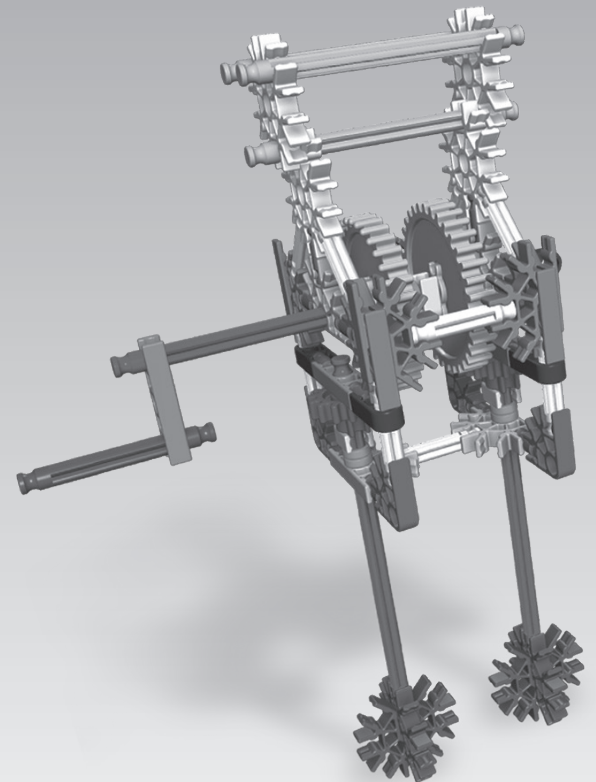
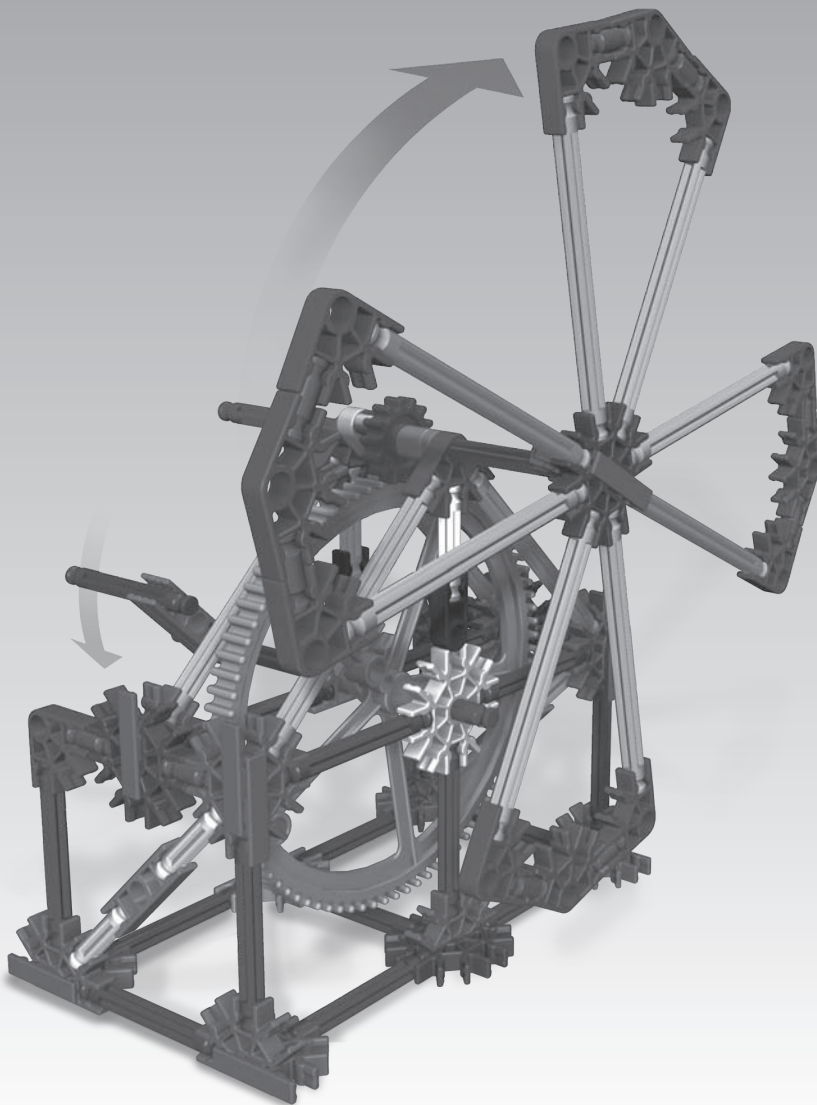


LE GUIDE DE L'ENSEIGNANT

LES ENGRENAGES

LES MACHINES SIMPLES



LES ENGRENAGES

Guide de l'enseignant

96566-V3-10/14

© 2014 K'NEX Limited Partnership Group

Protégé par le droit d'auteur international.
Tous droits réservés.

Développé, produit et distribué aux
États-Unis et au Canada
Par K'NEX Education

K'NEX Limited Partnership Group
P.O. Box 700
Hatfield, PA 19440-0700
1-888-ABC-KNEX
courriel : abcknex@knex.com
Visitez notre site internet :
www.knexeducation.com

K'NEX Education est une marque déposée
de K'NEX Limited Partnership Group.

Cet ensemble est conforme aux
spécifications du règlement F963-03
(Standard Consumer Safety Specification
on Toy Safety) de l'ASTM.

Ouvré sous les brevets américains
5,061,219; 5,199,919; 5,350,331;
5,137,486.
Autres brevets américains et étrangers
en instance.



ATTENTION :
RISQUE D'ÉTOUFFEMENT – Pièces de petite taille.
Ne convient pas aux enfants de moins de 3 ans.

Note de sécurité

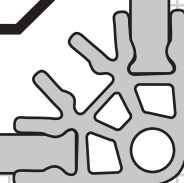
La sécurité est une préoccupation primordiale dans une classe de sciences et technologies. Il est recommandé que vous établissiez des règles de sécurité qui vous permettront d'utiliser les accessoires K'NEX en toute sécurité. Dans le cas de ce matériel, l'usage d'élastiques doit être bien contrôlé.

Attention particulière :

Les étudiants ne doivent pas étirer ou enrouler les élastiques à l'excès, car ils risquent de se blesser ou de blesser un autre étudiant. Toute marque de détérioration des élastiques doit être mentionnée à l'enseignant. Les enseignants et les étudiants doivent toujours s'assurer que les élastiques soient en bon état et ce, avant chacune des expériences.

Il est important d'éloigner les mains et les cheveux des pièces mobiles. Ne jamais mettre les doigts dans les engrenages ou autres pièces mobiles.

Dans le présent document, le générique masculin est utilisé sans aucune discrimination et uniquement dans le but d'alléger le texte.



Introduction :

Informations générales

Ce Guide de l'enseignant a été développé pour vous aider pendant que vos étudiants explorent l'ensemble *Introduction aux machines simples : les engrenages* de K'NEX. Les informations et les ressources contenues dans ce guide, jumelées au matériel K'NEX et au Journal de l'étudiant, vous permettront d'accompagner vos étudiants dans leur compréhension de concepts scientifiques et de les guider dans leurs recherches à travers des expériences concrètes et significatives.

Introduction aux machines simples : les engrenages

Cet ensemble de construction K'NEX fait partie d'une série de modèles conçus pour introduire les étudiants à certains concepts scientifiques. Cet ensemble est axé sur la découverte des principes de base des engrenages. Les étudiants ont la possibilité d'apprendre en utilisant un matériel simple et une approche basée sur l'enquête scientifique. Le travail coopératif encourage les étudiants à s'entraider afin de construire, de comprendre, de discuter et d'évaluer différents principes scientifiques en action.

Le Guide de l'enseignant

Conçu afin de procurer à l'enseignant une variété de ressources, le Guide de l'enseignant lui fournit un glossaire de concepts-clé et leurs définitions. Il inclut également un aperçu général des concepts associés aux engrenages. Les objectifs spécifiques de chacun des chapitres y sont identifiés. Ce guide offre aussi des plans et des scénarios pour présenter chacune des machines simples et les activités qui lui sont associées. La plupart des unités peuvent être complétées en 30 à 45 minutes. Vous trouverez également des activités supplémentaires pouvant être réalisées afin d'approfondir un concept en particulier. Nous recommandons aux enseignants de consulter leur programme afin d'identifier les activités qui leur permettront d'atteindre leurs objectifs.

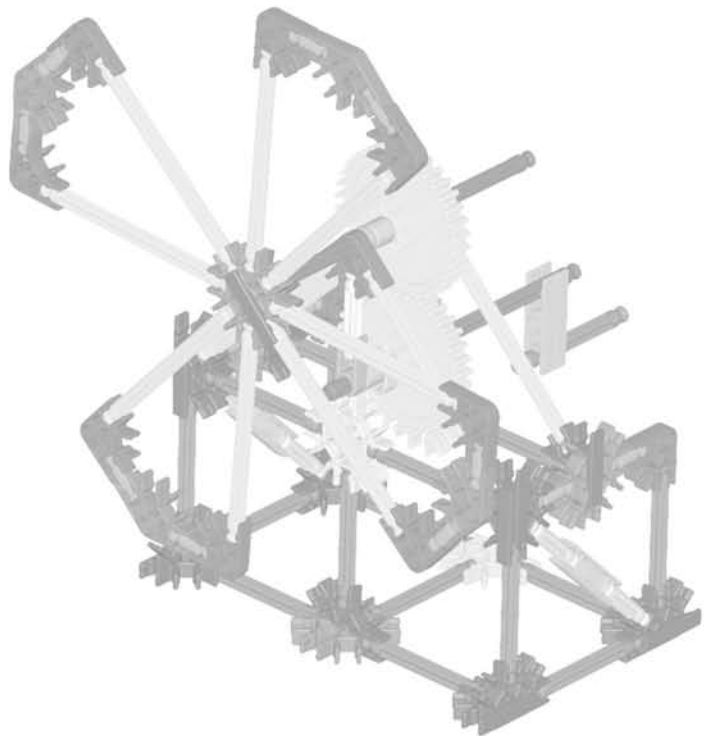
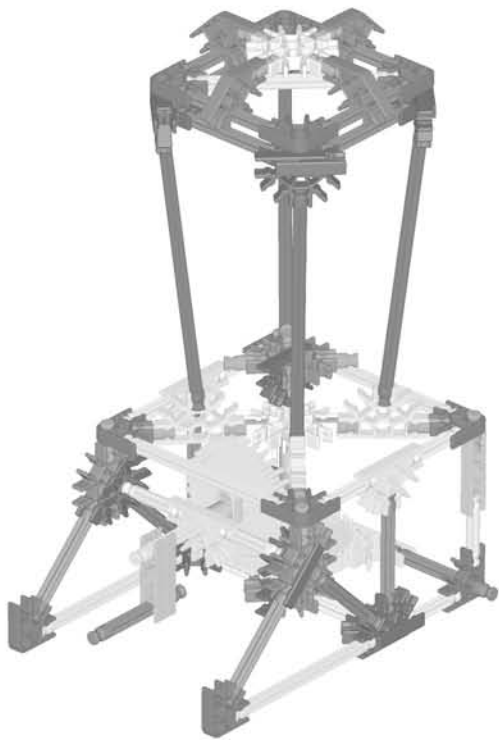
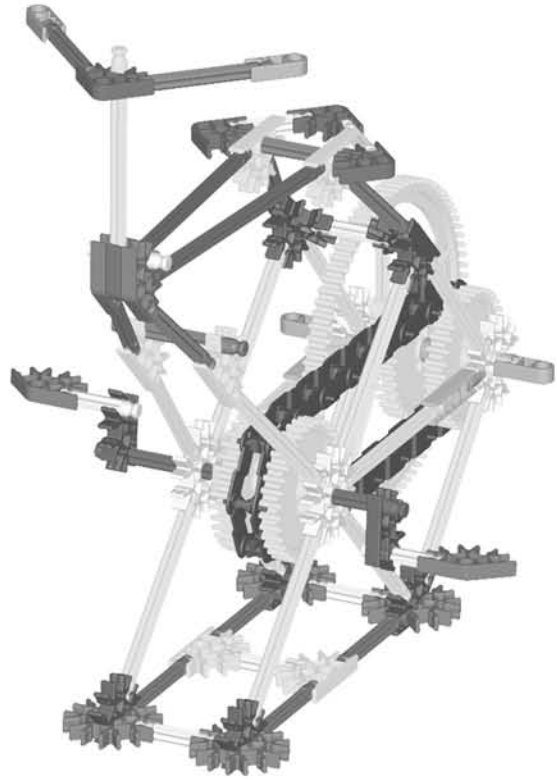
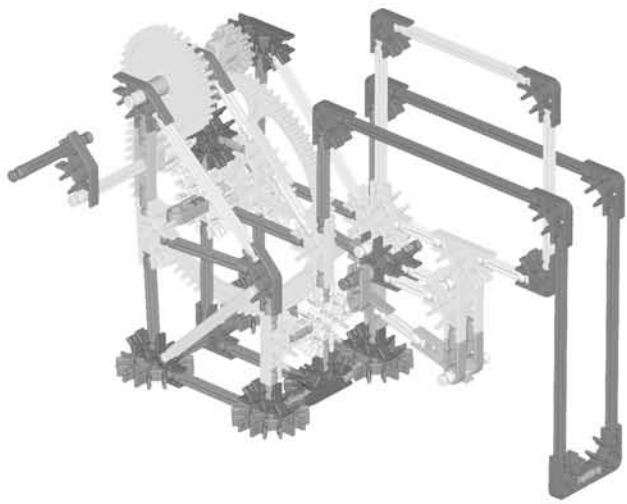
Le journal de l'étudiant

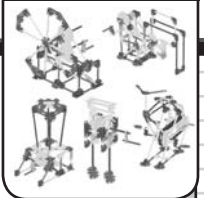
Il est recommandé que chaque étudiant dispose d'un journal afin de noter les informations relatives à chacune des expériences. Les étudiants devraient être encouragés à noter leurs hypothèses avant de commencer une activité. Ces hypothèses pourront être vérifiées selon les découvertes qu'ils feront lors de l'expérience. Ces informations leur permettront de faire le lien entre les différents concepts étudiés. Ils comprendront plus facilement les modèles construits, les expériences réalisées et pourront relier ces informations au fonctionnement de machines qu'ils utilisent ou voient fonctionner quotidiennement. Le journal permettra aux étudiants d'apprendre à dessiner des diagrammes et des plans. Il est aussi un moyen d'évaluation pour l'enseignant. Le Guide de l'enseignant comprend une feuille de contrôle des journaux et ce, pour chacun des modèles et des activités qui lui sont associées.

TABLE DES MATIÈRES

Objectifs.....	3
Mots-clés et définitions	3-4
Concepts-clés	4-8
Le ventilateur à manivelle.....	9-18
La fenêtre de voiture	19-24
Le mixeur (avec activité supplémentaire pour le batteur à oeuf)	25-30
La bicyclette stationnaire	31-34
Matériel reproductible	35-40

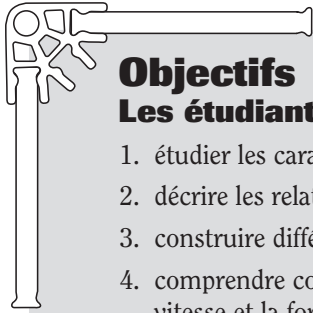
NOTE : L'ensemble Introduction aux Machines simples : les Engrenages de K'NEX Education comprend également des instructions pour construire les modèles d'un phonographe et d'une scie à chaîne. Ces modèles peuvent être utilisés pour approfondir certains concepts et améliorer la compréhension du fonctionnement des systèmes d'engrenages par les étudiants.





