

Dossier



ENGRENAGE



-

Cycle 3

Déroulement des séances



Penser à :

- ✓ Faire la phase découverte en classe AVANT le créneau en salle de sciences.
- ✓ Photocopier les documents-élèves carnet individuel (voir classeur)
AVANT la manipulation
- ✓ Prévoir les photocopies et crayons pour la salle de sciences (ou votre salle)

Phase de découvertes : → en classe

Utiliser différents ustensiles de cuisines ou d'outils ayant un mécanisme à roue dentée de façon à avoir un objet (voir deux) par groupe de 4 élèves.

Essayer d'avoir une essoreuse à salade par groupe également.
(Demandez aux collègues, ou aux enfants d'en ramener une)

Phase de manipulation : → en salle de sciences

- Rotation de deux ateliers (20 minutes par atelier) sur une séance.
- Préparer les bacs de travail sur les tables en salle de sciences.
- Faire très attention à défaire les montages, vérifier le matériel et bien ranger l'ensemble dans les bacs pour la classe suivante.

Atelier N°1 Engrenage principe de fonctionnement.

Atelier N°2 Montage simple.

Atelier N°3 Changement du plan de rotation.

Atelier N°4 Poulie et courroie.

Atelier N°5 Comparaison de transmission.

Atelier N°6 L'essoreuse à salade.

Atelier N°7 Construction libre.

Organisation en salle



1. S'installer à l'atelier et ouvrir son livret à la bonne page.
2. Lire **ensemble** la fiche.
3. Choisir le matériel nécessaire pour réaliser l'expérience.

**ON NE TRAVAILLE JAMAIS SEUL : par deux ou quatre.
ON SUIT les consignes DANS L'ORDRE.**

4. Faire fonctionner son montage comme indiqué.
5. Noter les phrases **réponses**, faire les **schémas**.
6. Avant de quitter l'atelier, tout démonter et tout ranger dans les bacs sur la table.
7. Ecrire **lisiblement**, dessiner **soigneusement** et avec **précision**, pour pouvoir :
 - Se relire
 - Donner les bonnes réponses en classe
 - Comprendre.
8. On travaille calmement, **on chuchote** pour ne pas déranger les autres groupes de travail



Mécanisme et mouvement : Phase de découvertes en classe

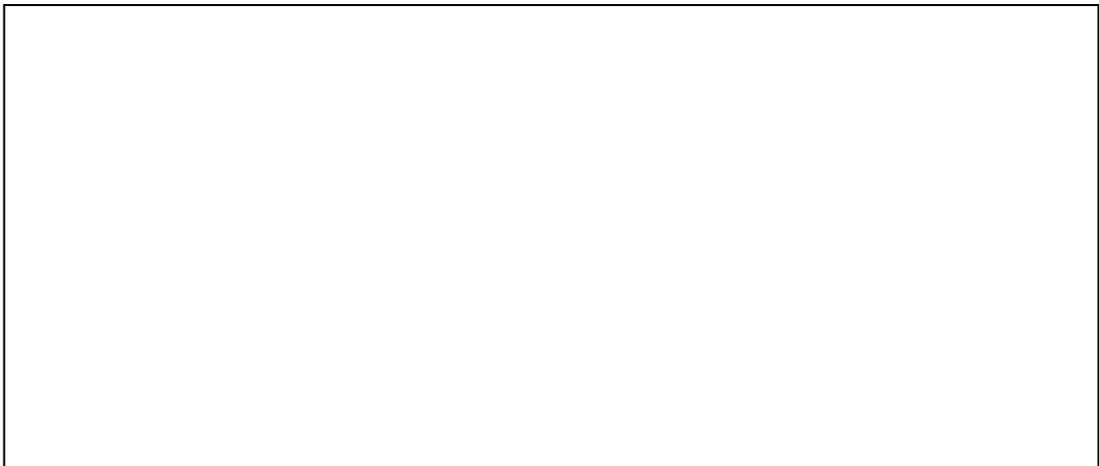
A. Expérience: Observe bien l'objet que tu as devant toi.
Manipule normalement et observe son fonctionnement.
Réponds aux questions par une phrase claire.

- Ecris le nom de l'objet ?

- A quoi set cette objet ?

- Essaie d'expliquer comment-il fonctionne ?

- Dessine l'objet que tu as étudié ?



B. Expérience:

Voici un objet de la vie de tous les jours dont on va étudier plus précisément son fonctionnement tout au long des séquences de travail.



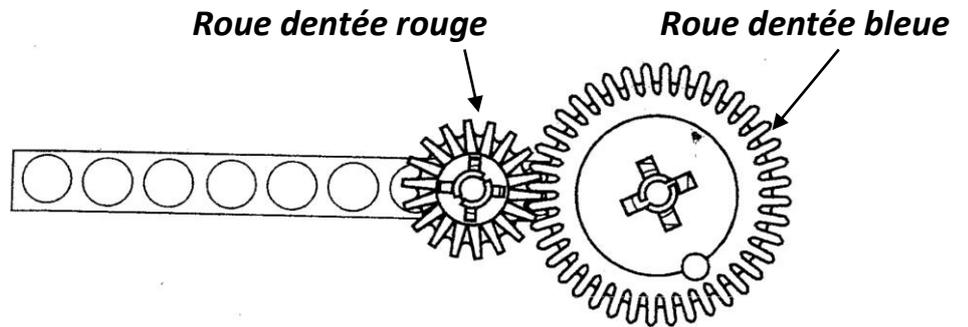
- Quel est cet objet et essaie d'expliquer comment-il fonctionne ?



Les roues dentées N°1 : Engrenage principe de fonctionnement

Expérience: Effectue les montages présentés et réponds aux questions par une phrase

A. Premier montage :

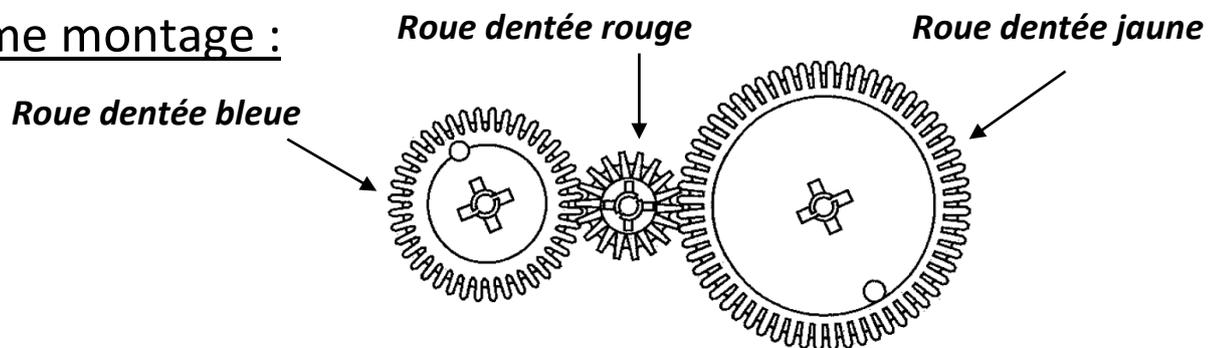


- Fais tourner la roue bleue dans le sens des aiguilles d'une montre. Que se passe-t-il ?

- Fais tourner la roue bleue dans l'autre sens. Que constates-tu ?

- Remplace la roue bleue par une roue jaune. Fais la même expérience. Que constates-tu ?

B. Deuxième montage :



- Fais tourner la roue jaune dans le sens des aiguilles d'une montre. Que constates-tu ?

- Fais tourner la roue jaune dans l'autre sens. Que constates-tu ?

