peut rester droite.*

- **Les guides (rails, « blocages »...)** dirigent, canalisent le mouvement.

**C** : A quoi servent les guides ?  
**E1** : *Ben c'est pour que ça ne bouge pas, que ça reste bien droit. [...]*  
**E3** : *Je n'avais pas pensé aux rails au début. C'est Monsieur : il a mis ses doigts pendant que je faisais tourner la roue, et là, j'ai compris qu'il fallait des rails pour guider la carte sinon elle tournait un peu.*  
**E4** : *Des immobiliseurs, pour obliger à rester immobile, enfin à aller de haut en bas sans tourner.*

- **La carte** est l'objet final qu'on fait bouger : cette dernière partie du montage est évidente pour tous : elle porte le dessin et on la fait monter et descendre.

Les mots « **transmettre** » et « **transformer** » méritent une attention particulière. Comme ils sont d'usage courant dans d'autres contextes, les élèves ont l'impression de bien les comprendre. Il n'est pas inutile cependant de les faire utiliser de manière explicite dans le cadre de l'activité.

« Transmettre, c'est juste passer d'une pièce à l'autre tandis que transformer, ça veut dire que ça change. »

« Elle transmet [...] C'est comme si elle disait quelque chose. Par exemple, la flèche veut que (l'élève rit) ... elle veut dire quelque chose « Bonne année » et alors la bielle et bien elle le transmet. Et elle le transforme. [...] Par exemple quand on dit quelque chose et que quelqu'un le répète, il le fait avec d'autres mots. »

« Transmettre, ben c'est peut-être ... si on fait bouger la roue, ça fait transmettre à la barre et elle bouge. Et transformer un mouvement, ben ça peut le changer. [...] »

« Parce que le mouvement au départ, c'est la roue qui tourne. Et à la fin, ça devient la carte qui bouge. Mais pour y arriver, il a fallu que le mouvement passe d'une pièce à l'autre: ça, c'est transmettre. »

(Commentaires d'élèves de 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> années lors d'entretiens individuels)

Enfin, on peut aborder à l'occasion de cette activité la manière de choisir un titre pour un schéma. Sera-t-il imagé, concret, scientifique ? Différentes formules sont possibles selon l'objectif poursuivi par l'écrit. Par exemple, veut-on réaliser un compte-rendu scientifique ? Une affiche attractive pour une autre classe ? Selon les cas, on adoptera une formulation adaptée.

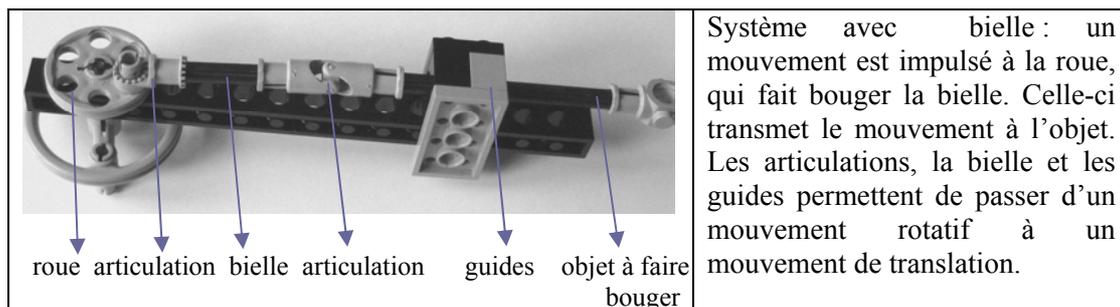
- « Une carte pour Noël »
- « Un curieux mécanisme »
- « Le mécanisme caché d'une carte animée »

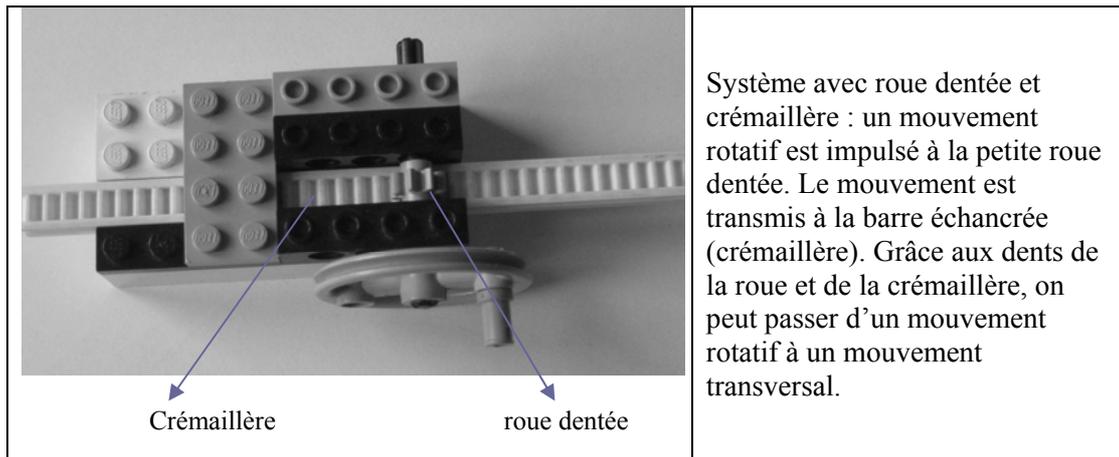
### c) **Observation d'autres mécanismes de transmission et transformation d'un mouvement**