Les engrenages

Informations générales



Objectifs

Les étudiants devront :

1. étudier les caractéristiques des systèmes d'engrenages et en comprendre le fonctionnement.
2. décrire les relations entre les différentes parties d'un système d'engrenages
3. construire différents types de systèmes d'engrenages et démontrer comment ils fonctionnent.
4. comprendre comment les différences de taille des engrenages dans un système affectent la vitesse et la force générées par ce système.
5. identifier comment un mouvement rotatif se transforme en mouvement linéaire lorsqu'un système d'engrenages est utilisé.
6. identifier comment l'utilisation d'un système d'engrenages affecte le travail en fonction de la force, de la distance, de la vitesse et de la direction.
7. analyser des objets ou outils selon leur utilisation en tant que systèmes d'engrenages.

Les mots-clés et leurs définitions pour l'enseignant

Ce qui suit est une ressource pour l'enseignant. Selon l'âge, les habiletés, les connaissances de base des étudiants et le programme de votre cours, vous pourrez choisir d'utiliser certaines des définitions suivantes. Ces mots-clés ne sont pas présentés comme une liste devant être apprise par coeur par les étudiants. Ils peuvent cependant être utilisés afin de clarifier les concepts que les étudiants rencontreront en cours de route.

Les machines simples :

Un outil simple qui facilite un travail donné. Les machines les plus simples ne présentent qu'une seule partie mobile. Elles facilitent un travail en changeant la façon dont ce travail s'effectue. Elles ne changent pas la quantité de travail requise pour accomplir une action.

La force :

Toute traction ou poussée appliquée à un objet.

L'effort :

La force qui est appliquée pour bouger l'une des composantes d'une machine simple (par exemple : la force appliquée pour faire un travail).

La résistance :

La force exercée par l'objet (la charge) sur lequel on tente d'accomplir un travail; résiste à l'effort appliqué.

Le travail :

En sciences, le travail réfère à l'usage d'une force pour bouger une charge (un objet) sur une certaine distance. Le travail se définit ainsi :

$$T = F \times D$$

Où **T** = travail

F = force (effort) appliquée à la tâche

D = distance sur laquelle la force est appliquée

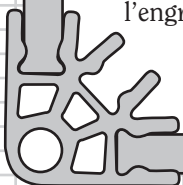
NOTE : Si l'objet ne bouge pas, le travail n'a pas été accompli.

Engrenage :

Une roue dentelée sur sa circonférence extérieure.

Train d'engrenages :

Ensemble constitué de plusieurs engrenages. Lorsqu'un engrenage tourne, ses dents poussent sur les dents de l'engrenage adjacent et le fait tourner dans la direction opposée.



Roue menante :

La roue menante est la roue sur laquelle la force est appliquée. Elle transfère l'effort à la roue suivante (dans un train d'engrenages) qui est la roue menée.

Roue menée :

La roue qui fait bouger la charge.

Roue intermédiaire :

Cette roue fait en sorte que les roues situées de chaque côté d'elle tournent dans la même direction.

L'effet mécanique :

(Les étudiants doivent savoir comment utiliser les fractions.)

Un calcul mathématique indiquant combien de fois une machine simple multiplie la force résultant de l'effort. Dans le cas de l'engrenage, l'effet mécanique se calcule ainsi :

$$\frac{\text{Nombre de dents sur la roue menée}}{\text{Nombre de dents sur la roue menante}} = \text{Effet mécanique (EM)}$$

Parce que les unités (dents) s'annulent, l'effet mécanique est toujours exprimé comme un nombre sans unité.

$$\text{Exemple : EM} = \frac{16 \text{ dents}}{8 \text{ dents}} = 2$$

Rapport d'engrenage :

(Les étudiants doivent connaître les fractions et les rapports.)

Rapport entre la vitesse de rotation de la roue menante et celle de la roue menée. Ce rapport peut être calculé en comparant le nombre de dents de la roue menée au nombre de dents de la roue menante.

$$\text{Rapport d'engrenage} = \frac{\text{Nombre de dents de la roue menée (84)}}{\text{Nombre de dents de la roue menante (14)}} = \frac{6}{1} = 6:1$$

Roue de chaîne :

Une roue dentée sur laquelle tourne une chaîne.

Chaîne et roue de chaîne :

Système de direction utilisé pour transmettre un mouvement rotatif d'un axe menant à un axe mené. Les mailles de la chaîne s'emboîtent dans les dents de la roue de chaîne.

LES CONCEPTS-CLÉS

Les informations suivantes résument quelques concepts-clés associés aux engrenages et sont présentés à titre de ressource pour l'enseignant. Vous trouverez peut-être cette information utile lorsque vous préparerez vos activités en utilisant l'ensemble Introduction aux machines simples : les Engrenages de K'NEX Education.

- Les engrenages sont utilisés pour transférer un mouvement et une force d'un point à un autre. Ce transfert peut s'effectuer directement grâce au contact physique entre les engrenages d'un train d'engrenages ou sur une plus grande distance en utilisant une chaîne ou une courroie reliant deux ou plusieurs engrenages.

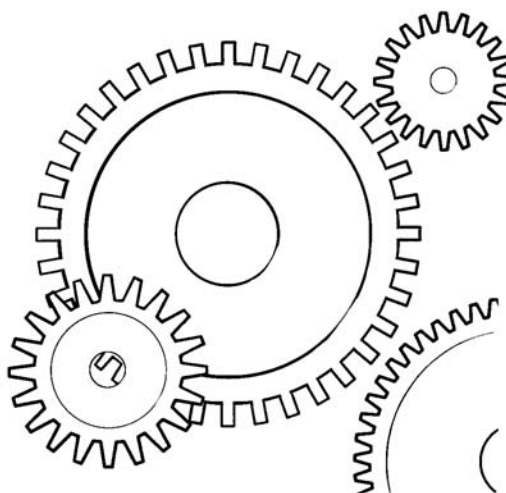
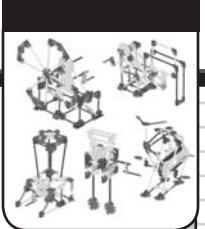


Fig. 1

Engrenage : Une roue dentelée sur sa circonférence extérieure.



- Pour fonctionner correctement, les dents des engrenages doivent s'emboîter ou être reliés par une courroie ou une chaîne. Un train d'engrenages simple comprend deux ou plusieurs engrenages et seulement un engrenage sur chaque axe.
- L'engrenage sur lequel est appliqué l'effort se nomme la **roue menante**. Dans le modèle K'NEX du ventilateur à manivelle, la roue menante est l'engrenage attaché à l'axe de la manivelle. La roue menante transmet la force de rotation à la roue menée et la fait tourner dans la direction opposée.
- La force appliquée à la roue menante est la force d'approvisionnement; la roue menée produit la force de puissance.
- **Faits utiles à propos des engrenages :** Dans un train d'engrenages simple constitué de deux engrenages de même taille, la roue menée tourne à la même vitesse que la roue menante, mais dans la direction opposée.
- **Les systèmes d'engrenages peuvent faciliter un travail :**
Les systèmes d'engrenages peuvent faciliter un travail en rendant une charge plus facile à déplacer. Voici de quelles façons :
 - **Transférer le mouvement et la force d'un endroit à un autre.** Lorsqu'une force de torsion, ou effort de serrage, est appliquée à la roue menante, les dents transfèrent la force et le mouvement aux dents de la roue menée adjacente. Un exemple de cette application peut être observée dans une essoreuse à salade.

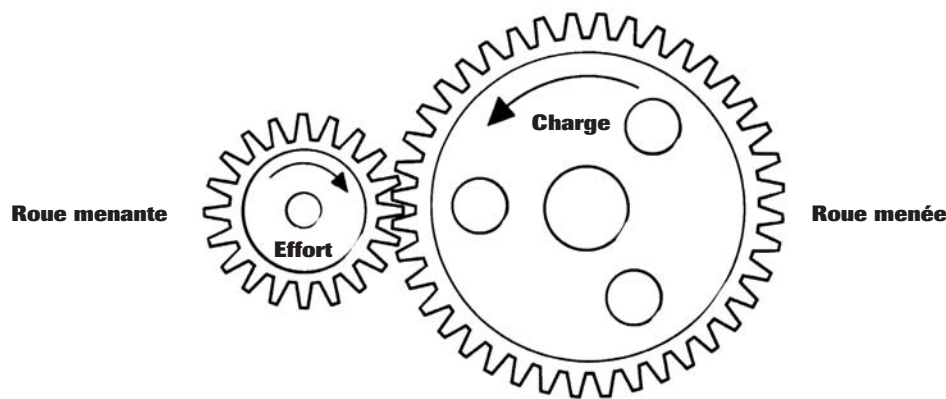


Fig. 2

- **Changer la direction d'un mouvement rotatif.** Les engrenages adjacents dans un train d'engrenages tournent dans des directions opposées les uns aux autres. Dans les trains d'engrenages composés d'un nombre impair d'engrenages, cependant, la direction du mouvement rotatif de la roue menée est la même que celle du mouvement rotatif de la roue menante. Un exemple de ce mécanisme peut être observé dans le cas d'un batteur à oeuf ou d'un mécanisme d'horlogerie.

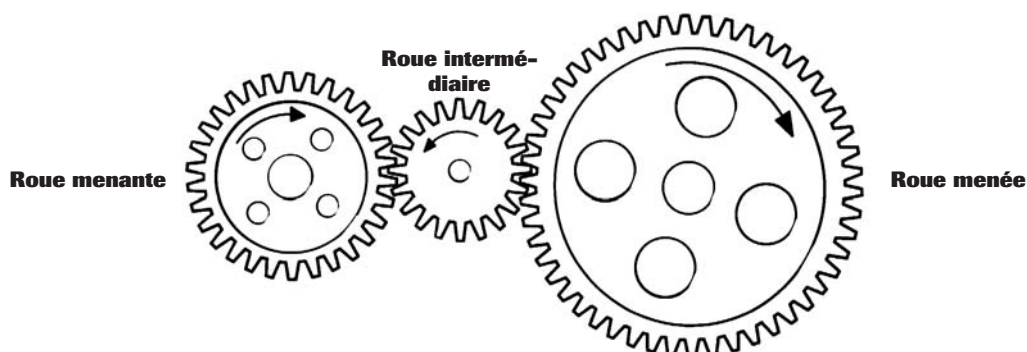


Fig. 3

Train d'engrenages composé d'un nombre impair d'engrenages.

- Multiplier la force appliquée pour accomplir un travail.** En utilisant différentes tailles d'engrenages ou de roues de chaîne reliés par une chaîne ou une courroie, on affecte la force de puissance de la roue menée. Un petit engrenage menant un engrenage plus grand multiplie la force aux dépens de la vitesse.

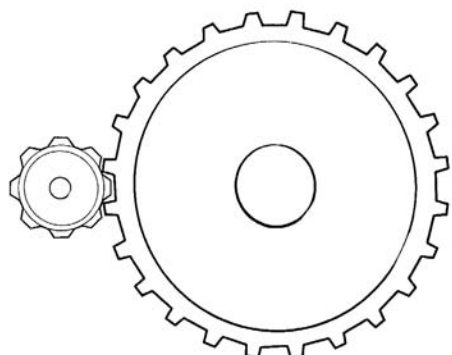


Fig. 4

(Pour utiliser cette formule, les étudiants doivent comprendre les fractions et les rapports.)

$$EM = \frac{\text{Nombre de dents sur la roue menée}}{\text{Nombre de dents sur la roue menante}} = \frac{24}{8} = 3$$

Lorsque l'effet mécanique est supérieur à 1, l'effort est multiplié par le système d'engrenages.

- Changer la vitesse produite par un système.** En utilisant différentes tailles d'engrenages dans un train d'engrenages ou de roue de chaîne reliés par une chaîne ou une courroie, on affecte la vitesse de la roue menée.

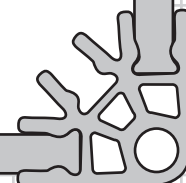


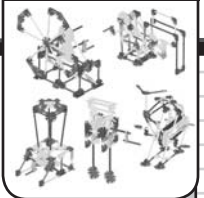
• Accélération

Une grande roue menante actionnant une roue menée plus petite augmente la vitesse de rotation de l'axe de la roue menée.

(Pour utiliser cette formule, les étudiants doivent comprendre les fractions et les rapports.)

Par exemple : Une roue menante possédant 84 dents effectuera un tour complet pour chaque 6 tours effectués par une roue menée de 14 dents. Le rapport d'engrenage est donc de 1 :6, indiquant que la vitesse produite est 6 fois plus élevée que la vitesse de départ. C'est ce qu'on appelle l'amplification par engrenage. L'amplification par engrenage augmente la vitesse de rotation mais diminue la force.





• Décélération

Une petite roue menante actionnant une roue menée plus grande ralentit la vitesse de rotation de l'axe de la roue menée.

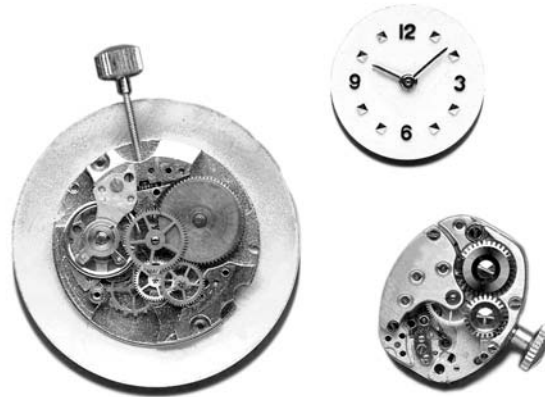
Par exemple : Une roue menante de 14 dents accomplit 6 tours complets pour chaque tour effectué par une roue menée de 84 dents. Le rapport d'engrenage est de 6 : 1, indiquant que la vitesse fournie par la roue menante est 6 fois plus rapide que la vitesse produite par la roue menée. C'est ce qu'on appelle la **démultiplication**.

La démultiplication diminue la vitesse de rotation, mais augmente la force.

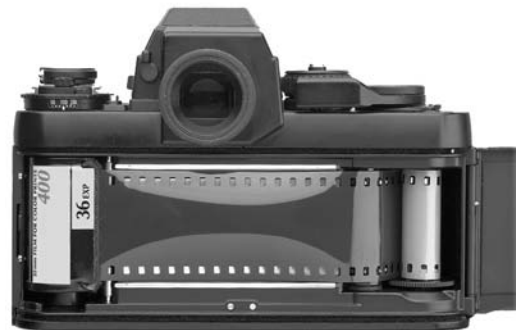
RAPPELEZ-VOUS : lorsque quelqu'un conduit un véhicule, il doit changer les vitesses en ordre croissant (1ère, 2e, 3e, 4e...) pour accélérer et en ordre décroissant (4e, 3e, 2e, 1ère) pour décélérer.