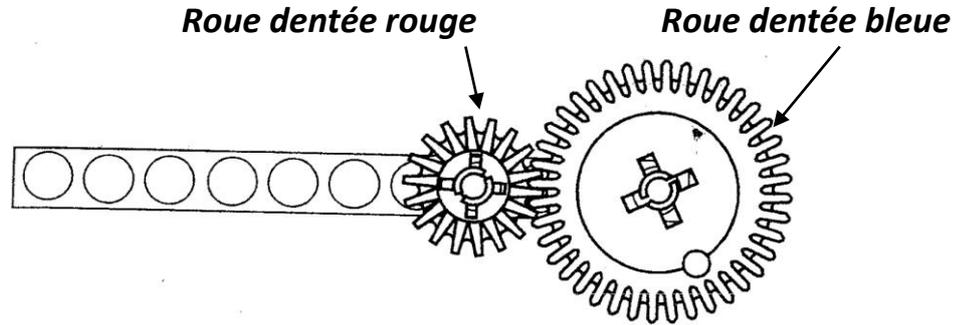
- Essaie de trouver une règle pour une suite de roues dentées ?



Les roues dentées N°1 : Engrenage principe de fonctionnement

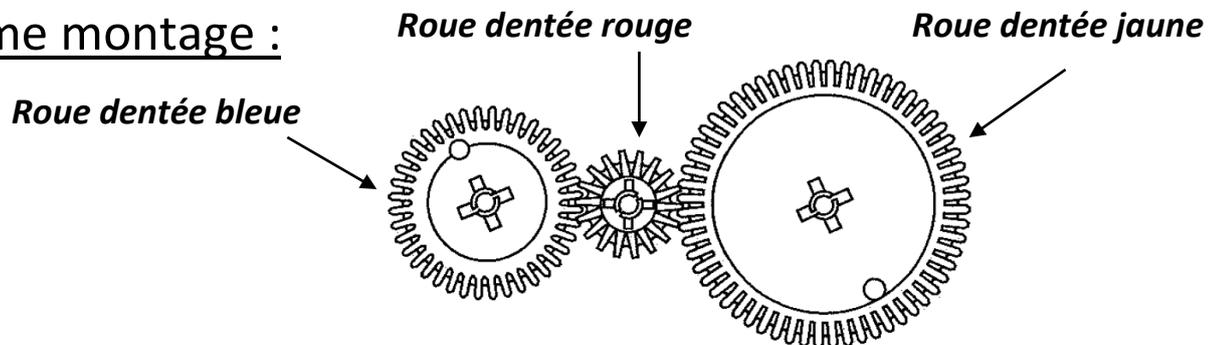
Expérience: Effectue les montages présentés et réponds aux questions par une phrase

A. Premier montage :



- Fais tourner la roue bleue dans le sens des aiguilles d'une montre. Que se passe-t-il ?
En faisant tourner la roue bleue dans le sens des aiguilles d'une montre, on constate que la roue dentée rouge tourne aussi. Elle tourne cependant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. On remarque également qu'elle tourne plus vite que la roue bleue.
- Fais tourner la roue bleue dans l'autre sens. Que constates-tu ?
En faisant tourner la roue bleue dans l'autre sens, on constate que la roue dentée rouge tourne cette fois-ci dans le sens des aiguilles. Il y a eu changement de sens pour les deux roues
- Remplace la roue bleue par une roue jaune. Fais la même expérience. Que constates-tu ?
En remplaçant la roue bleue par la roue jaune, on constate que la roue rouge tourne encore dans le sens opposé. Mais ici, la roue rouge tourne plus vite. Il y a un effet multiplicateur.

B. Deuxième montage :

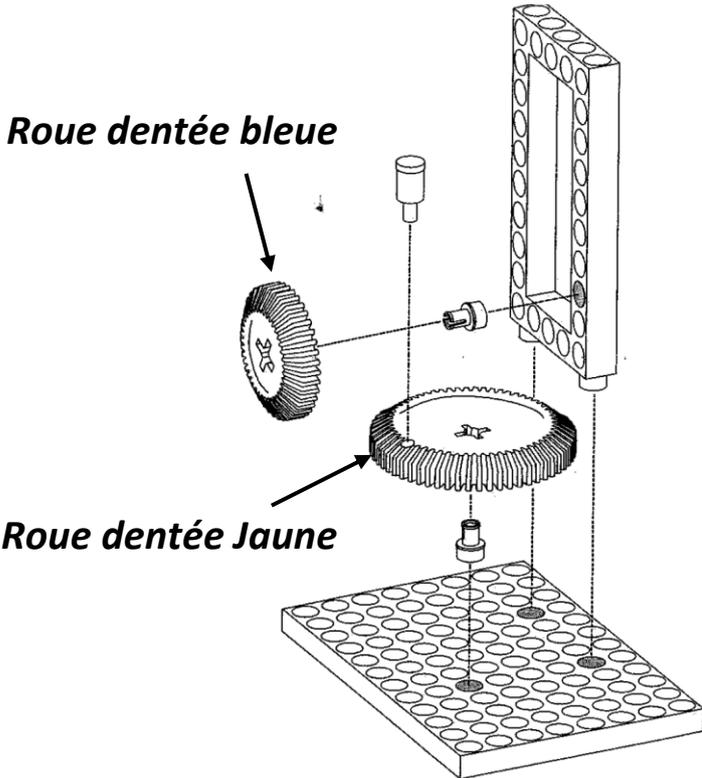


- Fais tourner la roue jaune dans le sens des aiguilles d'une montre. Que constates-tu ?
En faisant tourner la roue bleue dans le sens des aiguilles d'une montre, on constate que la roue dentée rouge tourne aussi.
- Fais tourner la roue jaune dans l'autre sens. Que constates-tu ?
En faisant tourner la roue bleue dans le sens des aiguilles d'une montre, on constate que la roue dentée rouge tourne aussi.
- Essaie de trouver une règle pour une suite de roues dentées ?
Lorsqu'il y a une suite de roues dentées, on constate que s'il y a un nombre impair de roues, alors la première et la dernière tourneront dans le même sens. S'il y a un nombre de roues pair, alors la première et la dernière tourneront en sens inverse.

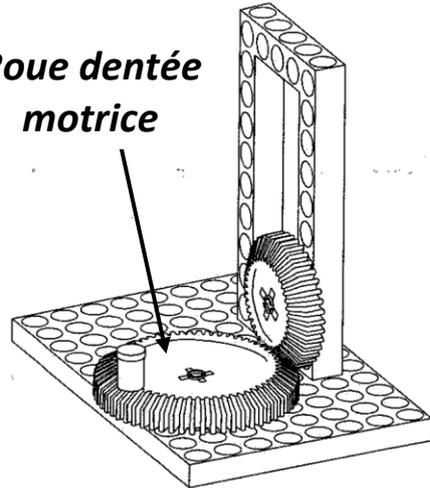


Les roues dentées N°3 : Engrenage transmission de mouvement

Expérience: Effectue les montages présentés et réponds aux questions par une phrase



Vue de trois-quart

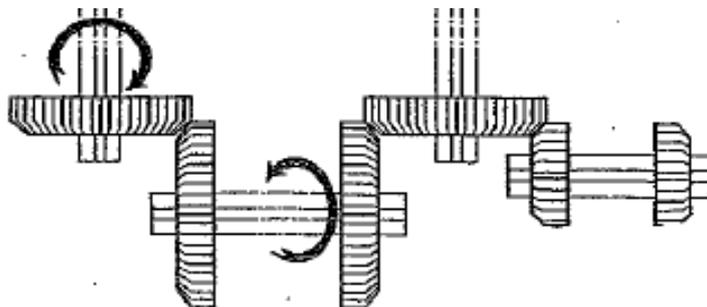


- Fais tourner la roue motrice. Observe attentivement ce qui se passe. Que constates-tu ? Note tes remarques

- Quelle forme doit avoir les roues dentées pour qu'un tel mécanisme puisse fonctionner? Essaie de faire un dessin de l'engrenage.