Des objets quotidiens sont proposés à l'observation. On y retrouve chaque fois un **mécanisme de transmission et de transformation d'un mouvement**. Les ressemblances et les différences avec le mécanisme de la carte sont analysées en termes d'éléments clés et en termes de fonction. Des montages peuvent aussi être réalisés par les enfants à l'aide de Legos ou de K-nex.

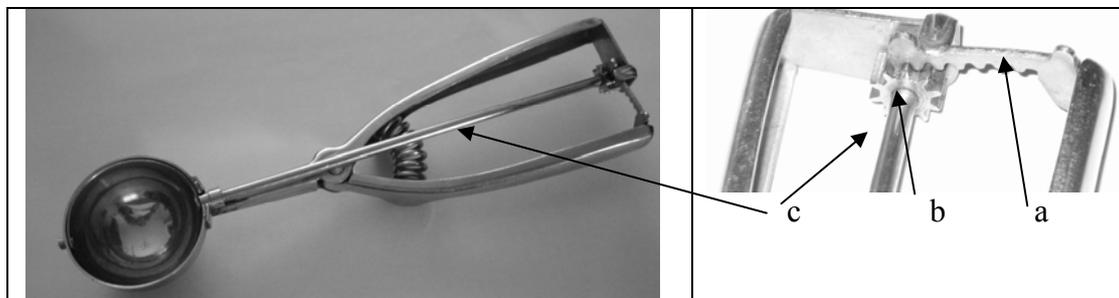
Les objets peuvent s'éloigner du mécanisme de la carte animée mais dans chaque cas, la démarche d'analyse de la transformation - transmission du mouvement est mise en action. Toutefois, il faut bien localiser le mécanisme. L'observation précise des objets et leur manipulation sont indispensables pour comprendre ce qui se passe.

Exemples de montages en Legos :



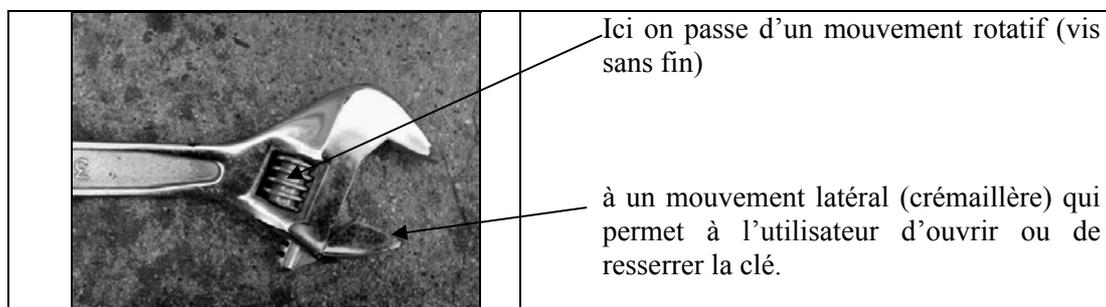


Exemple de la cuillère à glace :



Dans l'observation de la cuillère à glace, il est tentant de penser que la tige (c) qui relie le haut et le bas de l'objet est une « bielle ». Ce n'est pas le cas : le mécanisme de transformation et de transmission du mouvement est en bas de l'objet. C'est un système constitué d'une crémaillère (a) et d'une petite roue dentée (b). Le mouvement est transmis et transformé grâce aux dents de la crémaillère qui s'emboîtent dans celles de la roue. On passe ainsi d'un mouvement transversal à un mouvement de rotation. La longue tige (c) n'est pas une bielle. Elle est soudée à la roue dentée et pivote avec elle. A l'autre bout, elle est soudée à un élément en arc de cercle qui tourne dans la cuillère et permet de détacher la boule de glace.