⊙ Types d'engrenages

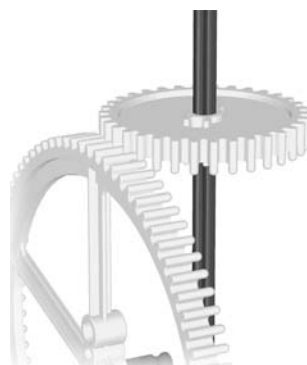
⊙ **Engrenages droits :** Ces engrenages sont disposés sur un même plan et tournent dans des directions opposées lorsqu'ils sont reliés. Les engrenages de tailles différentes tournent à des vitesses différentes et selon des forces variées.




⊙ **Roues de chaîne :** Ce type d'engrenage spécial est constitué de deux engrenages disposés sur un même plan, séparés l'un de l'autre, mais reliés par une chaîne. Les roues de chaîne tournent dans la même direction. Les engrenages de tailles différentes tournent à des vitesses différentes, selon des forces variées. Lorsqu'elles ont la même taille, les roues de chaîne tournent à la même vitesse selon la même force.




- 
Roue plate : Ces engrenages sont disposés à angle droit l'un de l'autre. Les engrenages de tailles différentes tournent à des vitesses différentes, selon des forces variées.



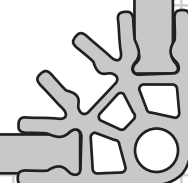
- 
Engrenage à crémaillère : Ce type d'engrenage est constitué d'une tige dentée et d'une roue dentée. L'engrenage à crémaillère transforme un mouvement circulaire en un mouvement linéaire.



- 
Engrenage à vis sans fin : Ce type d'engrenage est constitué d'un cylindre spiralé (vis sans fin) et d'une roue dentée appelée la roue à vis sans fin. La vis sans fin et la roue à vis sans fin tournent dans des directions différentes, à des vitesses différentes et selon des forces différentes. La roue à vis sans fin tourne plus lentement que la vis sans fin. La roue à vis sans fin ralentit normalement un mouvement.



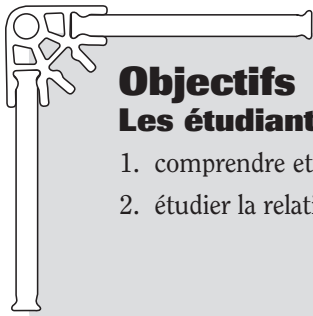
Visitez le site <http://science.howstuffworks.com/gear.htm>
(en anglais seulement) pour observer des animations d'engrenages.





Le ventilateur à manivelle :

Un exemple de l'utilisation d'un système à engrenages droits



Objectifs

Les étudiants devront :

1. comprendre et décrire le transfert du mouvement grâce à un système à engrenages droits.
2. étudier la relation entre la taille des engrenages, la vitesse de rotation et la force.

Matériel

Chaque équipe aura besoin de :

- 1 ensemble Introduction aux Machines Simples : les Engrenages de K'NEX Education et le Livret d'Instructions
- Ruban-cache
- Autocollants ronds (facultatif)
- Un Journal de l'étudiant pour chacun d'eux

Vous aurez besoin de :

- Photographies et exemples de différents systèmes à engrenages droits : boîte à musique, ventilateur électrique, ouvre-boîte manuel, jouet fonctionnant grâce à un engrenage...
- Engrenages K'NEX pour examiner avant l'expérience : enlevez 4 engrenages dans chacun des ensembles de façon à ce que chaque étudiant ait 2 engrenages à manipuler
- 2 balles de caoutchouc (facultatif)
- bâtons de sucettes glacées et carton (facultatif)

NOTE : Cette activité pourrait prendre plus de 45 minutes à réaliser.

Procédure

Introduction

- Si cette activité constitue une première expérience des engrenages pour vos étudiants, vous devriez peut-être d'abord leur démontrer ce qu'est un transfert d'énergie en utilisant deux balles. Demandez à quelqu'un de faire rouler la première balle sur la seconde. Demandez aux autres de décrire leurs observations. Grâce aux questions suivantes, aidez-les à identifier précisément ce qui s'est produit.

- Quel effet la première balle a-t-elle eu sur la seconde?

La première balle a poussé la seconde.

- Quand la poussée a-t-elle eu lieu?

La première balle a poussé la seconde lorsqu'elles sont entrées en contact.

- Qu'est-ce qui s'est transféré d'une balle à l'autre?

Mouvement, énergie, force.

- Distribuez deux engrenages à chaque étudiant. Demandez-leur de penser à la façon dont ils décriraient un engrenage et d'observer comment ces engrenages peuvent fonctionner ensemble.

- Commencez la leçon en discutant et en approfondissant ce qu'ils auront découvert par eux-mêmes. Vous pouvez accepter leurs définitions, ou leur en présenter une déjà formulée.

Les engrenages sont des roues dentées sur leur circonférence externe. Les dents d'un engrenage s'emboîtent avec celles de l'autre engrenage.

- Expliquez que les engrenages sont des machines simples qui transfèrent l'énergie sous forme de mouvement d'un endroit à un autre. Utilisez un jouet ou un train d'engrenages que vous aurez construit afin de démontrer ce qui se produit lorsque vous actionnez un engrenage en contact avec un autre.

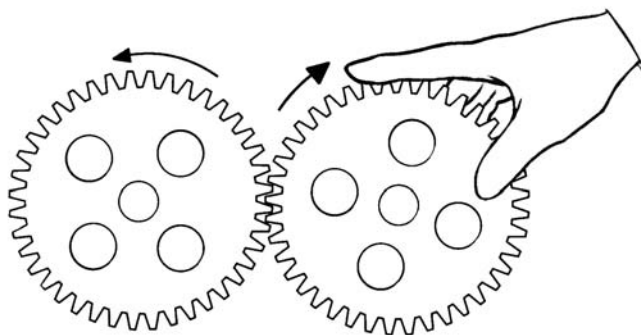
Suggestion : Construisez un train d'engrenages grâce à des cercles de carton de même dimension et quelques bâtons de sucettes glacées. Assurez-vous que les bâtons soient égaux tout autour des cercles. Placez les cercles sur un plus grand morceau de carton en prenant soin que les dents des engrenages puissent bien s'emboîter.

- Distribuez des morceaux de ruban adhésif ou des autocollants. Demandez aux étudiants de placer un petit morceau de papier (ou un autocollant) sur chacun des engrenages K'NEX afin de déterminer la direction du mouvement. Demandez-leur de déposer les engrenages sur un morceau de papier sur leur bureau de façon à emboîter les dents. Un des étudiants de chaque équipe doit maintenir un engrenage en place grâce à un crayon pointé au centre, pendant que l'autre fait tourner l'autre roue.

- Demandez-leur de quelle façon ils ont réussi à faire tourner le deuxième engrenage, seulement en actionnant le premier.

Lorsqu'une roue tourne, ses dents poussent contre les dents de l'autre roue. Voir le schéma ci-dessous.

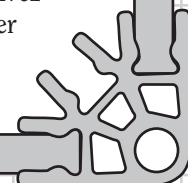
- Demandez aux étudiants de déterminer combien d'engrenages peuvent être utilisés dans un train d'engrenages. Ils doivent dessiner leur train d'engrenages et dessiner la direction du mouvement pour chacune des roues.
- Voici une excellente opportunité pour introduire les termes formels que les étudiants utiliseront pendant les expériences. Cette activité permet l'introduction des concepts de roue menante, roue menée et train d'engrenages.



- Demandez aux étudiants de décrire dans quelle direction chacun de leurs engrenages tourne.

Si le premier engrenage tourne dans une direction, il poussera l'autre dans la direction opposée.

- Demandez aux étudiants de penser à d'autres exemples d'engrenages utilisés dans la vie quotidienne. Plusieurs identifieront l'engrenage sur une bicyclette. Vous aurez ainsi l'opportunité d'expliquer qu'il existe différents types de systèmes d'engrenages utilisés pour différentes raisons. Par exemple, l'engrenage d'une bicyclette est différent de celui d'un ouvre-boîte manuel.
- Faites circuler un ouvre-boîte manuel dans la classe. Permettez aux étudiants de l'observer pendant quelques minutes.
- Demandez aux étudiants de dresser rapidement une liste d'objets fonctionnant grâce aux engrenages. Inscrivez les résultats au tableau. Préparez quelques exemples au cas où les étudiants ne parviendraient pas à nommer tous les types de systèmes d'engrenages.





- Vous voudrez peut-être introduire le concept de mouvement et utiliser des termes formels pour décrire les types de mouvements utilisés par les étudiants dans les activités précédentes. Voici certains de ces termes : **mouvement d'approvisionnement** (la main de l'étudiant actionnant le premier engrenage), **mouvement de puissance** (le mouvement du deuxième engrenage causé par le mouvement d'approvisionnement), **mouvement rotatif** (tourner autour d'un point), **mouvement linéaire** (mouvement en ligne droite). Pour rendre ces deux derniers mouvements plus clairs, donnez un exemple concret aux étudiants.

Le mouvement fait référence au changement de position d'un objet dans un laps de temps donné, en relation à un point de référence.

- Divisez la classe en équipes de 2 ou 3 étudiants.

Activité de construction

- Distribuez un ensemble K'NEX Education Introduction aux Machines Simples : les Engrenages à chacune des équipes. Demandez aux étudiants de sortir le Livret d'Instructions. Si vous utilisez un ensemble K'NEX pour la première fois, voyez avec eux la page des Conseils de construction, particulièrement l'information à propos des connecteurs violets. Accordez une brève période de temps aux étudiants afin qu'ils explorent un peu le matériel. En manipulant d'abord les pièces, ils seront plus habiles lors de la construction. Assurez-vous que les engrenages distribués précédemment soient replacés dans l'ensemble.
- Donnez quelques consignes afin d'éviter de perdre des pièces. Rappelez aux étudiants qu'ils disposeront de 5 minutes à la fin de la période pour ranger..
- Expliquez que le modèle à construire est celui d'un ventilateur à manivelle. Demandez aux étudiants d'observer la photographie à la page 2 du Livret d'Instructions.
- Demandez aux étudiants de construire le modèle en suivant les étapes dans le Livret d'Instructions.

Conseil pour la construction :

Pour prévenir que les deux axes rouges se désajustent, nous recommandons d'ajouter des connecteurs gris (il s'agit de petites pinces – d'environ 2,5 cm de long – munies d'une extrémité circulaire fermée à travers laquelle une tige peut passer et d'une extrémité ouverte dans laquelle une tige peut être pincée). Ces connecteurs peuvent être ajoutés à ces endroits :

- À l'extrémité libre de l'axe de la pale supérieure du ventilateur.
- De chaque côté des connecteurs gris déjà en place sur l'axe inférieur ou sur l'axe de la manivelle.

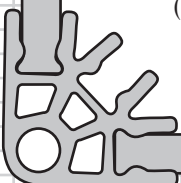
Activité de découverte : Comment le mouvement est-il transféré à travers un système d'engrenages droits?

Utilisez les consignes suivantes pour guider les étudiants.

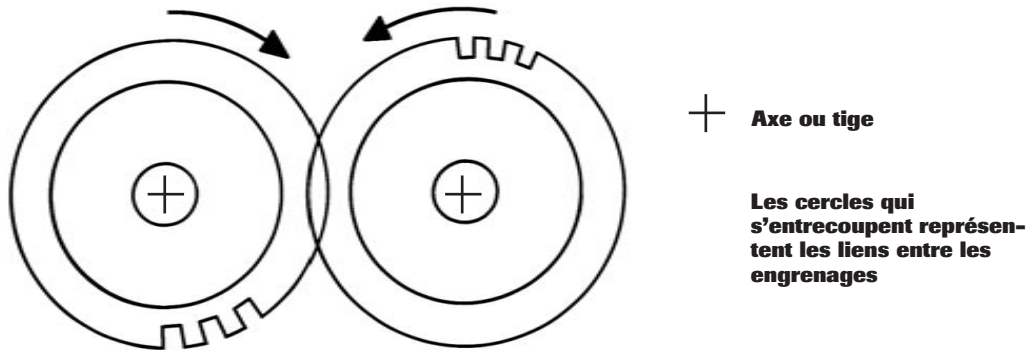
Étapes

- Lorsque les modèles sont terminés, permettez aux étudiants de les observer pendant quelques minutes. Demandez-leur d'identifier les engrenages. Ils devraient observer le mécanisme d'engrenages qui s'actionne lorsqu'ils tournent la manivelle.
 - Demandez-leur d'identifier d'autres machines simples qui pourraient composer le ventilateur.

Si votre classe a déjà étudié les roues et les axes, vous pourriez profiter de quelques instants pour faire une brève révision.



- (c) Demandez aux étudiants d'expliquer comment le système d'engrenages actionne les pales du ventilateur. Aidez-les à comprendre que les engrenages s'emboîtent l'un dans l'autre et qu'ils sont alignés ensemble. Rappelez aux étudiants leur première expérience faite avec les deux engrenages. Expliquez qu'il s'agit du même type d'agencement, c'est-à-dire un système d'engrenages droits, les engrenages s'emboîtent sur une ligne droite ou sur un même plan. Dans ce modèle, les engrenages sont superposés. Demandez aux étudiants de tourner leur modèle de façon à obtenir le même arrangement que dans leur expérience précédente.
2. (a) Demandez aux étudiants de dessiner un schéma du ventilateur dans leur Journal. Les engrenages peuvent être représentés symboliquement – il n'est pas nécessaire que toutes les dents d'une roue soient dessinées. Par exemple :



- (b) Demandez aux étudiants de nommer les différentes parties de leur modèle en inscrivant les noms sur leur schéma :

manivelle, roue menante, roue menée et pales du ventilateur.

3. Demandez aux étudiants de répondre aux questions suivantes dans leur Journal :

- Est-ce que le ventilateur possède des parties mobiles? Si oui, nommez-les.

Manivelle, roue menante, roue menée, pales.

- Décrivez comment les parties mobiles sont reliées entre elles.

La manivelle est reliée à la roue menante par un axe. Les dents de la roue menante s'emboîtent avec celles de la roue menée, qui est reliée aux pales du ventilateur par un axe.

- Décrivez le mouvement d'approvisionnement – le mouvement utilisé pour actionner la manivelle.

Le mouvement d'approvisionnement est circulaire ou rotatif. Ils doivent faire un cercle avec leur main..

- Décrivez le mouvement des engrenages.

Les engrenages tournent.

- Dessinez des flèches sur votre schéma pour montrer les directions dans lesquelles chacune des parties tourne pour faire fonctionner le ventilateur.





4. Demandez aux étudiants d'attacher un petit morceau de ruban adhésif à l'extrémité d'une des pales et de le prendre comme point de référence pendant que le ventilateur fonctionne. Demandez-leur de tourner la manivelle.

- (a) Demandez aux étudiants de tourner la manivelle d'un tour. Ils peuvent ensuite continuer, mais en variant la vitesse de rotation.

Comment peuvent-ils faire tourner le ventilateur plus ou moins rapidement?

Ils doivent observer que la vitesse du ventilateur dépend entièrement de la vitesse de rotation de la manivelle.