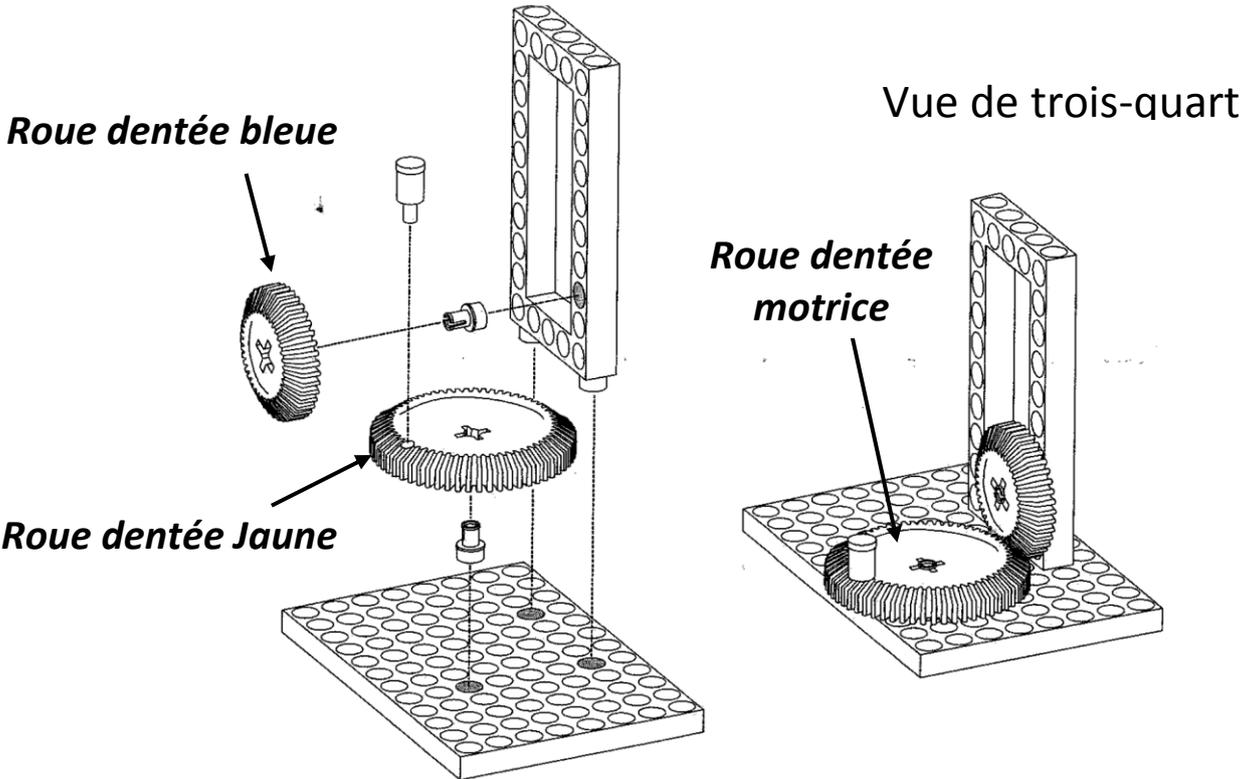
- Indique par une flèche le sens de rotation des roues :





Les roues dentées N°3 : Engrenage transmission de mouvement

Expérience: Effectue les montages présentés et réponds aux questions par une phrase



- Fais tourner la roue motrice. Observe attentivement ce qui se passe. Que constates-tu ? Note tes remarques

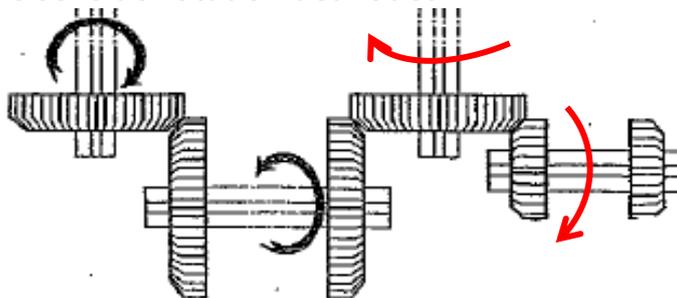
Quand on fait tourner la roue motrice, on constate que la roue bleue tourne également alors qu'elle n'est pas placée dans le même plan. La roue bleue tourne plus vite et pas dans le même sens. On peut expliquer cela car les deux roues sont bien en contact les dents de l'une sur les dents de l'autre mais de façon perpendiculaire. La transmission de mouvement se fait donc normalement et toujours dans un sens opposé.

- Quelle forme doit avoir les roues dentées pour qu'un tel mécanisme puisse fonctionner? Essaie de faire un dessin de l'engrenage.

Les roues ont une forme conique qui permet aux dents de pouvoir se toucher et s'enchevêtrer correctement.



- Indique par une flèche le sens de rotation des roues :

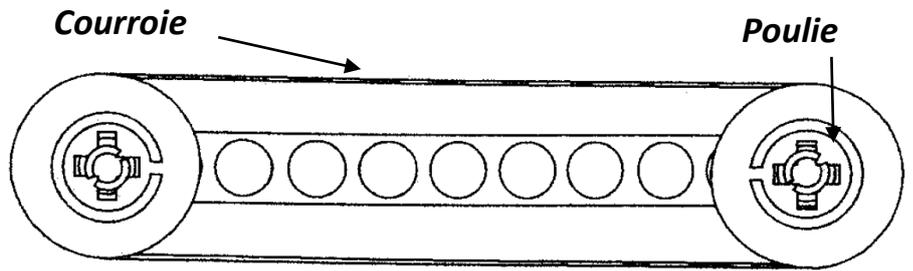




Poulie et Courroie

Expérience: Effectue les montages présentés et réponds aux questions par une phrase

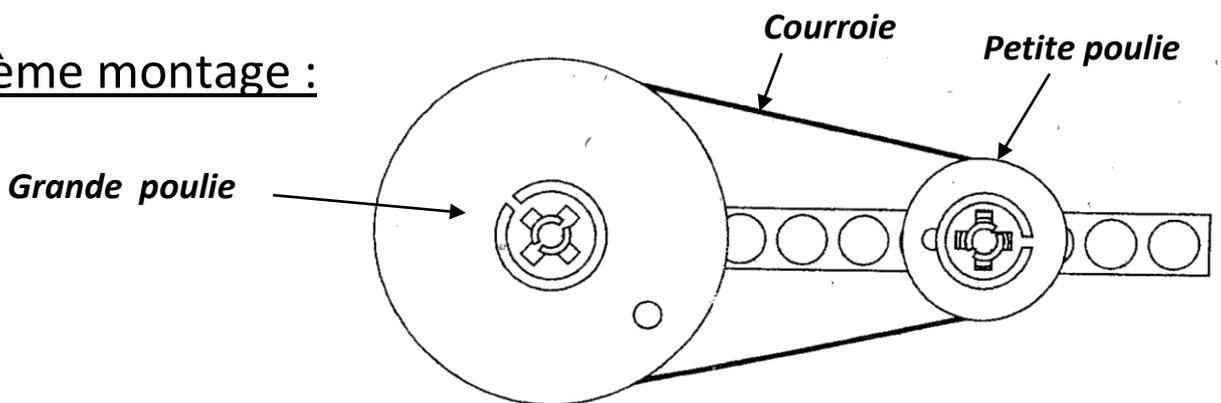
A. Premier montage :



- Fais tourner l'une des poulies. Que se passe-t-il ?

- Pose la courroie de façon à la croiser au milieu des deux poulies. Que constates-tu ?