Exemple de la clé à molette :



## 1.7. Quelques nœuds de difficultés souvent rencontrés par les élèves

### a) Compréhension du mécanisme ou du rôle de ses éléments

Au départ, certains élèves n'ont aucune idée sur le mécanisme caché, à l'exception peut-être de la présence d'une roue. Ils ne savent pas ce qu'il faut regarder et ne comprennent rien à ce qui se passe. Ils peuvent se sentir complètement perdus. On peut guider leur observation par des questions précises :

- *Qu'est ce que tu vois qui dépasse dans la carte de départ ? Que pourrait-il bien y avoir au-dessus de la roue ?*
- *Regarde un peu tel élément (la carte, la roue), que lui arrive-t-il ?*
- *Quand tu tournes la roue, que se passe-t-il ?*
- *Regarde bien le mouvement de chaque partie.*
- *Etc.*

Au moment du travail concret avec le matériel, des élèves peuvent également s'égarer sur des pistes totalement erronées et ne plus arriver à s'en détacher. Ici encore, des questions peuvent aider à comprendre les erreurs et à essayer d'autres pistes.

Par exemple, de manière générale :

- *Qu'est-ce que tu as fait ? Pourquoi ? Comment ça marche ? Qu'est-ce qui ne va pas ? N'y a-t-il pas quelque chose dans ton montage qui te donne une idée ?*

Ou de manière plus précise :

- *A quoi sert la barre dans ton montage ? Quel est son rôle exact ?*  
Souvent, les élèves pensent que la barre ne sert qu'à relier les éléments. Ils ne voient pas d'emblée qu'elle joue un rôle clé dans la transmission du mouvement. On peut les amener à comparer ce qui se passe quand la barre est simplement collée à la roue et quand elle est fixée avec une attache parisienne. Parallèlement on peut aider l'élève à verbaliser la fonction des attaches parisiennes ou articulations.
- *Que faire pour que la carte ne balance pas d'un côté à l'autre ? Comment la guider ? Comment canaliser le mouvement ?*  
En mettant les deux doigts de part et d'autre de la carte pendant qu'elle fonctionne, on peut suggérer l'idée de rails ou de guides.
- *La carte doit-elle être collée à la barre ? Ne pourrait-on la fixer autrement ?*  
Les mécanismes réalisés par les enfants sont souvent peu précis. Dès lors, il n'est pas d'emblée évident qu'une attache parisienne entre la barre et la carte améliorerait grandement le système. Les enfants pensent souvent qu'il suffit de coller la carte à la bielle.
- *Où fixer la roue ? Et la barre ? Doivent-elles être fixées au même endroit ?*  
Les enfants comprennent qu'ils doivent fixer la barre de manière décentrée sur la roue mais ils ne pensent pas à attacher la roue sur un support. Ils fixent uniquement la barre sur la roue et constatent que la roue tourne autour de la barre ! Ou encore, ils attachent la barre au

centre de la roue : une seule attache parisienne sert pour la roue et pour la barre. Et seule la roue bouge ! Ils doivent comprendre que la barre doit être décentrée (« *Ca fait comme dans les trains à vapeur* » disent certains enfants).

### **b) Choix et utilisation du matériel**

Il peut exister des petites erreurs ou maladresses dans le bricolage, qui entraînent des dysfonctionnements du mécanisme alors que le principe est correctement envisagé. Certains enfants se mettent alors à douter de leur compréhension, ne savent plus ce qu'il faut faire.

Voici quelques exemples :

- la roue porte des déchirures qui bloquent son mouvement ;
- une attache parisienne n'est pas assez aplatie ;
- la roue utilisée est de trop faible diamètre ;
- la hauteur de la carte ou de la bielle n'est pas suffisante pour que la carte dépasse du cadre ;
- la bielle est fabriquée dans un carton trop souple et se plie pendant l'usage de la carte.

Dans tous ces cas, l'intervention de l'enseignant peut dissiper les doutes et aider une mise en place correcte des éléments.

### **c) Schématisation**

Une aide individualisée ainsi que la mise en commun et le commentaire des réalisations est indispensable. Ainsi, les élèves peuvent non seulement corriger les erreurs conceptuelles mais aussi améliorer certains points comme par exemple :

- utiliser l'espace disponible ;
- respecter les proportions et les positions relatives des éléments ;
- limiter les annotations au nécessaire ;
- utiliser des signes appropriés : flèches, traits pointillés... et éviter les croisements inutiles ;
- adopter des couleurs qui facilitent la lecture ;
- etc.

Progressivement l'aide que les schémas peuvent apporter tant à la réflexion qu'à la communication deviendra plus évidente pour les élèves et cet écrit trouvera une place de plus en plus fonctionnelle au sein des activités scientifiques.

## **1.8. Document pour l'enseignant**

### **Modèle de la carte animée**

Le document ci-dessous facilitera la construction de la carte qui servira à poser l'énigme aux élèves. Il est réservé à l'enseignant. **En aucun cas, ce modèle ne doit être utilisé par les élèves pendant l'activité scientifique car il empêcherait la recherche et la découverte du mécanisme et de son fonctionnement.**

Schéma d'ensemble :