- (b) Suggérez de coller un autocollant ou un morceau de ruban adhésif sur les engrenages. L'autocollant doit se trouver au point de rencontre des deux engrenages. Ensuite, demandez aux étudiants d'actionner la manivelle. Que remarquent-ils?

Les deux engrenages complètent une rotation en un tour de manivelle.

- (c) Les étudiants devraient noter dans leur Journal leurs observations à propos de la taille des engrenages.

Ils ont la même taille.

- (d) Croient-ils qu'il peut exister une relation entre la taille des engrenages et leurs observations en b) ?

Les étudiants doivent comprendre que les deux engrenages, puisqu'ils ont la même taille et sont reliés, tournent à la même vitesse, même s'ils sont situés sur des axes différents.

- (e) Demandez aux étudiants de tourner la manivelle d'un tour, mais cette fois, en observant les pales du ventilateur. Sur quelle distance se déplacent-elles? Un étudiant peut compter le nombre de fois que le ruban adhésif passe devant le point de référence, pendant que l'autre se concentre à n'effectuer qu'un tour de manivelle.

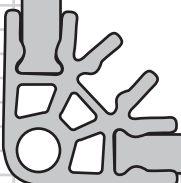
Les pales du ventilateur font aussi un tour complet en un tour de manivelle.

- (f) Est-il facile ou difficile de tourner la manivelle avec cette combinaison d'engrenages?

Note : Cette question engendrera des réponses subjectives, mais les étudiants pourront s'en servir comme point de référence pour les expériences suivantes.

- (g) Demandez aux étudiants de résumer leurs observations à propos de la distance parcourue par les engrenages et les pales en un tour de manivelle.

Les étudiants doivent remarquer que toutes les parties mobiles ne tournent qu'une seule fois grâce à un tour de manivelle.



NOTE : Nous recommandons que deux équipes travaillent ensemble pour les prochaines étapes. Un groupe doit construire un modèle dans lequel la roue menante est plus grande, et l'autre équipe, un modèle dans lequel la roue menante est petite. Les deux équipes pourront ensuite comparer leurs résultats.

5. (a) Demandez aux étudiants d'émettre certaines hypothèses sur l'utilisation de

- (i) une grande roue menante pour actionner une petite roue menée
- (ii) une petite roue menante pour actionner une grande roue menée.

Leurs hypothèses doivent être inscrites dans leur Journal.

(b) Demandez aux étudiants de vérifier leurs hypothèses en reconstruisant leur modèle grâce aux instructions de la page 3 du Livret d'Instructions.

(c) Demandez-leur de penser à une façon de comparer la vitesse à laquelle le ventilateur tourne avec la vitesse de la manivelle, lorsque la grande roue est attachée à la manivelle et la petite au ventilateur.

Utilisez la technique vue à l'étape 4 – placez un morceau de ruban adhésif sur l'une des pales et observez combien de fois le ruban passe devant son point de départ lorsque la manivelle est tournée une fois.

(d) Est-il facile ou difficile d'actionner la manivelle avec cet arrangement comparé à l'arrangement précédent (lorsque les engrenages sont de la même taille)?

Les étudiants doivent remarquer que lorsqu'un grand engrenage actionne un petit, le ventilateur tourne plus rapidement que la manivelle : un tour de manivelle équivaut environ à 6 tours des pales. La manivelle est cependant plus difficile à actionner ainsi.

Leurs observations doivent être inscrites dans leur Journal.

(e) Les étudiants doivent maintenant comparer la vitesse à laquelle le ventilateur tourne à celle à laquelle la manivelle tourne, lorsque le petit engrenage est attaché à la manivelle et le grand engrenage est attaché à l'axe des pales.

(f) Est-il plus facile ou difficile de tourner la manivelle avec cet arrangement, en comparant avec les engrenages
1) de même taille?
2) de tailles différentes (grande roue menante)?

Les observations doivent être notées dans le Journal.

Les étudiants doivent observer que lorsque le petit engrenage actionne le grand, le ventilateur tourne plus lentement que la manivelle : il faut 6 tours de manivelle pour que le ventilateur accomplisse un tour complet. La manivelle est plus facile à actionner de cette façon.

6. (a) Discutez avec les étudiants de leurs observations relatives à l'utilisation d'engrenages de tailles différentes.

(b) Demandez aux étudiants si leurs observations concordent avec les hypothèses émises avant l'expérience.





Mise en application

● Révisez les résultats de l'étape 3 avec la classe :

- La manivelle et l'engrenage placé sur son axe bougent-ils à la même vitesse?

Ils tournent à la même vitesse : un tour de manivelle permet à l'engrenage situé sur son axe de tourner une fois.

- Avez-vous remarqué les mêmes résultats en utilisant un engrenage plus grand? Un engrenage plus petit?

Oui. Même si les engrenages sont de tailles différentes, s'ils sont sur un même axe, ils tournent à la même vitesse.

- Lorsque vous actionnez le ventilateur en utilisant deux engrenages de la même taille, lequel de ces énoncés est vrai?

La roue menante tourne plus rapidement que la roue menée.
La roue menée tourne plus rapidement que la roue menante.
Elles tournent toutes les deux à la même vitesse.

Elles tournent à la même vitesse : une rotation de la roue menante implique une rotation de la roue menée.

- Demandez à la classe de résumer les résultats à propos du ventilateur fonctionnant grâce à des engrenages de même taille en répondant aux questions suivantes :

- Les engrenages situés sur un même axe tournent à la

même vitesse

- Les engrenages reliés ensemble et de la même taille tourne à la

même vitesse

- Dans le ventilateur à manivelle, toutes les parties mobiles tournent à la

même vitesse; même taille

parce que la roue menante et la roue menée sont de la

- Demandez aux étudiants d'inscrire les avantages et les désavantages de chacun des deux systèmes d'engrenages expérimentés à l'étape 4.

Tourner la manivelle était plus facile lorsque le petit engrenage actionnait le grand. Cependant, le ventilateur tournait plus lentement que la manivelle. Même si la manivelle était plus difficile à actionner lorsque le grand engrenage faisait tourner le petit, le ventilateur tournait plus rapidement que la manivelle.

- Discutez en classe de situations où chacun de ces systèmes serait plus utile. Demandez aux étudiants d'inclure les termes "effort", "roue menante" et "roue menée" dans leurs réponses.

Les réponses peuvent varier. Exemple de réponse : Une petite roue actionnant une grande roue serait plus utile si l'objet à déplacer était lourd. L'effort nécessaire pour déplacer cet objet serait moins grand si la roue menante était plus petite que la roue menée.

Pour aller plus loin

(Les niveaux suggérés sont indiqués.)

[pour les 3 ou 4e année]

1. Suggérez que les étudiants cherchent sur internet plus d'informations à propos des systèmes d'engrenages. Il suffit d'entrer le terme engrenage dans un moteur de recherche.

[pour les 5e année]

2. (a) Rappelez aux étudiants qu'ils ont utilisé une méthode extrêmement simple pour déterminer les vitesses d'approvisionnement et de puissance aux étapes 4 e, 5c et 5e. Expliquez qu'ils ont trouvé ainsi le **rapport d'engrenage** de leur système.
- (b) Expliquez qu'une approche plus précise est de comparer les résultats en comptant le nombre de dents sur chaque engrenage. Inscrivez l'équation du rapport d'engrenage au tableau afin que toute la classe puisse la voir.

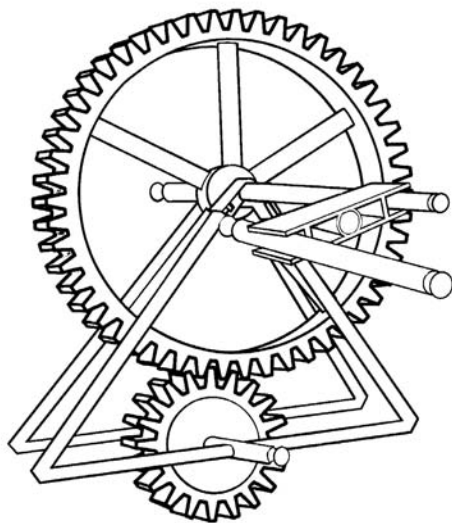
$$\text{Rapport d'engrenage} = \frac{\text{Nombre de dents de la roue menée}}{\text{Nombre de dents de la roue menante}}$$

Par exemple : 14/84 donne un ration de 1/6 ou 1 :6

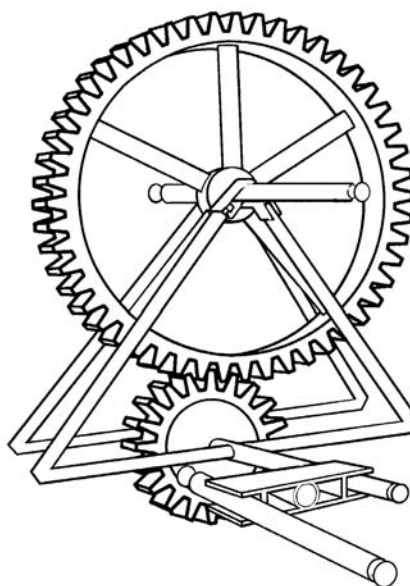
Expliquez qu'un ration de 1 :6 signifie que pour chaque révolution complète de la roue menante, la roue menée effectue 6 tours complets. Ou, autrement dit, que la vitesse de puissance est plus rapide que la vitesse d'approvisionnement.

[3 à 5e année]

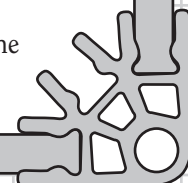
3. (a) Demandez aux équipes de retirer les pales du ventilateur et de les laisser de côté.
- (b) Divisez les équipes afin que la moitié d'entre elles ait en main un modèle où la roue menante est plus grande que la roue menée. L'autre moitié doit avoir en main le modèle contraire. Les étudiants n'ont pas besoin de désassembler leur modèle. Demandez-leur d'attacher la manivelle à la tige appropriée. (Voir le schéma ci-dessous.) Afin d'observer la vitesse de rotation du second engrenage dans le système, les étudiants doivent attacher un Connecteur jaune à l'extrémité de l'axe de ce même engrenage. (Ce Connecteur remplace les pales qui, si elles étaient utilisées sur l'axe inférieur, frapperaient le bureau.)



Premier arrangement : La manivelle est placée sur l'axe supérieur. Le Connecteur jaune se trouve à l'extrémité de l'axe inférieur.



Deuxième arrangement : La manivelle est placée sur l'axe inférieur. Le Connecteur jaune se trouve à l'extrémité de l'axe supérieur, à l'endroit où les pales se trouvaient.





[5e années]

- (c) Demandez aux étudiants de déterminer le rapport d'engrenage de leur ventilateur. Ils devraient inscrire ce rapport dans leur Journal et décrire, dans leurs mots, ce que le rapport d'engrenage signifie par rapport à leur ventilateur.
- (d) Demandez-leur quel est l'avantage de ce train d'engrenages. S'ils ont besoin d'un indice, demandez-leur s'il tourne plus ou moins facilement. Prenez cette opportunité pour faire comprendre aux étudiants qu'ils ne peuvent utiliser une machine pour gagner à la fois en force et en vitesse. Ils peuvent gagner de la vitesse aux dépens de la force, ou gagner de la force aux dépens de la vitesse. Si vous décidez d'inclure ceci, le tableau ci-dessous permettra aux étudiants d'inscrire leurs résultats.

[5e année]

4. Les équipes peuvent échanger leurs modèles et répéter l'étape (d).

[5 e année]

5. Demandez aux étudiants d'organiser leurs observations et conclusions à propos des engrenages dans un tableau. Proposez-leur un tableau comme celui-ci.

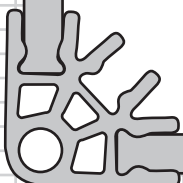
Vitesse du train d'engrenages	Vitesse du ventilateur vs vitesse de la manivelle	Rapport d'engrenage (approximatif)	Augmentation de la vitesse de puissance ou de la force de puissance
Engrenages de même taille			
Grande roue menante actionnant une petite roue menée			
Petite roue menante actionnant une grande roue menée			

[4 et 5e année]

6. Demandez aux étudiants de penser à une façon d'améliorer la conception du ventilateur pour que la manivelle et le ventilateur tournent dans la même direction. Si nécessaire, aidez-les en mentionnant qu'ils auront à ajouter quelque chose à leur mécanisme. Profitez de l'occasion pour introduire le concept de roue intermédiaire.

La manivelle et le ventilateur tourneront dans la même direction si un troisième engrenage – un engrenage intermédiaire – était ajouté au train d'engrenages entre la roue menante et la roue menée.

Accordez quelques minutes aux étudiants pour vérifier leurs hypothèses.

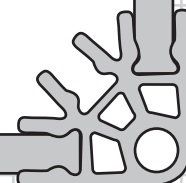


Vérification du Journal

Les étudiants doivent inscrire leurs observations et les résultats de leurs expériences dans leur Journal individuel. Voici ce qu'ils devraient y avoir inscrit.

- ✓ Schéma du ventilateur, identifications des parties et flèches montrant la direction du mouvement.
- ✓ Diverses observations.
- ✓ Hypothèses.
- ✓ Conclusions.
- ✓ Tableau résumant leurs expériences.

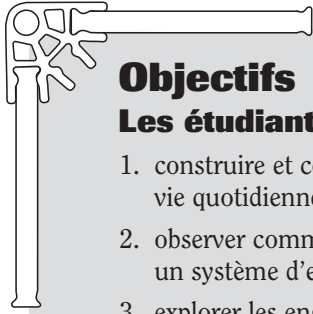
Vitesse du train d'engrenages	Vitesse du ventilateur vs vitesse de la manivelle	Rapport d'engrenage (approximatif)	Augmentation de la vitesse de puissance ou de la force de puissance
Engrenages de même taille	Les vitesses sont équivalentes	1 : 1	Aucun changement
Grande roue menante actionnant une petite roue menée	La vitesse du ventilateur est plus grande que celle de la manivelle	1 : 6	Augmentation de la vitesse de puissance
Petite roue menante actionnant une grande roue menée	La vitesse du ventilateur est plus lente que celle de la manivelle	6 : 1	Augmentation de la force de puissance





La fenêtre de voiture :

Un exemple de système d'engrenages droits utilisé pour convertir un mouvement rotatif en mouvement linéaire



Objectifs

Les étudiants devront :

1. construire et comprendre le mécanisme d'un modèle représentant un objet utilisé dans la vie quotidienne.
2. observer comment un mouvement rotatif est converti en mouvement linéaire en utilisant un système d'engrenages droits.
3. explorer les engrenages droits comme moyen de multiplier une force produite par un système.

Matériel

Chaque équipe aura besoin de :

- 1 ensemble Introduction aux Machines Simples : les Engrenages de K'NEX Education ainsi que le Livret d'Instructions
- quelques autocollants ronds ou morceaux de ruban adhésif
- un Journal de l'étudiant pour chaque étudiant

Procédure

Introduction

- Si vos étudiants ont déjà étudié le modèle du ventilateur, demandez-leur comment le mouvement était transmis dans le système du ventilateur.
- Rappelez aux étudiants qu'un système à engrenages droits était utilisé pour changer la vitesse et la direction des pales du ventilateur. Demandez-leur de décrire un système d'engrenages droits et d'expliquer comment le rapport d'engrenage d'un tel système affecte le mouvement du ventilateur. Demandez-leur d'utiliser le terme "train d'engrenages" dans leur réponse.
- Expliquez aux étudiants qu'ils découvriront, en construisant le modèle de la fenêtre de voiture, que tous les systèmes d'engrenages droits n'impliquent pas la production d'un mouvement rotatif. Mais, avant de commencer l'activité, chacun devrait imaginer comment il pourrait expliquer le fonctionnement d'une fenêtre de voiture à un voyageur venant de l'année 1800. Demandez à quelques étudiants de formuler une réponse. S'ils vous disent qu'il faut appuyer sur un bouton, expliquez que ce mécanisme est récent et que plusieurs voitures fonctionnent encore grâce à un système de manivelle.