B. Deuxième montage :



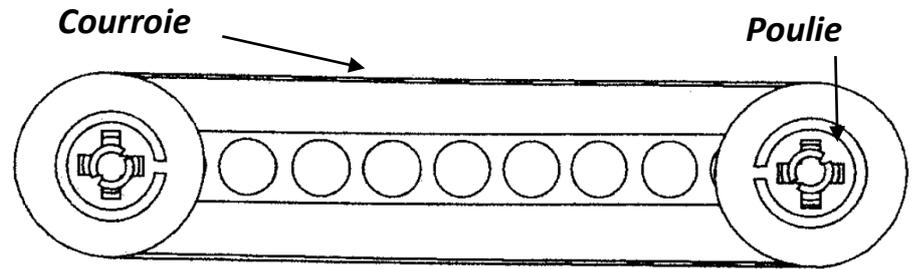
- Fais tourner la grande poulie. Fais tourner la petite poulie. Que constates-tu ?



Poulie et Courroie

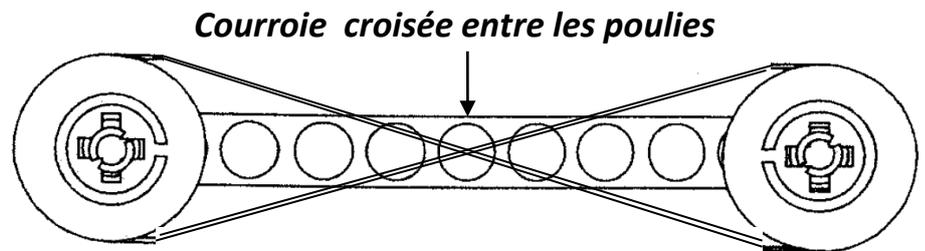
Expérience: Effectue les montages présentés et réponds aux questions par une phrase

A. Premier montage :



- Fais tourner l'une des poulies. Que se passe-t-il ?

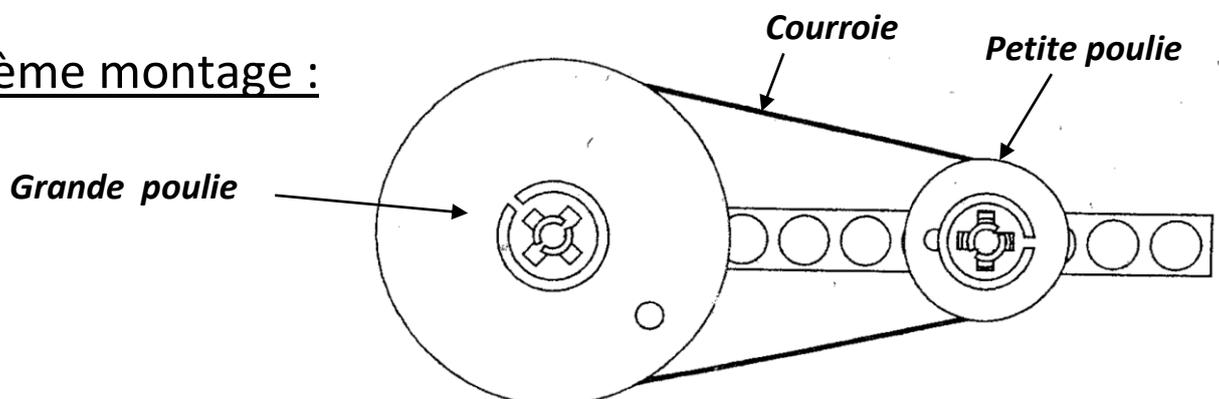
En faisant tourner l'une des poulies, on constate que l'autre poulie tourne également. C'est la courroie qui permet d'entraîner la deuxième poulie. On remarque que les deux poulies vont tourner dans le même sens et à la même vitesse. Il y a un peu de frottement et les poulies ne tournent pas facilement.



- Pose la courroie de façon à la croiser au milieu des deux poulies. Que constates-tu ?

En croisant la courroie, on constate qu'en faisant tourner une poulie dans un sens alors l'autre poulie va tourner dans l'autre sens. Les deux poulies tournent à la même vitesse. Mais avec le croisement de la courroie, les frottements sont encore plus présents.

B. Deuxième montage :



- Fais tourner la grande poulie. Fais tourner la petite poulie. Que constates-tu ?

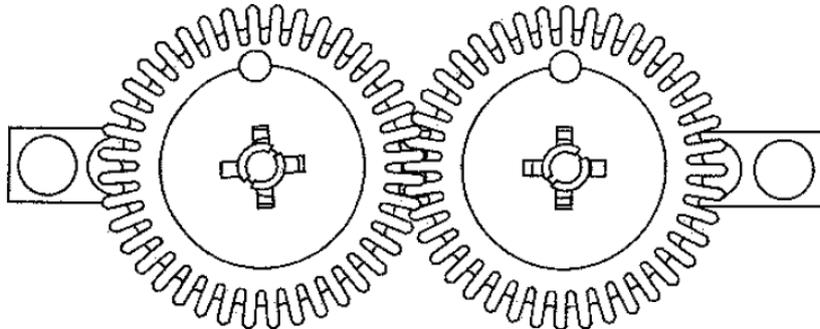
En faisant tourner la grande poulie dans un sens, on constate que l'autre poulie tourne également dans le même sens. C'est la même chose que dans le premier montage, mais ici, la petite poulie va tourner beaucoup plus vite que la grande. C'est un effet multiplicateur.



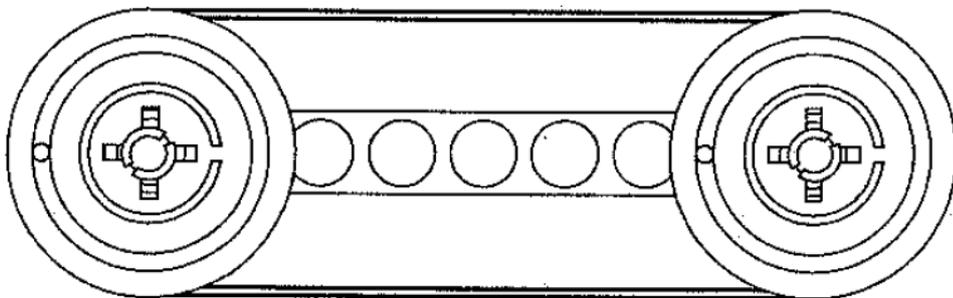
Transmission et transformation du mouvement : comparaison

Expérience: Effectue les montages présentés et réponds aux questions par une phrase

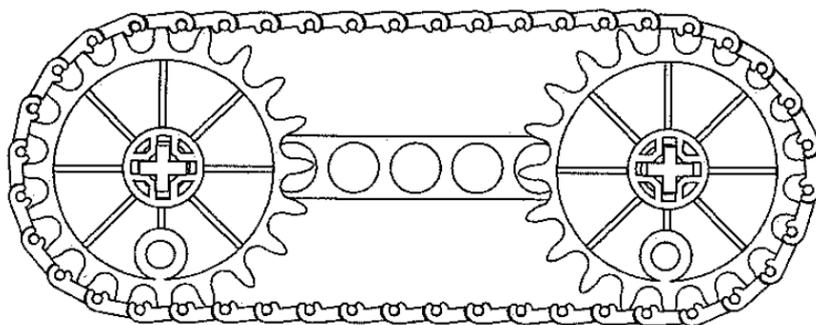
Premier montage A :



Deuxième montage B :



Troisième montage C :



- Fais fonctionner les 3 mécanismes.
- Cherche quels peuvent être les avantages et les inconvénients de chacun des mécanismes.

Avantages

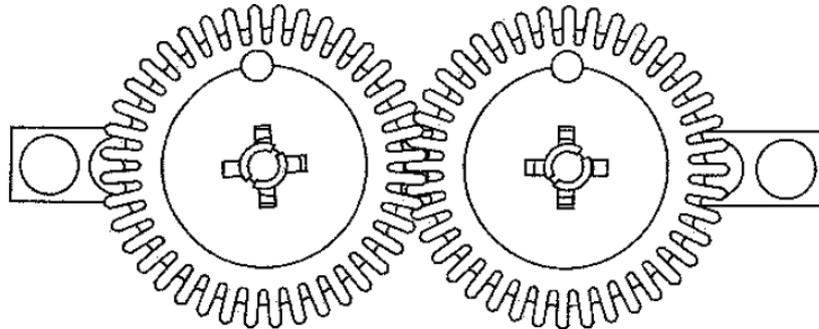
Inconvénients



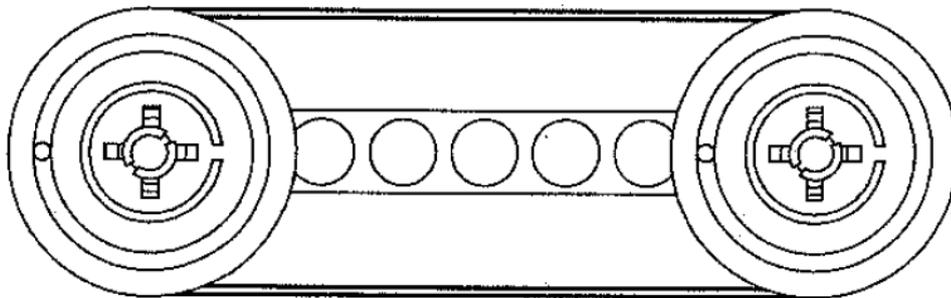
Transmission et transformation du mouvement : comparaison

Expérience: Effectue les montages présentés et réponds aux questions par une phrase

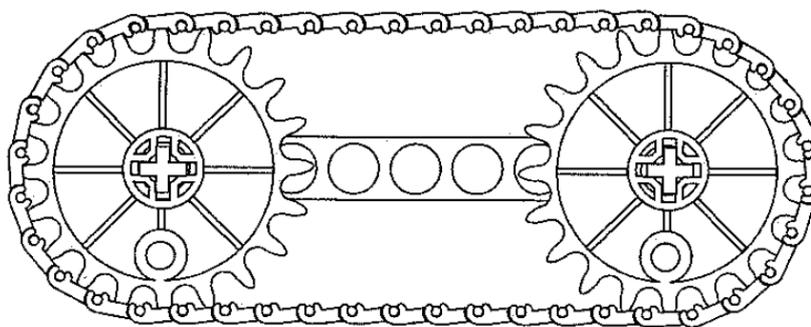
Premier montage A :



Deuxième montage B :



Troisième montage C :



- Fais fonctionner les 3 mécanismes.
- Cherche quels peuvent être les avantages et les inconvénients de chacun des mécanismes.

Avantages

Montage A : Permet des transmissions proches et de sens inversé.

Montage B : Permet des transmissions éloignées et dans le même sens.

Montage C : Permet des transmissions éloignées, solide et dans le même sens.

Inconvénients

Montage A : Besoin de plusieurs roues si on veut des mécanismes dans le même sens. Besoins de miniaturiser les roues dans certains mécanismes.

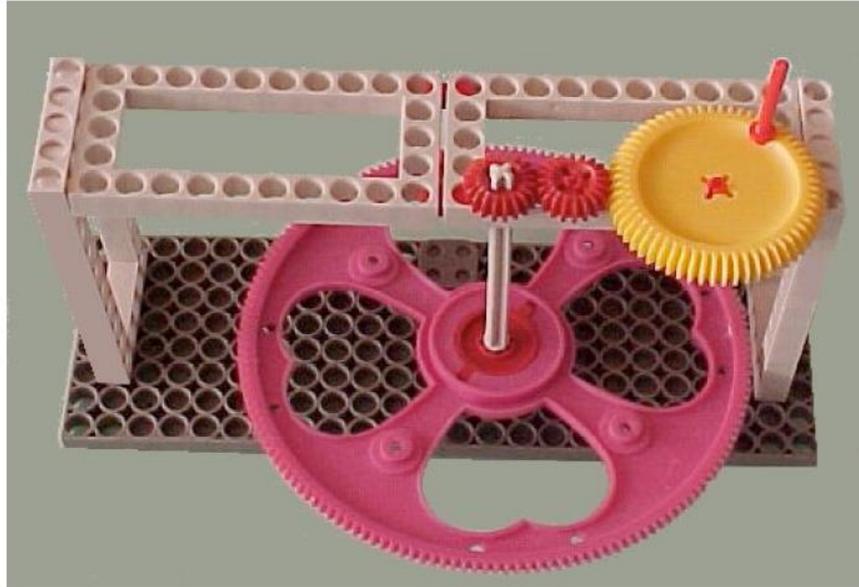
Montage B : Fragilité de la courroie qui peut se couper si le mécanisme tourne trop vite.

Montage C : Le poids de la chaîne et des roues peuvent poser des problèmes de construction.



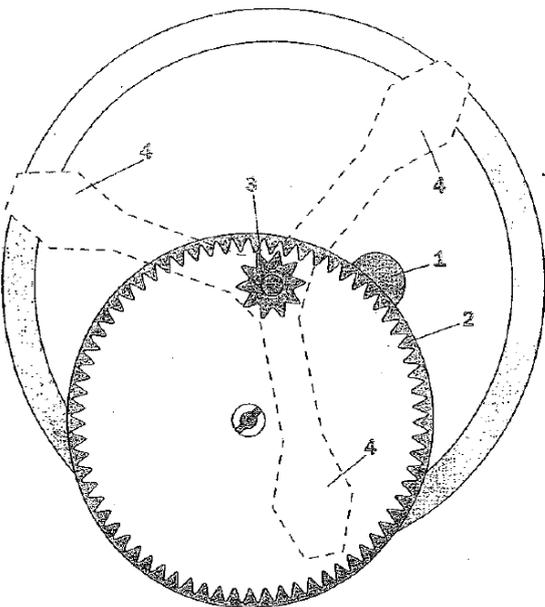
Des Mécanismes : atelier de repli N°1

A. Expérience: Effectue le montage présenté et réponds aux questions par une phrase



Il représente de façon simplifié le fonctionnement de l'essoreuse à salade. Avec ce que tu as vu dans les ateliers peux-tu expliquer le fonctionnement de cet objet.

B. Analyse: Voici le dessin explicatif du mécanisme de l'essoreuse à salade



Observe ce mécanisme : Indique ce que représente chaque numéro :

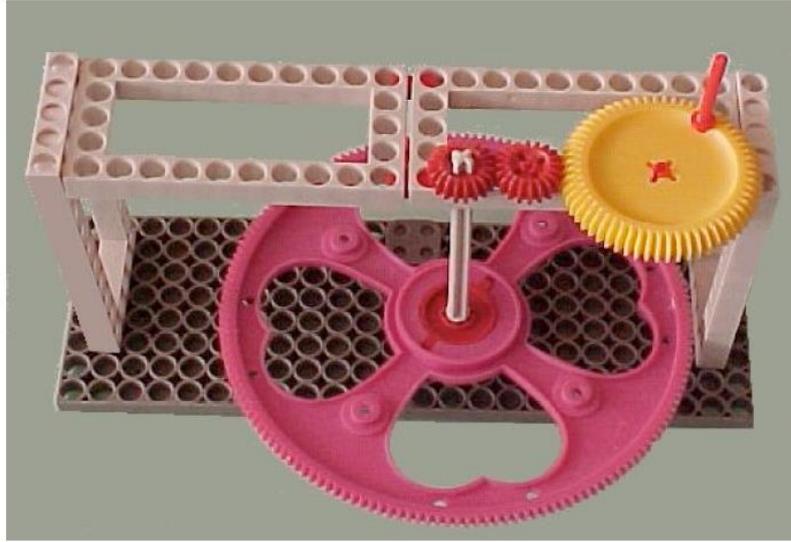
1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

Avec ce que tu as appris, le montage et le dessin, essaie d'expliquer le fonctionnement de l'essoreuse.