Le mouvement rotatif de la manivelle se transmet à travers le mouvement rotatif des engrenages pour faire tourner les pales du ventilateur.

Dans un système d'engrenages droits, les engrenages sont reliés et tournent sur le même plan. La vitesse des pales dépend de l'arrangement de différentes tailles d'engrenages dans le train d'engrenages. Puisque le système comprend deux engrenages, les pales tournent dans la direction opposée à celle de la manivelle.

Suggérez-leur de regarder la photographie à la page 4 du Livret d'Instructions.

- Demandez aux étudiants d'expliquer la notion de travail.

Les étudiants devraient pouvoir fournir une réponse adéquate similaire à celle fournie à la page 3 de ce Guide.

- Expliquez qu'ouvrir une fenêtre de voiture demandait habituellement d'abaisser ou de descendre la fenêtre manuellement. [Faites le mouvement pour qu'ils comprennent.] Demandez aux étudiants d'identifier le type de mouvement requis pour manipuler la poignée de la fenêtre (mouvement rotatif). Expliquez que ce mouvement rotatif est le mouvement d'approvisionnement.

- Faites comprendre aux étudiants que peu importe s'ils appuient sur un bouton ou qu'ils tournent une manivelle, le mouvement produit est le même. Demandez-leur d'identifier ce mouvement.

De haut en bas, ou mouvement linéaire.

- Expliquez aux étudiants qu'ils découvriront le mécanisme permettant l'ouverture ou la fermeture d'une fenêtre de voiture. Grâce à cette expérience, ils découvriront qu'un système d'engrenages droits peut transformer un mouvement rotatif en mouvement linéaire.

- Divisez la classe en équipes de 2 ou 3 étudiants.

Activité de construction

- Distribuez un ensemble Introduction aux Machines Simples : les Engrenages de K'NEX Education à chaque équipe.
- Demandez aux étudiants d'observer les pages 4 et 5 du Livret d'Instructions et de construire le modèle de la fenêtre de voiture. Nous recommandons qu'un étudiant construise les étapes 1 à 5 et l'autre les étapes 6 à 9. Si les équipes comportent plus de 2 membres, demandez au troisième de construire les étapes 10 à 12. Les étudiants devraient s'aider à assembler les différentes parties du modèle. Par exemple, joindre l'étape 4 aux étapes 1, 2 et 3 pourrait demander plus d'une paire de mains.

Conseil de construction

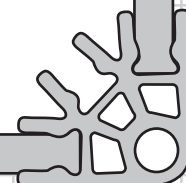
À l'étape 3, faites particulièrement attention à l'emplacement de la tige bleue (celle dont une extrémité est libre) à l'intérieur du connecteur blanc.

Activité de découverte : Comment les engrenages convertissent-ils un mouvement rotatif en mouvement linéaire?

Étapes

- (a) Lorsque les étudiants ont complété les modèles, accordez-leur quelques minutes pour les observer. Demandez-leur de trouver et d'identifier (1) les trains d'engrenages dans leur modèle et (2) les types de machines simples utilisés.
- (b) Chaque groupe devrait observer comment le mécanisme fonctionne. Au tableau, inscrivez quelques indices pour alimenter leurs recherches et leurs discussions :
 - Comment le mécanisme fonctionne-t-il?
 - Quelles sont les parties mobiles?
 - Quel type de mouvement est appliqué à la manivelle bleue?

Engrenages droits, roue et axe, levier.





- Décrivez le mouvement de la fenêtre (le mouvement produit).
- Pourquoi utilise-t-on un petit engrenage comme roue menante pour actionner une grande roue menée?
- Comment peut-on contrôler la vitesse produite par le mécanisme?
- Pourquoi la poignée tourne-t-elle plusieurs fois alors que la fenêtre monte ou descend très lentement?

Les étudiants doivent inscrire leurs réponses dans leur Journal.

2. Comme activité de groupe, révisez les étapes qui se produisent entre le moment où l'on tourne la poignée et celui où la fenêtre se ferme. Demandez à quelques volontaires de nommer ces étapes en utilisant cette phrase comme point de départ :
 “ En tournant la poignée dans le sens des aiguilles d'une montre, on affecte ...”
 Inscrivez les étapes au tableau.
 Révisez avec les élèves les hypothèses émises en 1 b).
3. Révisez en quoi les machines simples peuvent faciliter un travail – elles multiplient la force appliquée ou augmente la distance ou la vitesse du mouvement de la résistance. Rappelez aux étudiants que la force et la distance ne peuvent être augmentées en même temps.
 La prochaine activité peut être réalisée en groupe.
4. (a) Abaissez la fenêtre de voiture au maximum, ensuite donnez un tour complet de manivelle pour monter la fenêtre.

- (i) Lorsque vous tournez la manivelle d'un tour complet, combien de tours effectue le premier engrenage (celui de 14 dents)? Marquez un point de repère sur l'engrenage et comptez de combien de dents il s'est déplacé pour un tour de poignée.

L'engrenage fait un tour complet.

Les étudiants doivent inscrire leurs réponses dans un tableau (voir ci-dessous).

- (ii) Faites le même calcul pour l'engrenage de 34 dents.

Cet engrenage tourne sur environ 14 dents, donc un peu moins d'un demi-tour.

- (iii) Selon vos réponses précédentes, quel engrenage tourne le plus vite?

La roue menante.

- (iv) [pour 5e année seulement]
 En utilisant vos connaissances du rapport d'engrenage, qu'est-ce qui est gagné ou multiplié pendant que l'effort se transmet dans le premier train d'engrenages?

Les étudiants devraient répondre que la roue menée tourne plus lentement que la roue menante. Cependant, si elle perd de la vitesse, elle gagne de la force.

- (v) Comment la force est-elle transmise au second train d'engrenages? Comment ces deux trains sont-ils reliés

La force se transmet le long de l'axe reliant la grande roue menée du premier train d'engrenages à la petite roue menante du second.

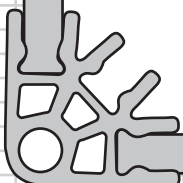
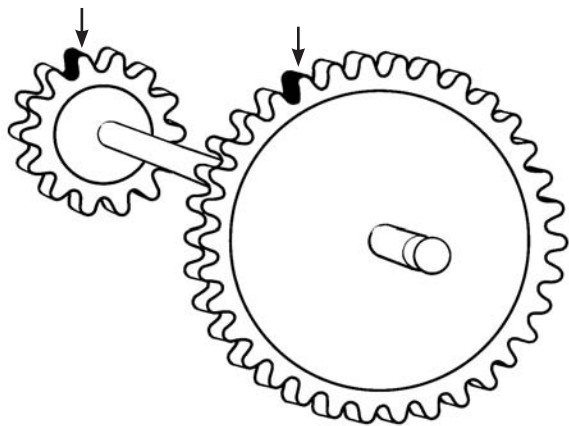


Tableau des données 1

	1er train d'engrenages	
	Engrenage marron (14 dents)	Engrenage jaune (34 dents)
Type d'engrenage (roue menante/ menée)	Menante	Menée
Effet d'une rotation de la poignée bleue sur les engrenages	1 rotation complète (14 dents)	Moins d'un demi-tour (14 dents)
Engrenage le plus rapide	✓	La vitesse se perd dans le transfert
Force multipliée		✓

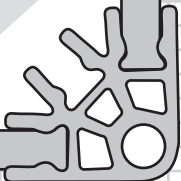
- (b) Placez un autocollant sur l'une des dents du deuxième engrenage marron (14 dents) qui partage le même axe que l'engrenage jaune. Essayez de placer l'autocollant de façon à ce qu'il soit aligné avec celui placé sur l'engrenage jaune.



- (i) Tournez la poignée bleue d'une rotation complète et remarquez de combien de tours les engrenages jaune et marron se déplacent. Vous pouvez compter le nombre de dents, ou considérer le mouvement comme celui des aiguilles d'une horloge. Par exemple, l'engrenage se déplace de 9 heures à 2 heures. Les étudiants doivent inscrire leurs réponses dans le tableau suivant.
- (ii) Puisque les engrenages jaune et marron ne sont pas de la même taille, comment expliquez-vous votre résultat ci-dessus?

Les étudiants devraient remarquer que les deux engrenages effectuent un peu moins de la moitié d'une rotation complète.

Aidez les étudiants à comprendre que malgré leur différence de taille, les engrenages effectuent la même proportion d'un cercle parce qu'ils sont situés sur un même axe.





(c) Placez un autocollant sur l'engrenage de 82 dents. Abaissez encore une fois la fenêtre et tournez la poignée d'une rotation complète pour fermer la fenêtre. Observez l'engrenage et comptez le nombre de dents parcourues pendant la rotation.

- (i) Combien de dents ont été parcourues? En comparaison avec les autres engrenages, à quel vitesse tourne-t-il?

Il tourne d'environ 6 à 7 dents, environ 1/12 (1 douzième) de rotation complète, donc une très petite distance. C'est une roue très lente.

- (ii) Qu'est-ce qui est gagné en utilisant cette très grande roue?

Les étudiants doivent comprendre que la roue menée tourne beaucoup plus lentement que la roue menante. Cependant, s'il y a perte de vitesse, la force produite est multipliée.

Tableau des données 2

	Deuxième train d'engrenages	
	Engrenage marron de 14 dents	Engrenage jaune de 82 dents
Type d'engrenage (roue menante/menée)	<i>Roue menante</i>	<i>Roue menée</i>
Effet d'une rotation de la poignée bleue sur les engrenages	<i>Un peu moins que la moitié d'une rotation complète (6-7 dents)</i>	<i>Environ 1 douzième (1/12) de rotation complète (6-7 dents)</i>
Roue la plus rapide	✓	<i>La vitesse se perd dans le transfert de force</i>
Force multipliée		✓

- d. (i) Décrivez comment la fenêtre est actionnée par le second train d'engrenages.

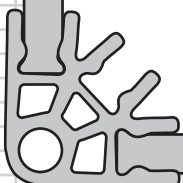
La fenêtre est attachée à l'axe du grand engrenage dans le second train d'engrenages grâce à des leviers. Lorsque le grand engrenage tourne, la force est transférée aux leviers qui permettent de lever ou d'abaisser la fenêtre.

- (ii) Comment le mouvement de la fenêtre est-il différent du mouvement de la poignée et des engrenages?

C'est un mouvement linéaire; la poignée et les engrenages ont un mouvement rotatif.

5. Demandez aux étudiants de considérer comment l'utilisation d'un verre plus épais pourrait affecter les composantes du mécanisme de la fenêtre de voiture.

Les étudiants doivent répondre qu'un verre plus épais signifie que la fenêtre sera plus lourde. Donc, les trains d'engrenages ou les leviers devront être modifiés pour produire une plus grande force.



Mise en application

- Demandez aux étudiants de dessiner un schéma de la fenêtre de voiture dans leur Journal et d'identifier les parties suivantes : poignée, roue menante, roue menée et levier. Ces schémas devraient comprendre deux roues menantes et deux roues menées.
- Les étudiants doivent aussi dessiner des flèches montrant les directions des mouvements de chaque partie mobile du mécanisme.
- Les étudiants peuvent décrire comment le mécanisme fonctionne dans leur Journal en utilisant le processus étape par étape, comme vous l'avez fait lors de la discussion en classe.
- Ils doivent également compléter la phrase suivante :
 “ Lorsque l'énergie est transférée à travers le mécanisme, il y a une perte de _____ vitesse; force mais un gain de _____ .
- Posez-leur les questions suivantes :
 - Pourquoi est-il important qu'une fenêtre de voiture bouge lentement?
 - Comment le système de la fenêtre de voiture dans une voiture familiale permet aux passagers d'être protégés contre les blessures?

Pour aller plus loin

[5e année]

1. Demandez aux étudiants de calculer l'effet mécanique de chaque train d'engrenages en suivant les instructions suivantes :
 - (i) Comptez le nombre de dents sur la roue menée.
 - (ii) Comptez le nombre de dents sur la roue menante.
 - (iii) Divisez le nombre de dents sur la roue menée par le nombre de dents sur la roue menante.

Rappelez aux étudiants que lorsque l'effet mécanique est supérieur à 1, la force est multipliée. L'effet mécanique du premier train d'engrenage est de 2,4. L'effet mécanique du second est de 5,8.

[5e année]

2. Demandez aux étudiants si leurs calculs de l'effet mécanique correspondent aux réponses données aux questions 4a(iv) et 4c(ii), selon lesquelles la force est multipliée par ces deux trains d'engrenages.

Vérification du Journal

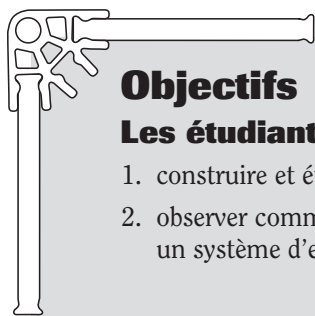
- ✓ Schéma de la fenêtre de voiture incluant les parties identifiées et les flèches de direction.
- ✓ Les observations des étudiants en réponse aux questions des étapes 1(b)n et 3.
- ✓ Deux tableaux complétés.
- ✓ Une explication du transfert de la force ou du mouvement à travers le mécanisme de la fenêtre de voiture.
- ✓ Descriptions des effets produits sur le mécanisme si certains changements étaient apportés à la fenêtre.





Le mixeur :

Un exemple de système à roue plate



Objectifs

Les étudiants devront :

1. construire et étudier le mécanisme d'un modèle représentant un objet réel.
2. observer comment un mouvement rotatif est transféré d'un plan à un autre en utilisant un système d'engrenage à roue plate.

Matériel

Chaque équipe aura besoin de :

- 1 ensemble Les Engrenages de K'NEX Education ainsi que le Livret d'Instructions
- un Journal de l'étudiant (un pour chaque étudiant)

Vous aurez besoin de :

- un mixeur et quelques aliments pour une démonstration

NOTE : Dans la section Pour aller plus loin, vous trouverez les activités nécessaires pour construire et étudier le modèle du batteur à oeufs. (Voir les pages 10 et 11 du Livret d'Instructions)

Procédure

Introduction

- Demandez aux étudiants de décrire comment le mouvement est transféré à travers un système d'engrenages droits.