Des Mécanismes : atelier de repli N°1

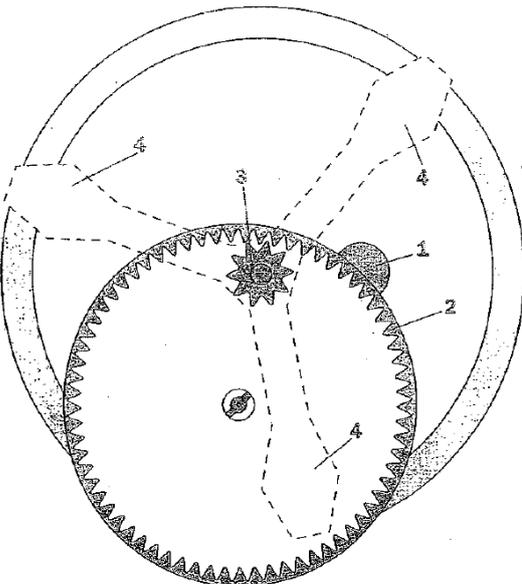
A. Expérience: Effectue le montage présenté et réponds aux questions par une phrase



Il représente de façon simplifié le fonctionnement de l'essoreuse à salade. Avec ce que tu as vu dans les ateliers peux-tu expliquer le fonctionnement de cet objet.

La roue dentée jaune est la roue que l'on fait tourner en premier avec le rythme que l'on veut. Elle va entraîner la première roue dentée rouge qui tournera en sens inverse mais beaucoup plus vite puisqu'elle est plus petite (effet multiplicateur). La deuxième roue rouge tournera à la même vitesse que la première mais dans le sens contraire (même sens que la roue jaune). Puis par l'axe de transmission, la roue rose tournera également à la même vitesse et dans le même sens que la deuxième roue rouge.

B. Analyse: Voici le dessin explicatif du mécanisme de l'essoreuse à salade



Observe ce mécanisme : Indique ce que représente chaque numéro :

1. **Poignée de l'essoreuse.**
2. **Roue dentée inversée entraînée par la poignée.**
3. **Roue dentée plus petite pour un effet multiplicateur.**
4. **Bras de l'essoreuse qui entraîne le panier à salade.**

Avec ce que tu as appris, le montage et le dessin, essaie d'expliquer le fonctionnement de l'essoreuse.

La roue dentée 2 est une roue dentée inversée, elle est entraînée par la poignée selon le rythme que l'on donne. Cette roue transmet le mouvement à la petite roue. La différence de diamètre entre les deux roues donnera un effet multiplicateur qui accélérera le mouvement. Les bras étant reliés à la petite roue, ils tourneront également plus vite de façon à faire tourner le panier et sécher la salade.



Des Mécanismes : atelier de repli N°2

Expérience : Réalise comme tu le veux un montage avec différents types d'engrenages.

(Ne cherche pas à trop compliquer)

- Indique par une phrase quel objet tu as cherché à créer.

- Indique la liste de matériel que tu as utilisé.

- Dessine le schéma de ton montage

- Indique quels types de transmission tu as utilisé pour réaliser ton objet ?



Evaluation

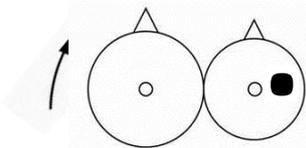
1. Donne une définition des mots de vocabulaire suivants :

Un engrenage : _____

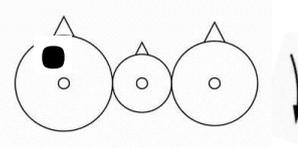
Une poulie : _____

2. Dans les montages suivants, indique par une flèche rouge le sens de rotation de la roue avec le point noir.

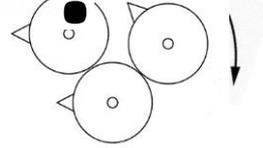
A.



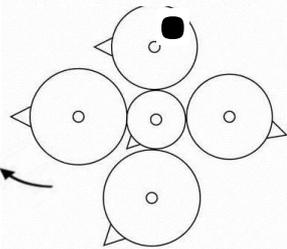
B.



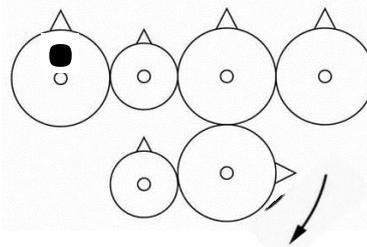
C.



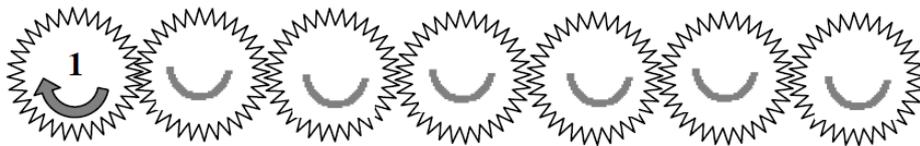
D.



E.

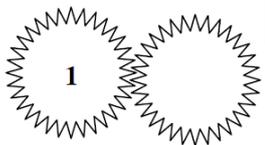


3. Quelle règle de fonctionnement as-tu appris dans le montage suivant ?

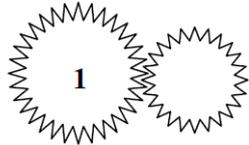


4. Quelle roue dentée fera le plus de tours si la roue n°1 n'en fait qu'un ?

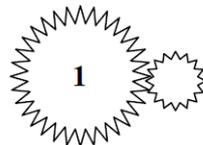
A.



B.

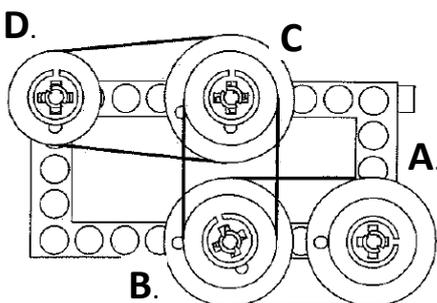


C.



5. Explique pourquoi cette roue tourne plus vite.

6. Dans ce mécanisme de poulies, peux-tu expliquer comment va tourner la roue D si on fait tourner la roue A dans un sens ou dans l'autre.