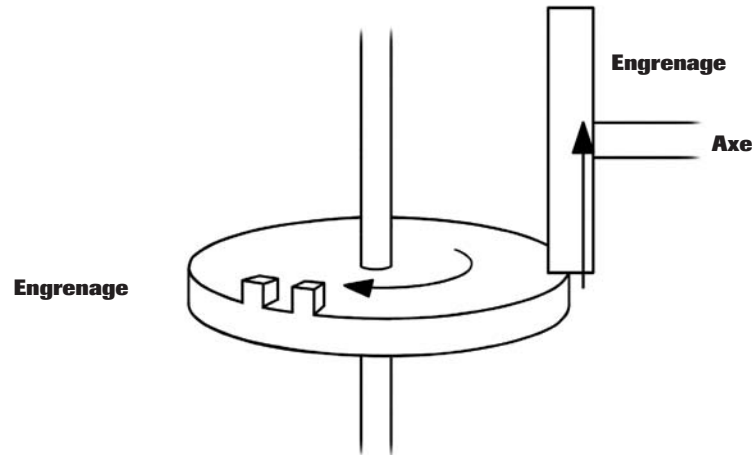
La force et le mouvement sont transférés d'un engrenage à un autre sur un même plan.

- Si vos étudiants ont fait l'activité relative au ventilateur à manivelle, révisez comment le système d'engrenages droits facilite un travail en changeant la vitesse ou en augmentant la force produites. Rappelez qu'il est impossible d'utiliser une machine pour augmenter la vitesse et la force. Expliquez qu'il y a toujours des concessions à faire en utilisant une machine simple. Ils peuvent gagner de la vitesse aux dépens de la force ou gagner de la force aux dépens de la vitesse. Demandez aux étudiants de décrire ce qui est multiplié lorsqu'on utilise des engrenages de même taille dans un train d'engrenages.

Les étudiants devraient se rappeler, de leur expérience avec le ventilateur, que lorsque des engrenages ont la même taille, il n'y a aucun gain, ni de force, ni de vitesse. Expliquez-leur que certaines machines utilisent en fait des engrenages de même taille seulement pour changer la direction d'une rotation.

- Expliquez qu'un système d'engrenages droits est seulement un type d'arrangement d'engrenages. Dites à vos étudiants qu'ils découvriront maintenant le type de mécanisme utilisé dans un mixeur. L'arrangement des engrenages diffère de celui utilisé pour le ventilateur. Leur modèle de mixeur sera manuel.

- Démontrez comment un vrai mixeur fonctionne et discutez :
 - quelles sont les différentes tâches accomplies par un mixeur?
 - comment certains mixeurs utilisent différentes vitesses pour couper, battre ou homogénéiser la nourriture?
- En utilisant le mixeur K'NEX comme exemple, démontrer au tableau comment dessiner des schémas simplifiés de systèmes d'engrenages, en utilisant des flèches pour montrer la direction de rotation des engrenages. Expliquez que les dents des engrenages peuvent être schématisées.



- - Divisez la classe en équipes de 2 ou 3 étudiants.

Activité de construction

- Distribuez à chaque équipe un ensemble Introduction aux Machines Simples : les Engrenages de K'NEX Education. Demandez aux étudiants d'observer les pages 6 et 7 du Livret d'Instructions pour construire le modèle du mixeur. Nous suggérons qu'un étudiant construise les étapes 1 à 4 et l'autre, les étapes 6 à 8.

Activité de découverte : Comment cette machine change-t-elle la direction du mouvement de la force?

Étapes

1. Lorsque les modèles sont terminés, accordez quelques minutes aux étudiants pour les observer. Demandez-leur d'identifier le train d'engrenages. Demandez-leur d'identifier quels types de machines simples composent leur modèles.

Systèmes d'engrenages, roue et axe. Le train d'engrenages dans ce modèle est un système de roue plate; nous vous recommandons de laisser les étudiants se familiariser avec ses caractéristiques avant de commencer à discuter en groupe.
2. Demandez aux étudiants de dessiner un schéma de leur mixeur dans leur Journal. Les parties suivantes devraient être identifiées : manivelle, roue menante, roue menée et lame. Inscrivez ces termes au tableau.

Demandez-leur de dessiner les flèches montrant la direction du mouvement de chaque partie mobile lorsque la poignée est tournée.
3. Aidez les étudiants à comprendre comment leur modèle fonctionne en leur demandant de répondre aux questions suivantes :

La force est appliquée à la manivelle.

 - (a) Où la force est-elle appliquée?





- (b) À quel type de mouvement correspond la force de l'effort?

C'est un mouvement rotatif.

- (c) À quel endroit le mouvement produit se trouve-t-il? Quel type de mouvement est-ce?

Le mouvement produit est dans les lames. C'est aussi un mouvement rotatif.

- (d) Comparez le mouvement de l'effort et le mouvement produit. Comment sont-ils semblables? En quoi sont-ils différents?

Ils sont semblables parce qu'ils sont tous les deux des mouvements rotatifs. Ils sont différents parce qu'ils tournent dans des directions opposées. Les lames se trouvent aussi sur un plan horizontal. La manivelle tourne sur un plan vertical. Si vos étudiants ne sont pas familiers avec les concepts de plans, acceptez leurs descriptions de la relation entre les engrenages. Ils pourraient aussi mentionner que l'un des engrenages est à plat, alors que l'autre est debout.

- (e) Observez et décrivez le mouvement de chaque partie mobile. La partie tourne-t-elle sur un plan vertical ou horizontal?

Manivelle : vertical; 1er engrenage : vertical; 2e engrenage : horizontal; lames : vertical.

- (f) Essayez d'identifier à quel endroit se produit le changement de mouvement du plan vertical au plan horizontal.

- (g) Demandez aux étudiants de répondre aux questions suivantes et d'en discuter en équipe.

- (i) Comment peuvent-ils contrôler la vitesse de l'effort?

En ajustant la vitesse à laquelle ils tournent la manivelle.

- (ii) Pourquoi la manivelle tourne-t-elle à la même vitesse que les lames?

Les roues menante et menée ont le même nombre de dents et tournent à la même vitesse. La manivelle est reliée directement à la roue menante et les lames sont reliées directement à la roue menée.

- (iii) Le mécanisme serait-il plus facile ou difficile à actionner sans la manivelle?

Si vos étudiants ont vu les roues et les axes, ils seront familiers avec le fait qu'il est plus facile de faire tourner une roue (poignée ou manivelle) que son axe.

4. Demandez aux étudiants si ce système d'engrenages augmente la vitesse ou change la direction du mouvement. Ils doivent inscrire leurs réponses dans leur Journal.

Ils devraient remarquer que le système d'engrenages change la direction du mouvement.

Mise en application

Expliquez aux étudiants qu'ils ont construit un système d'engrenages à roue plate, en anglais, on appelle ce type de système "engrenages à couronne". Demandez-leur d'observer un des engrenages non utilisés et de suggérer une raison pour laquelle on appellerait cette roue "couronne". Si nécessaire, démontrez-leur que les engrenages jaunes ont une série de dents à 90 degrés. En regardant de côté, ceci peut faire penser à une couronne. Ces dents s'emboîtent avec les dents du deuxième engrenage pour donner un changement de direction à 90 degrés. Dites aux étudiants d'inscrire une note à propos du nom de ce système dans leur Journal.

Faites appel à des volontaires pour réviser les façons dont l'énergie se transfère d'un plan à un autre grâce à un système d'engrenages à roue plate.

À quel endroit l'effort est-il appliqué?

Sur la manivelle.

À quel type de mouvement appartient l'effort?

C'est un mouvement rotatif.

Pourquoi la roue menante tourne-t-elle?

La manivelle fait tourner l'axe; la roue menante est placée sur cet axe, elle tourne donc elle aussi.

Quel est le nom de ce type d'engrenage?

Engrenage à roue droite.

La roue menante se trouve-t-elle sur un plan vertical ou horizontal?

Vertical.

En quoi la position de la roue menante est-elle différente de celle de la roue menée?

La roue menée est en position horizontale.

Comment la roue menante transfère-t-elle l'énergie à la roue menée?

Ses roues s'emboîtent avec la roue menée et l'actionnent en tournant.

À quel endroit se trouve le mouvement produit?

Dans les lames.

De quel type de mouvement s'agit-il?

C'est un mouvement rotatif.

Les étudiants devraient inscrire ces informations dans leur Journal en utilisant le vocabulaire approprié.

Ils peuvent également compléter la phrase suivante :

Un engrenage à roue plate peut changer la direction du mouvement _____

Les réponses peuvent varier : d'un plan à un autre; d'un plan vertical à un plan horizontal; à 90 degrés.

Vous pourriez étudier avec la classe les avantages d'utiliser un système d'engrenages à roue plate :





1. Révisez leurs acquisitions – **un système d'engrenages à roue plate aide à accomplir un travail en changeant la direction d'un mouvement.** C'est-à-dire que l'effort peut être appliqué dans la direction la plus facile et que le travail s'accomplira dans une direction différente.
2. Demandez-leur de comparer l'espace occupé par un système d'engrenages à roue plate et un système d'engrenages droits. Les étudiants devraient s'apercevoir que les engrenages à roue plate sont beaucoup plus compacts.

Demandez aux étudiants de prendre ces informations en note dans leur Journal en utilisant le vocabulaire approprié.

Pour aller plus loin

- Demandez aux étudiants s'ils pensent que les principes de rapport d'engrenage, vitesse et force observés pour les systèmes d'engrenages droits fonctionnent aussi avec les systèmes d'engrenages à roue plate. Demandez-leur d'inscrire leurs hypothèses dans leur Journal.
- Demandez à la classe d'observer le modèle du batteur à oeuf aux pages 10 et 11 du Livret d'Instructions. Discutez avec eux des caractéristiques de ce batteur – par exemple, la nécessité d'avoir une grande vitesse produite pour battre les oeufs plus rapidement et efficacement qu'avec une fourchette.
- Quelle autre machine étudiée doit opérer à grande vitesse?
- Un système d'engrenages semblable peut-il être utilisé pour le batteur à oeufs?

Le ventilateur à manivelle.

1. Demandez aux étudiants d'interpréter le fonctionnement de cette machine seulement en observant les instructions de construction des pages 10 et 11.

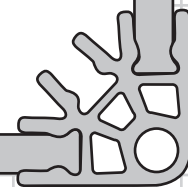
Demandez-leur de répondre aux questions suivantes :

- (a) Observez les photographies et identifiez les parties mobiles. Quelles peuvent être leurs fonctions?
 - (b) Selon vous, comment les parties mobiles sont-elles reliées entre elles pour créer un changement dans la direction du mouvement?
 - (c) Décrivez la direction de la force d'effort et la direction de la force produite.
 - (d) Identifiez la roue menante et la roue menée.
 - (e) Quelles sont leurs directions de rotation?
 - (f) Décrivez en quoi l'arrangement des engrenages du batteur à oeuf est différent de l'arrangement des engrenages du ventilateur à manivelle.
 - (g) La poignée tourne-t-elle à la même vitesse que les batteurs?
 - (h) Les batteurs tournent-ils dans la même direction?
 - (i) Le mécanisme serait-il plus facile ou plus difficile à actionner sans la poignée?
2. Les étudiants doivent inscrire leurs réponses dans leur Journal.
 3. Laissez les étudiants construire le modèle.
 4.
 - (a) Demandez aux étudiants d'expliquer les mouvements et les fonctions du mécanisme observé.
 - (b) Comment leur interprétation des schémas diffère-t-elle de ce qu'ils ont observé concrètement sur le modèle?
 - (c) Demandez aux étudiants de décrire s'il est plus facile de comprendre les schémas ou le modèle. Ils devraient être en mesure d'expliquer leur réponse.

Vérification du Journal

- ✓ Identification du mécanisme d'engrenages.
- ✓ Schéma du mixeur incluant les parties identifiées et les flèches de direction.
- ✓ Les observations de l'étudiant pour l'étape 3.
- ✓ Identification des mouvements des différentes parties mobiles.
- ✓ Identification du changement dans la direction du mouvement et de la force.
- ✓ La raison pour laquelle en anglais on appelle ce système "roue à couronne".
- ✓ Les avantages d'utiliser ce système pour changer la direction d'un mouvement.

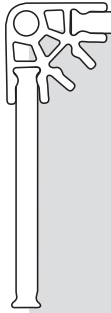
NOTES :

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



La bicyclette stationnaire :

Un exemple d'un système de roue de chaîne



Objectifs

Les étudiants devront :

1. construire et étudier le mécanisme d'un modèle représentant un objet réel.
2. observer comment le mouvement et la force sont transmis d'un point à un autre en utilisant une chaîne et une roue à chaîne.

Matériel

Chaque équipe aura besoin de :

- 1 ensemble de K'NEX Education Introduction aux Machines Simples : les Engrenages ainsi que le Livret d'Instructions
- un Journal de l'étudiant pour chaque étudiant

Vous aurez besoin de :

- une bicyclette (facultatif)

Procédure

Introduction

- Révisez avec la classe les façons dont sont reliés les engrenages et comment l'énergie et le mouvement sont transférés à travers un système d'engrenages droits.

Dans un système d'engrenages droits, les engrenages sont reliés et alignés. La force et le mouvement se transfèrent d'un engrenage à un autre le long de cet arrangement. Si vos étudiants sont familiers avec le terme "plan", vous pouvez leur expliquer que la force et l'énergie sont transférés sur le même plan.

- Rappelez aux étudiants que le système d'engrenages droits facilite un travail en changeant la vitesse ou en multipliant la force produite. Rappelez-leur également qu'ils ne peuvent utiliser une machine pour gagner à la fois en vitesse et en force. Il y a toujours des concessions à faire. Soit on gagne en vitesse aux dépens de la force ou en force aux dépens de la vitesse. Demandez aux étudiants de vous dire ce que l'on gagne en utilisant un train d'engrenages dont les engrenages sont de même taille.

Les étudiants devraient se rappeler que des engrenages de même taille ne font gagner ni vitesse, ni force. Le "gain" obtenu est que vous pouvez changer la direction d'un mouvement.

- Expliquez qu'un système d'engrenages droits est seulement un type de système d'engrenages. Les étudiants découvriront maintenant un autre type de système dans lequel les engrenages ne se touchent pas. Le système à découvrir est celui qui permet de faire fonctionner une bicyclette stationnaire.

Discutez de la conception d'une bicyclette stationnaire basée sur le modèle d'une bicyclette normale. Si possible, présentez un exemple de bicyclette afin que les étudiants puissent l'étudier. Alternativement, demandez-leur d'observer les pages 12 et 13 du Livret d'Instructions pour interpréter comment le mécanisme du modèle fonctionne.

Posez-leur les questions suivantes à propos du fonctionnement de la bicyclette et encouragez-les à utiliser des termes associés à la bicyclette qui leur sont familiers :

De quel endroit provient l'effort pour faire fonctionner la bicyclette?

Des pieds, via les pédales.

Quelles sont les parties mobiles et quelles en sont les fonctions?

Les réponses peuvent varier.

Comment l'effort est-il transféré à la roue arrière?

Grâce à la chaîne.

En quoi l'arrangement des engrenages dans ce mécanisme est-il différent du système d'engrenages droits étudié précédemment?

Les réponses à cette question vous donneront l'opportunité de discuter de la chaîne et de la roue de chaîne.

Les systèmes muni d'une roue de chaîne utilisent une chaîne pour transmettre un mouvement rotatif d'un axe menant à un axe mené. Les roues de chaîne sont des roues dentées sur lesquelles circule une chaîne. Elles sont placées à une certaine distance l'une de l'autre mais la chaîne les relie de façon à ce que lorsque la première roue tourne, elle entraîne la seconde.