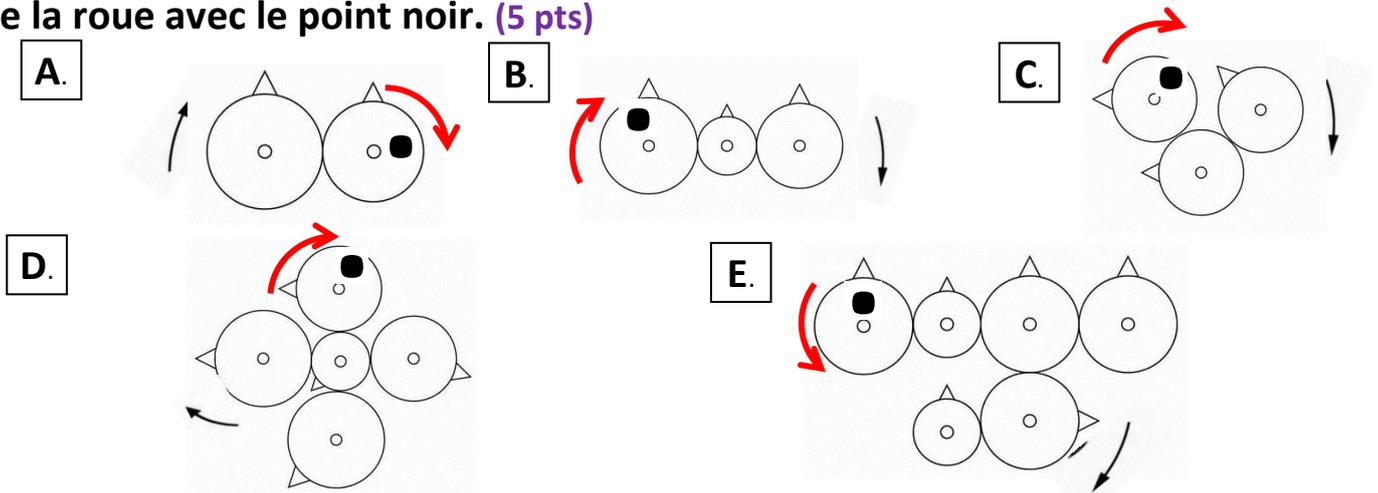


1. Donne une définition des mots de vocabulaire suivants : (4 pts)

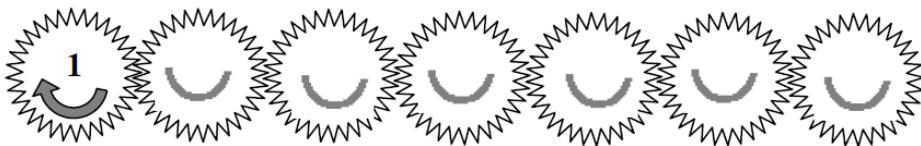
Un engrenage : C'est un ensemble de roues dentées qui se touchent et permettent la transmission de mouvement.

Une poulie : C'est une roue entraînée par une courroie qui permet la transmission de mouvement.

2. Dans les montages suivants, indique par une flèche rouge le sens de rotation de la roue avec le point noir. (5 pts)



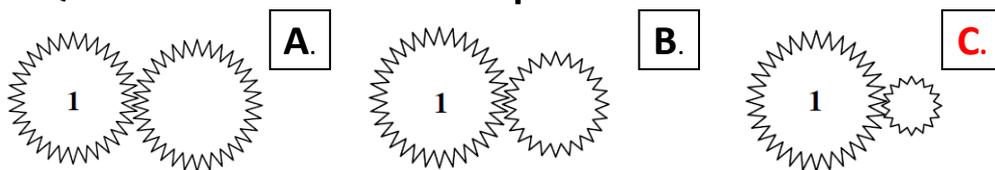
3. Quelle règle de fonctionnement as-tu appris dans le montage suivant ? (3 pts)



La règle de fonctionnement de ce type de montage est que lorsqu'il y a des roues dentées

dans un mécanisme d'engrenage, s'il y a un nombre impair de roues dentées alors la première et la dernière tourneront dans le même sens.

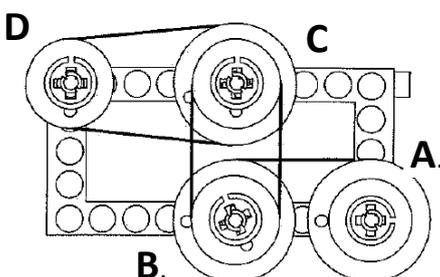
4. Quelle roue dentée fera le plus de tours si la roue n°1 n'en fait qu'un ? (2 pts)



5. Explique pourquoi cette roue tourne plus vite. (2 pts)

La roue dentée C tournera plus vite car elle est plus petite. En effet, comme le diamètre de la roue C est plus petite, les dents de la roue 1 en faisant un tour il y aura un effet accélérateur.

6. Dans ce mécanisme de poulies, peux-tu expliquer comment va tourner la poulie D si on fait tourner la poulie A dans un sens ou dans l'autre. (4 pts)



Si on fait tourner la poulie A, les deux autres mêmes poulies B et C vont tourner à la même vitesse et dans le même sens.

Par contre, la poulie D va tourner dans le même sens mais plus vite. Il y a un effet multiplicateur (accélérateur) car la poulie D est plus petite.

Des mécanismes de transmission et transformation du mouvement : documents explicatifs et de recherche

(Documents tirés du groupe sciences : Circonscription d'Oyonnax – Nantua)



1. Distinction entre la transmission et la transformation d'un mouvement.

Avec ces dispositifs simples, nous avons affaire à deux types de mouvement :

des mouvements de rotation
des mouvements de translation.

Si, dans un dispositif mécanique, le type de mouvement de la pièce d'entrée et de la pièce de sortie est identique, on dit qu'il y a transmission de mouvement

roues dentées
roues de friction
roues dentées et chaîne
poulie et courroie

} *rotation*

Mais si, dans un dispositif mécanique, le type de mouvement de la pièce d'entrée et de la pièce de sortie est différent, on dit qu'il y a transmission et transformation de mouvement

bielle-manivelle
pignon crémaillère
vis crémaillère

} *Rotation / translation*

Un mouvement peut être continu : toujours dans le même sens

Un mouvement peut être alternatif : il change périodiquement de sens

2. Exemples de transmission et de transformation d'un mouvement.

Les roues de friction. Afin de transmettre le mouvement de rotation, deux roues sont pressées l'une contre l'autre. C'est le frottement qui en assure la liaison. La dynamo de la bicyclette en est un bon exemple : la petite roue de la dynamo est entraînée par frottement par la roue arrière de la bicyclette.





Le système **poulie et courroie**. Si la roue à entraîner est trop éloignée du moteur, on peut utiliser, pour transmettre le mouvement de rotation, une courroie. Avantages : en cas de problème, la courroie se met à patiner ce qui peut éviter au moteur de chauffer et de s'altérer. Inconvénients : le glissement éventuel de la courroie limite la puissance à transmettre, le patinage ne permet pas d'obtenir une vitesse constante. L'exemple de la courroie de la machine à coudre a déjà été cité, mais chacun a déjà entendu parler de la courroie de l'alternateur des voitures. La plupart des dispositifs installés dans les stations de ski utilisent le principe poulie et courroie.



Courroie de l'alternateur



Le système des roues dentées (**les engrenages**). Le principe est identique à celui des roues de friction mais la denture évite le patinage. Avantages : la vitesse est constante car il ne peut y avoir de glissement, on peut réaliser une boîte de vitesses dans un encombrement réduit, si les roues sont réalisées en matière plastique ou en alliage de cuivre, et que la précision d'ensemble est satisfaisante, on peut obtenir un mécanisme très silencieux. Inconvénients : le coût de fabrication est élevé, il faut prévoir un système de graissage performant, ce mécanisme ne supporte aucune impureté (attention au grain de sable...).



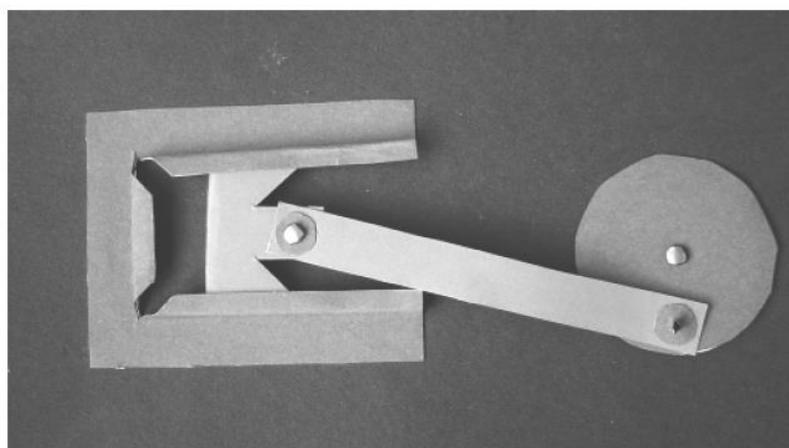
Une roue dentée en bois

Le système **chaîne et roues dentées**. On opte pour cette solution technique quand les roues dentées doivent impérativement être éloignées l'une de l'autre. Avantage : l'entraînement se fait par obstacle donc la vitesse est régulière, les roues entraînées peuvent être très éloignées. Inconvénients : les axes des roues doivent être rigoureusement parallèles.

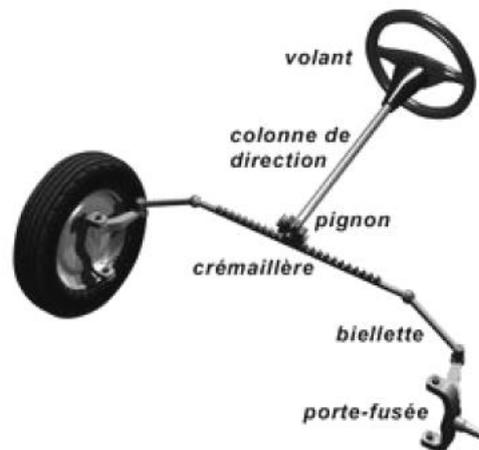
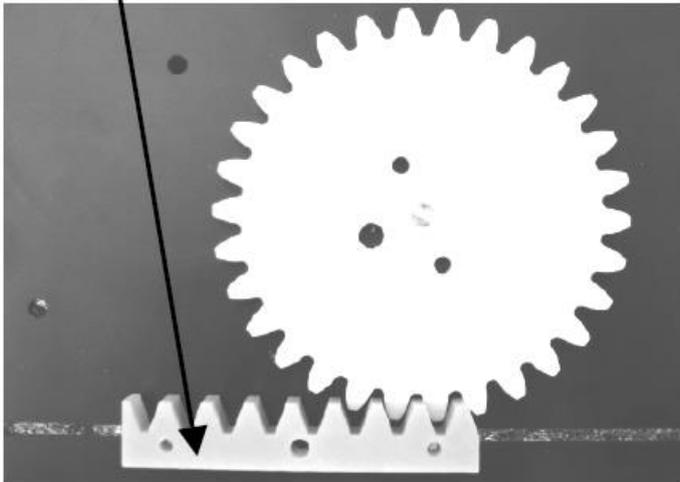


Le système **bielle-manivelle** (transformation de mouvement). Les systèmes précédents transmettent des mouvements de rotation. Le système bielle-manivelle transmet le mouvement mais il en change la nature : il convertit un mouvement de rotation en mouvement de translation alternatif, ou inversement. Chacun se souvient de la machine à coudre mécanique de nos grands-mères actionnées par un pédalier qui entraîne à l'aide d'une tige (la bielle) une roue (la manivelle), laquelle entraîne une courroie. Ensuite, à l'intérieur de la machine à coudre, un mécanisme transforme ce mouvement de rotation en mouvement de translation alternatif de l'aiguille : celle-ci monte et descend. Autre exemple : dans le moteur à explosion de votre voiture, le mouvement alternatif des pistons est transformé par le système bielle-manivelle en mouvement de rotation (les roues). On dit qu'il y a transformation de mouvement. Les locomotives à vapeur utilisent ce principe. L'image représente celle construite en 1804 par Richard Trevithick.

Maquette du système bielle-manivelle réalisée en carte colorée par un élève de CM2.



Le système **pignon crémaillère** (transformation de mouvement). On peut être amené à utiliser une pièce un peu particulière dont les dents sont disposées de façon rectiligne : il s'agit d'une crémaillère.



Le système **vis crémaillère** (transformation de mouvement). Le principe de la crémaillère est également utilisé dans ce dispositif mais c'est la rotation d'une vis qui provoque la translation de la crémaillère. Seule la rotation de la vis entraîne le mouvement ; lorsque l'on tente de déplacer la crémaillère rien ne se passe, le système est bloqué. Ce qui est bien sûr nécessaire pour un système de serrage comme la clé à molette.



3. Vocabulaire technique associé aux roues dentées.



Les roues dentées peuvent avoir différentes tailles. Mais par commodité on appelle :

- les **pignons** la plus petite d'entre elle,
- la **couronne** la plus grande,
- les autres, les **roues intermédiaires**.

Une **crémaillère** est une tige ou une barre garnie de dents

Une **roue dentée** tourne autour d'une tige appelée **axe**. Cet axe est parfois solidaire de la roue

Pour pouvoir s'entraîner en rotation, les dents des roues ont besoins d'être du même calibre. Ainsi, dans un mécanisme, l'ensemble des roues qui s'engrènent est appelé **engrenage**.

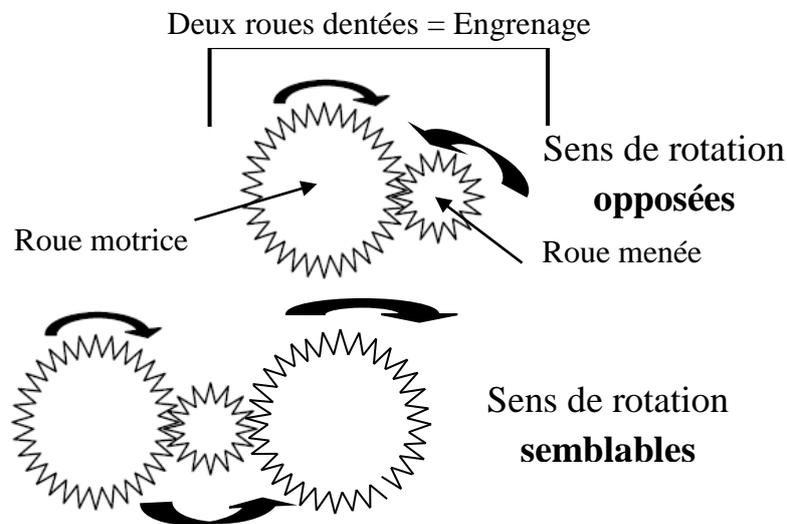
Dans un engrenage, on distingue la roue d'entrée et la roue de sortie.

Lorsque l'on étudie les effets d'une roue sur une autre, au sein d'un engrenage, on appelle la roue **motrice** (ou **menante**) celle qui provoque l'effet, et **menée** celle qui subit l'effet.

4. Propriétés des systèmes utilisant des roues dentées.

Le sens du mouvement de rotation.

Lorsqu'un engrenage simple est composé d'un nombre de roues **pair**, les sens de rotation des pignons d'entrée et de sortie sont **opposés**.



Lorsqu'un engrenage simple est composé d'un nombre de roues **impair**, les sens de rotation des pignons d'entrée et de sortie sont **semblables**.

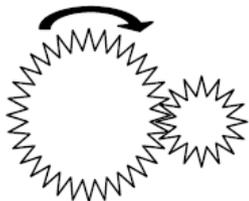
La transformation d'un mouvement de rotation en mouvement de translation.

Lorsque l'on engrène un pignon et une crémaillère, cette dernière translate vers la droite lorsque le pignon tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, (et inversement).

La surmultiplication et la démultiplication.

On appelle rapport de transmission (K) le quotient suivant :

$$k = \text{nombre de dents de la roue menante} / \text{nombre de dents de la roue menée}$$



Lorsque $K > 1$, on dit que le rapport de transmission est **surmultiplicateur**.

Dans l'exemple, la roue d'entrée a 32 dents, la roue de sortie a 16 dents ;
le rapport $k = 32 / 16 = 2$.

Cela veut dire que lorsque la grande roue fait un tour, elle entraîne la petite roue à faire deux tours.

La petite roue de sortie tourne donc plus vite que la roue d'entrée, le rapport de vitesse k est dit **surmultiplicateur**

Lorsque $K < 1$, on dit que le rapport de vitesse est **démultiplicateur**.

Dans l'exemple, la roue d'entrée a 16 dents, la grande roue de sortie a 32 dents ;
le rapport $k = 16 / 32 = 0,5$.

Cela veut dire que lorsque la petite roue fait un tour, elle entraîne la grande roue à faire un demi-tour.

La roue de sortie tourne donc moins vite que la roue d'entrée, le rapport de transmission k est dit **démultiplicateur**.