Divisez la classe en équipes de 2 ou 3 étudiants.

Activité de construction

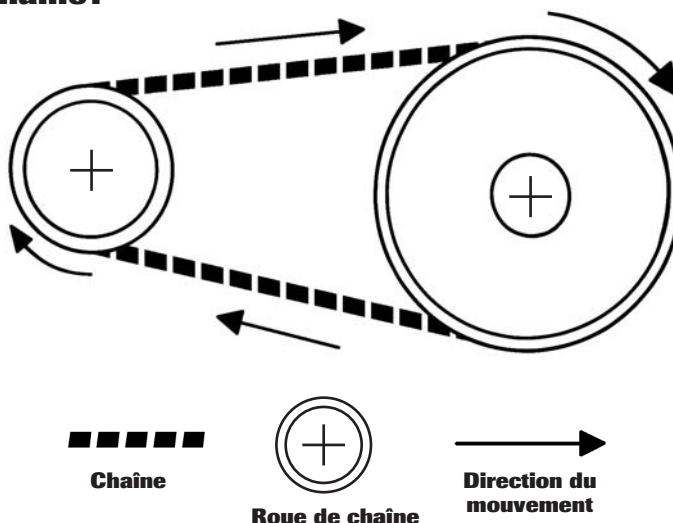
Distribuez un ensemble Les Engrenages de K'NEX Education à chaque équipe.

Demandez-leur de regarder les pages 12 et 13 du Livret d'Instructions et de construire le modèle de la bicyclette stationnaire. Nous suggérons que le premier étudiant construise les étapes 1 à 6 et l'autre, les étapes 7 à 11.

Activité de découverte : Comment le mouvement et la force sont-ils transférés en utilisant un système de roue à chaîne?

Étapes

1. (a) Lorsque les modèles sont construits, accordez quelques minutes aux équipes pour étudier leur bicyclette stationnaire. Demandez-leur d'identifier les différentes parties du modèle.
- (b) En utilisant le modèle pour exemple, démontrer au tableau comment dessiner un schéma simplifié en utilisant les flèches pour montrer le mouvement. Prenez le schéma de droite en exemple :





- (c) Demandez aux étudiants de dessiner un schéma de leur bicyclette. Encouragez-les à identifier les différentes parties de leur schéma. Les termes suivants pourraient les aider :

roue de chaîne, chaîne, pédale, mécanisme d'entraînement, mailles, roue menante, roue menée, axe menant, axe mené.

- (d) Demandez aux étudiants de dessiner les flèches représentant la direction du mouvement pour chacune des parties mobiles du mécanisme.
- (e) Demandez-leur de comparer le mouvement de chacun des axes (menant et mené).
- (f) Les étudiants doivent inscrire leurs observations dans leur Journal.

Les deux axes tournent dans la même direction.

2. Encouragez les équipes à continuer d'explorer le mécanisme en répondant aux questions suivantes. Demandez-leur de noter leurs réponses.

- (a) Où l'effort est-il appliqué? Quel type de mouvement est-il fourni au départ?

L'effort est appliqué sur les pédales. Le mouvement de départ est rotatif.

- (b) Où se situe le mouvement produit? De quel type de mouvement s'agit-il?

Le mouvement produit se situe au niveau de la roue arrière, c'est un mouvement rotatif.

- (c) Quelle est la fonction de la chaîne dans ce système?

La chaîne transmet l'énergie ou le mouvement de l'engrenage des pédales à l'engrenage de la roue arrière.

- (d) Décrivez le transfert d'énergie ou de mouvement à travers le système de la bicyclette stationnaire. Commencez avec les pédales et terminez avec la roue arrière.

En actionnant les pédales, un mouvement est transféré de l'axe menant jusqu'à la roue de chaîne avant (la roue menante). Lorsque cette roue tourne, le mouvement est transféré à la chaîne. La chaîne transfère le mouvement et l'énergie à la roue de chaîne arrière (roue menée). Cette roue fait tourner la roue arrière de la bicyclette.

Mise en application

NOTE : Il pourrait être utile d'avoir un modèle du ventilateur à manivelle pour comparer les deux systèmes.

- Demandez aux étudiants d'inscrire une raison pour laquelle la bicyclette fonctionne grâce à un système à roue de chaîne plutôt qu'à un système à engrenages droits. Rappelez-leur d'utiliser leurs notes à propos du ventilateur s'ils ont besoin d'un point de repère.

Les réponses varieront. Réponse possible : Dans un système d'engrenages droits, la roue menée tourne dans la direction opposée à la roue menante. Si la bicyclette fonctionnait ainsi, il faudrait pédaler à l'envers pour avancer.

- Lorsque les étudiants ont terminé, demandez à quelques uns d'entre eux de partager leurs idées. Inscrivez les réponses au tableau.
- Revoyez les réponses. Demandez aux étudiants ce qu'ils pensent à propos d'autres machines qui transfèrent le mouvement sur une certaine distance. Ensemble, dressez une liste de machines fonctionnant grâce à la roue de chaîne. Vous pourriez les aider en montrant des photographies. Demandez aux étudiants d'identifier le mécanisme dans ces différentes machines. Voici quelques exemples que vous pouvez utiliser :
 - le convoyeur de la caisse enregistreuse à l'épicerie;
 - une montagne russe (c'est un système à roue de chaîne qui tire les wagons en haut d'une pente);
 - un escalier mécanique dans un magasin.

Pour aller plus loin

[5e année]

1. Rappelez aux étudiants que le terme rapport d'engrenage réfère au nombre de tours effectués par une roue menée en relation avec le nombre de tours effectués par une roue menante. Demandez aux étudiants d'estimer le rapport d'engrenage de leur bicyclette stationnaire.

Ils devraient conclure que le rapport d'engrenage est de 1 :1 puisque les roues sont identiques.

[5e année]

2. Demandez aux étudiants pourquoi les bicyclettes à dix vitesses et les bicyclettes de montagne utilisent plusieurs tailles d'engrenages.

Réponses possibles : Les différentes combinaisons d'engrenages fournissent plusieurs rapport d'engrenage. La plupart suggéreront probablement qu'ils utilisent différentes tailles d'engrenages pour monter des pentes ou pour conduire sur une rue sans pente.

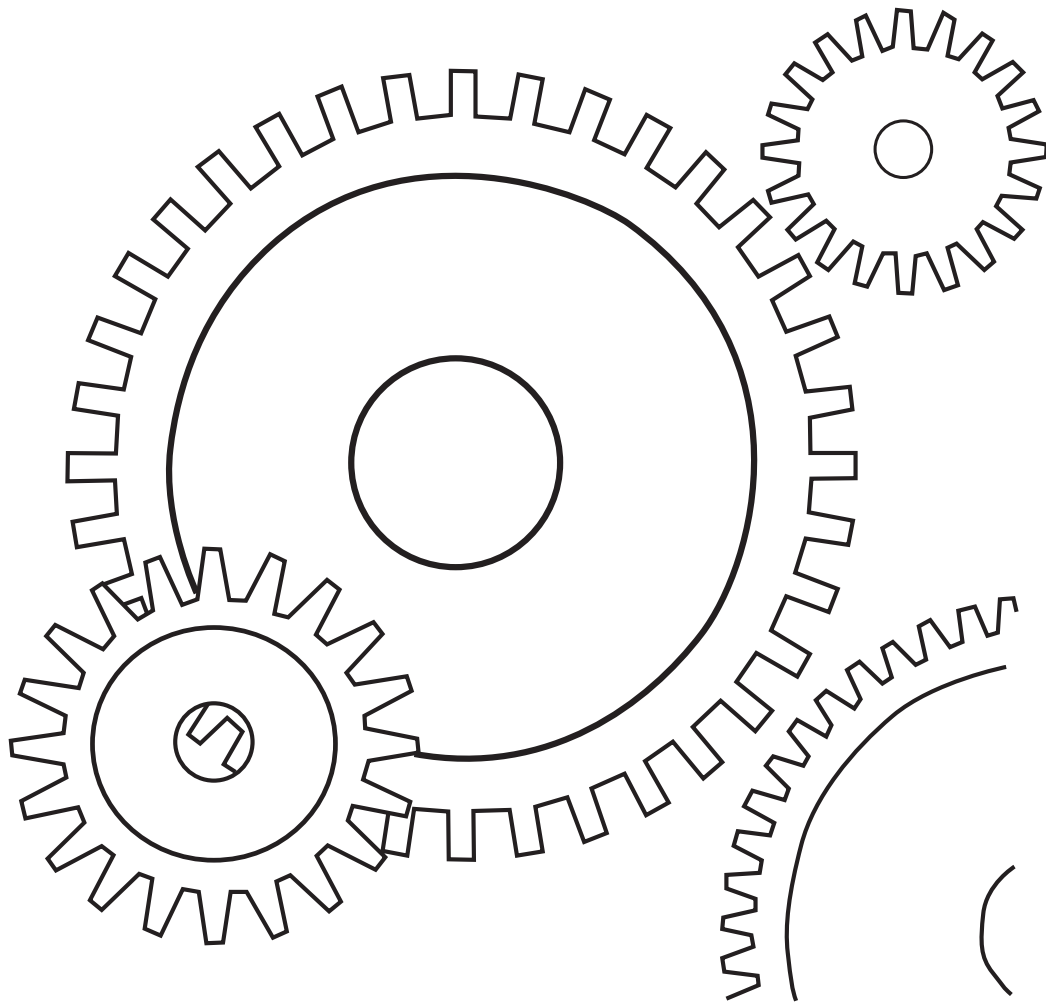
Vérification du Journal

Les informations suivantes devraient être inscrites :

- ✓ Identification du mécanisme.
- ✓ Schéma de la bicyclette incluant les parties identifiées et les flèches de direction.
- ✓ Les observations des étudiants en réponse aux questions de l'étape 2.
- ✓ Identification des mouvements des parties mobiles.
- ✓ Description du transfert d'énergie ou du mouvement à travers le système.



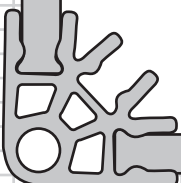
LES ENGRENAGES : Changement de direction, vitesse et force...



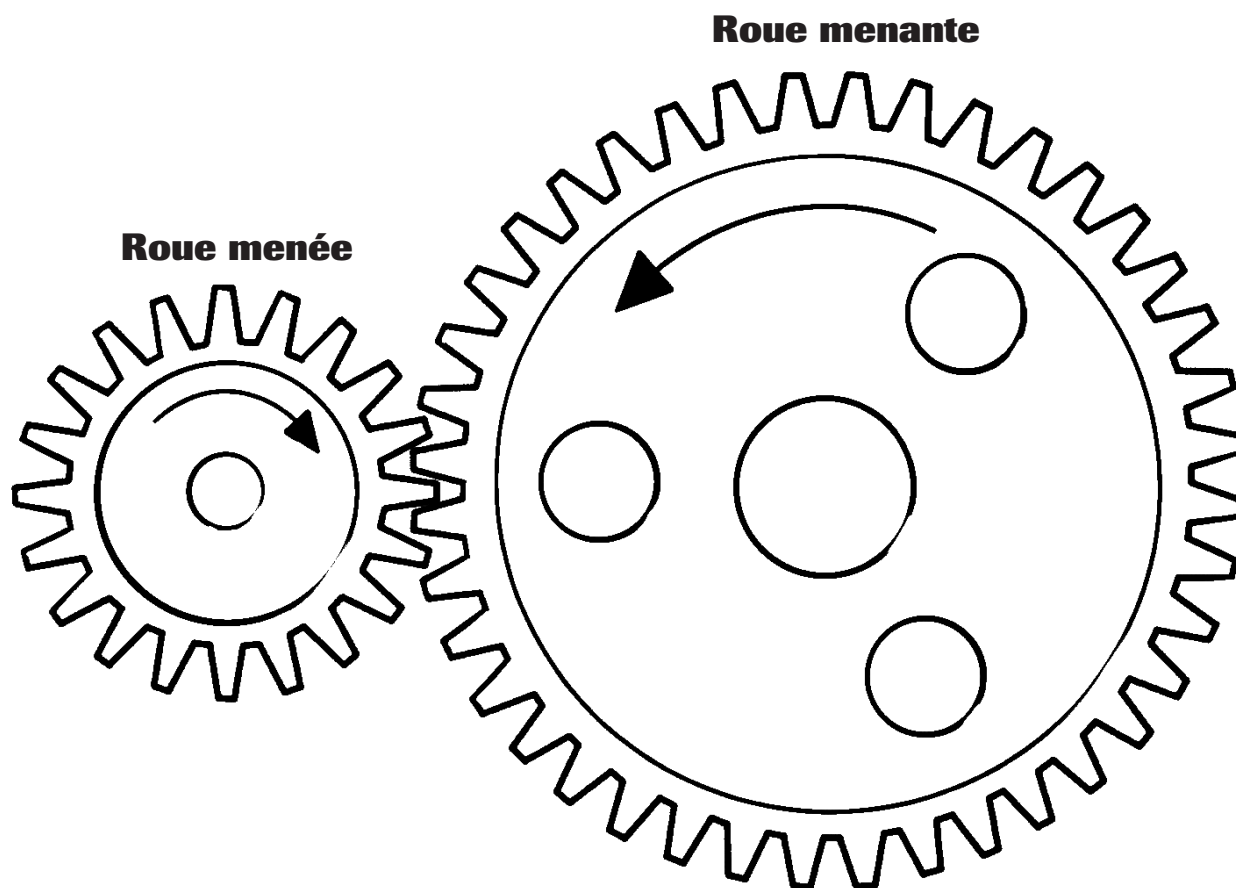
Un engrenage est une roue munie de dents le long de sa circonférence externe.

Les engrenages peuvent :

- changer la direction d'un mouvement.
- changer la vitesse à laquelle un objet bouge.
- changer la force nécessaire pour faire bouger un objet.

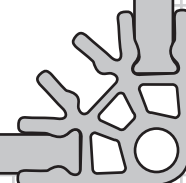


LES ENGRENAGES : En mouvement...

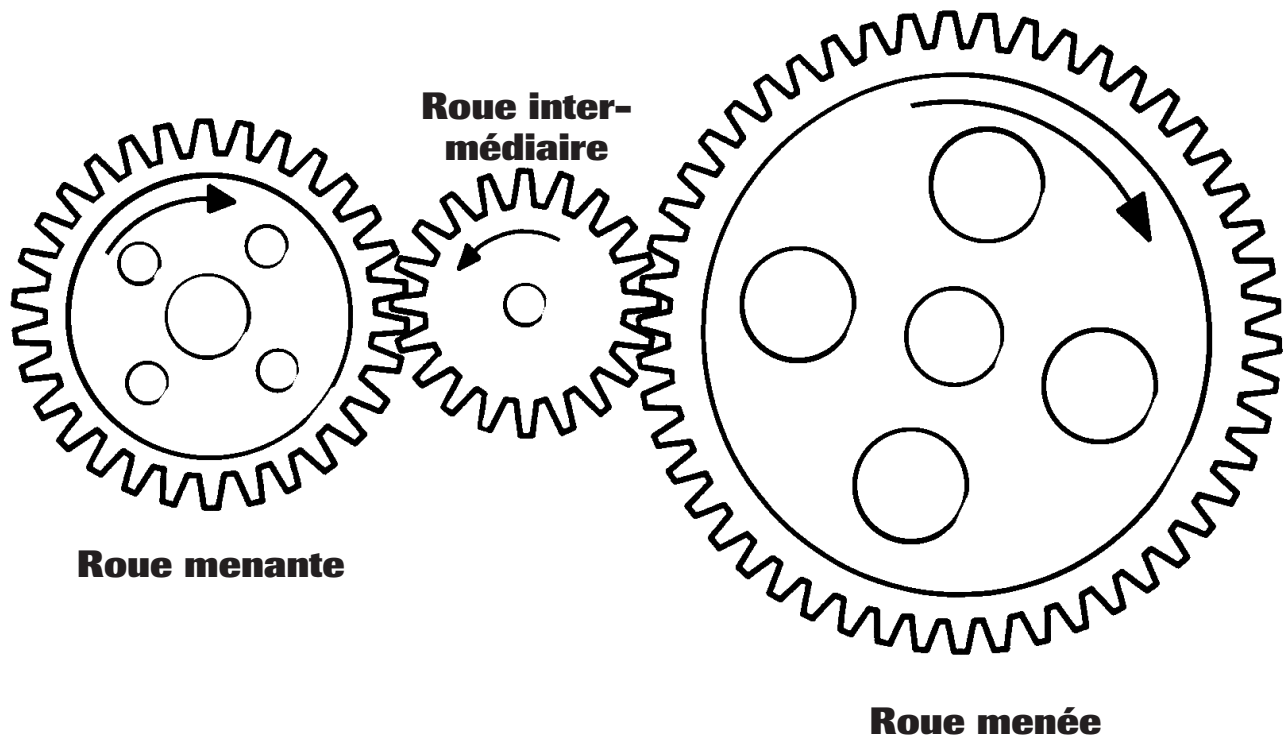


ROUE MENANTE : La roue sur laquelle l'effort est appliqué.

ROUE MENÉE : Le roue reliée (qui s'emboîte) à la roue menante.

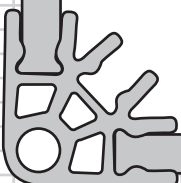


LES TRAINS D'ENGRENAGES : Changer la direction d'une rotation

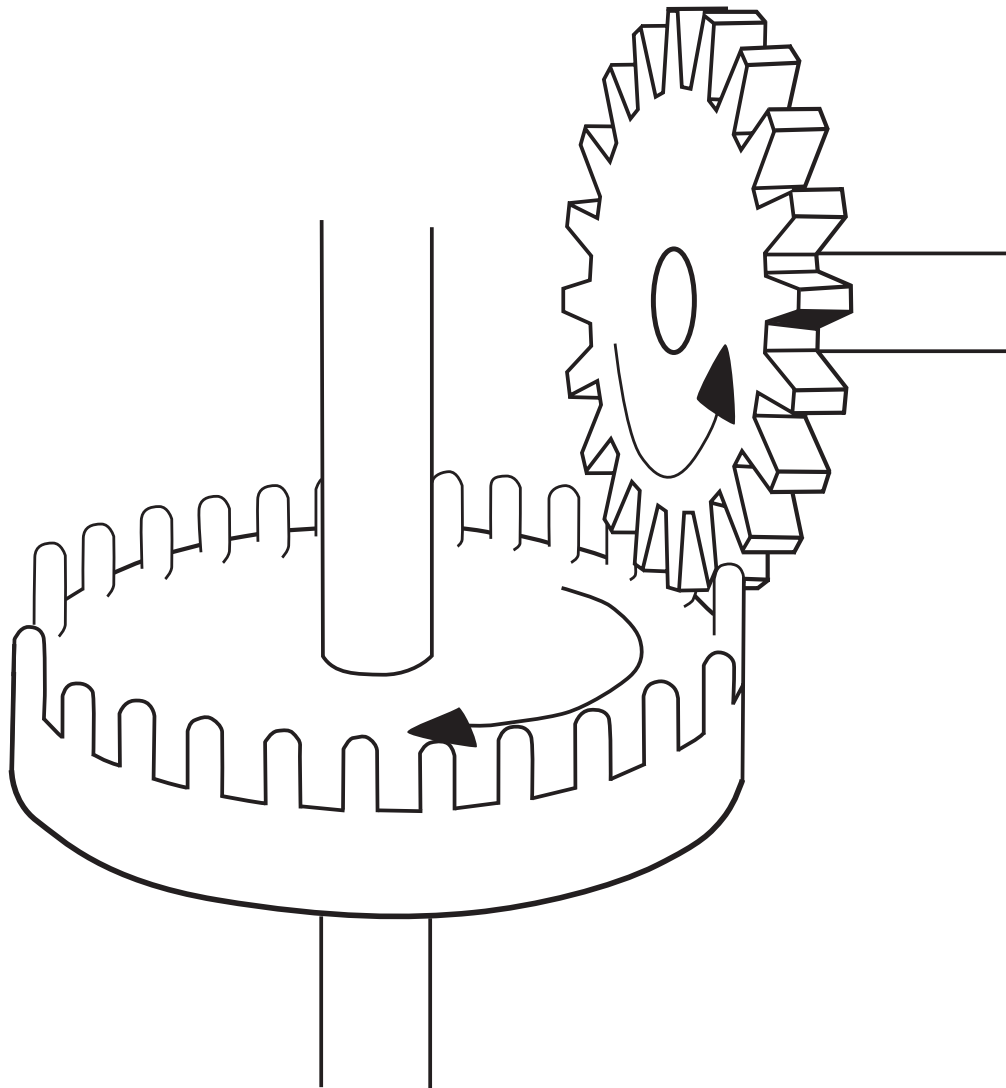


Deux (ou plusieurs) engrenages reliés ensemble forment un train d'engrenages. Ces engrenages tournent dans des directions opposées.

Une roue intermédiaire fait en sorte que les deux roues de chaque côté d'elle tournent dans la même direction.



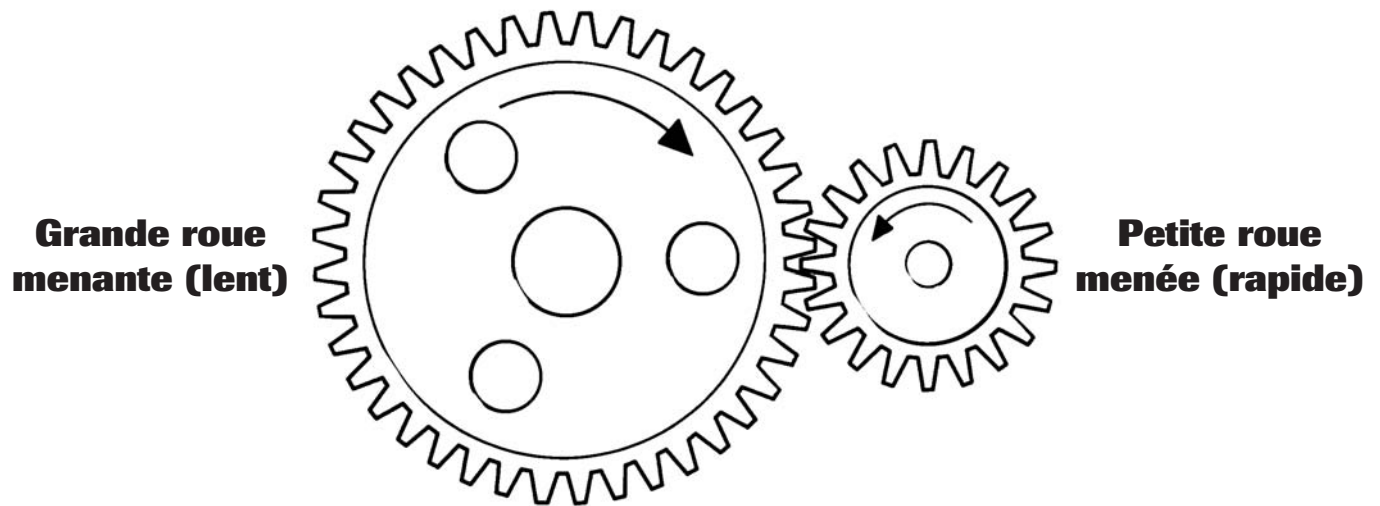
LES ENGRENAGES À ROUE PLATE : Changer les plans...



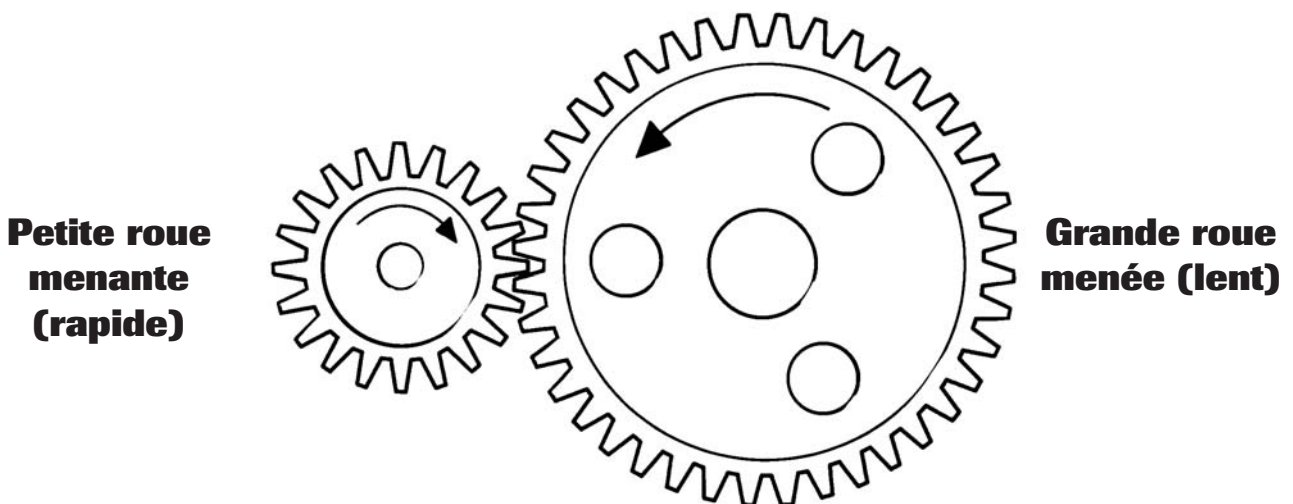
Un engrenage à roue plate à angle droit (90 degrés) avec un autre engrenage change la direction du mouvement. Un engrenage tourne verticalement (de haut en bas) et l'autre tourne horizontalement (d'un côté à l'autre).



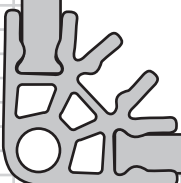
LES ENGRENAGES : Changer la vitesse et la force



ACCÉLÉRATION : une grande roue menante fait tourner une petite roue menée plus rapidement. La vitesse de rotation est augmentée, mais la force diminue.

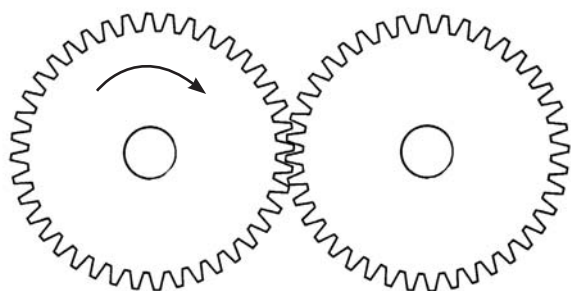


DÉCÉLÉRATION : Une petite roue menante fait tourner une grande roue menée plus lentement. La vitesse de rotation est réduite, mais la force augmente.

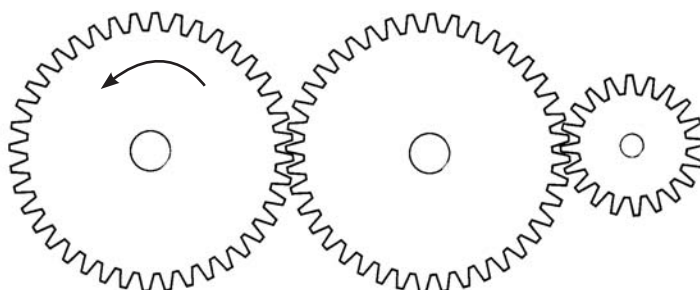


LES ENGRENAGES : Essayez ceci...

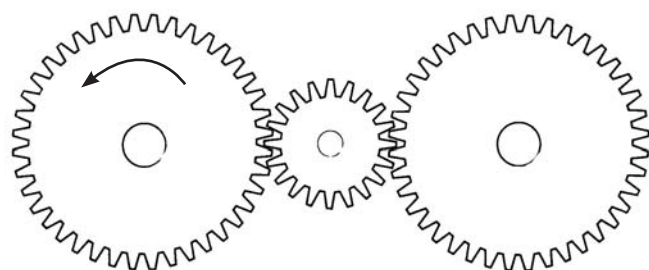
Dans quelle direction les engrenages suivants tournent-ils ?



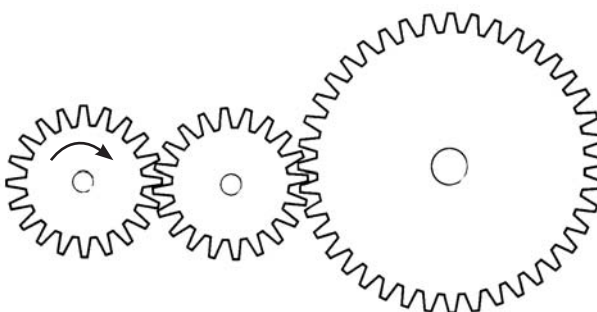
(a)



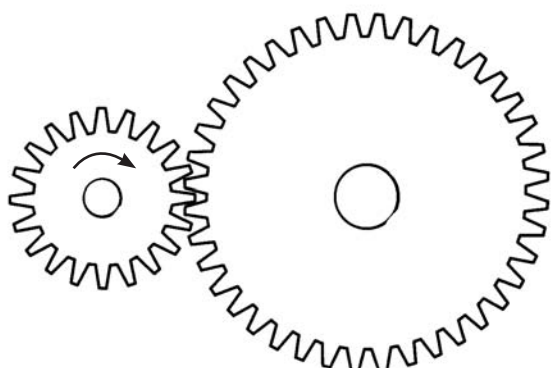
(b)



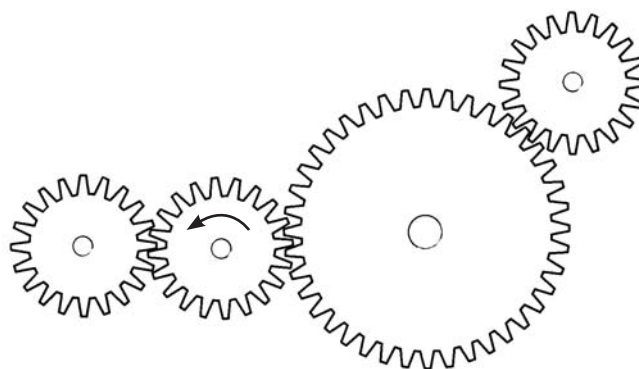
(c)



(d)



(e)



(f)