



Collection Éducation et sciences : Fondée par les professeurs
Paule Bouvier et Jean-Jacques Purusi

Conception graphique, maquette, relecture et corrections :
Alaïs Lorenzo

Photo de couverture : Images Creative Commons

Dépôt légal : D/2022/14675/0009
ISBN : 978-2-39036-037-7

© **Arno Éditions, 2024 - ICCM**
Avenue de Laeken 53, 1090 Bruxelles
www.arnoeditions.org

5^{ème} Année de l'EB

LA TECHNOLOGIE

AU CYCLE PRIMAIRE DE L'ÉDUCATION DE BASE
EN RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO

François Fortuné NGOIE KAZADI

Président du CPNTIJ

C'est avec une grande tristesse que nous avons appris le départ du professeur Fortuné Ngoie Kazadi, avant même que ce livre ne soit publié. Nous partageons la peine de celles et ceux qui l'ont connus, et nous avons tenu à honorer sa mémoire en partageant ses ouvrages dans lesquels il a mis tellement de cœur.

Préface

Depuis 2011, la République Démocratique du Congo a entrepris la réforme de son système éducatif, concrétisée dans un premier temps par la réécriture du Programme National de l'Enseignement Primaire (PNEP), financée par la section de la Coopération Technique Belge (CTB) en République Démocratique du Congo via le Projet d'Appui Institutionnel au Ministère de l'Enseignement Primaire, Secondaire et Technique. Ce programme tient compte des innovations scientifiques, historiques, pédagogiques et socioculturelles du moment.

La technologie réservée jusqu'ici à l'enseignement secondaire figure aujourd'hui en bonne place à côté des autres branches de l'Enseignement Primaire. Elle permet d'initier les jeunes à la démarche technologique et aux connaissances de base dans le domaine technologique, et notamment de constater les effets de la technologie sur les individus, la société et l'environnement, comprendre la démarche technologique pour la conception et la fabrication des objets, et avoir le souci d'améliorer les conditions de vie quotidienne par le perfectionnement et/ou la création de nouveaux objets.

Ce manuel, rédigé selon l'Approche Par Objectifs, enrichi de situations pour une mise en contexte, est un outil indispensable pour les enseignant(e)s, les élèves et les technicien(ne)s de l'enseignement en République Démocratique du Congo.

Compte tenu de l'inexistence sur le marché d'ouvrages scolaires traitant de la technologie à l'école primaire, ce livre accompagnant le programme national modernisé répond parfaitement aux besoins des utilisateur(rice)s confronté(e)s à son exploitation judicieuse.

Nous ne pouvons à notre niveau que remercier et féliciter Monsieur François Fortuné NGOIE KAZADI, écrivain des manuels scolaires et chercheur, qui vient, par cette publication, mettre ainsi à la disposition de l'Enseignement Primaire un manuel scolaire de haute portée pédagogique et didactique pour l'apprentissage de la technologie.

Ce beau livre est vivement recommandé aux utilisateur(rice)s, que ce soit enseignant(e)s ou élèves. C'est un atout indispensable pour le système éducatif congolais dans son ensemble.

Avant-propos

Ce manuel, édition révisée, s'adresse aux classes de cinquième année du niveau primaire de toutes les écoles de la République Démocratique du Congo.

Il a trait à la technologie et permet d'initier les jeunes à la démarche technologique et les connaissances de base dans le domaine technologique pour les applications ultérieures, plus importantes et plus complexes, et d'aborder les problèmes avec une méthode rigoureuse.

Le cours de technologie permettra à l'élève de manifester de l'intérêt pour les aspects naturels et technologiques des objets, d'observer ces derniers et de communiquer les résultats déduits.

Le manuel présente une entrée en matière par les objectifs enrichis des situations pour la construction des connaissances et le développement des compétences par les élèves.

Contrairement aux degrés inférieurs (élémentaire et moyen), ce manuel a prévu, pour chaque titre, la rubrique « À savoir » qui constitue en une ressource documentaire permettant à l'élève de construire ses connaissances afin de développer des compétences. Ainsi, la structure de chaque titre est composée :

- de l'objectif ;
- des questions de rappel ;
- de la présentation de la situation d'apprentissage ;
- de l'observation didactique ;
- de la rubrique « À savoir » ;
- des questions de révision ;
- du résumé.

Pour les neuf titres d'apprentissage, la matière est décomposée en objectifs enrichis par des situations. Ces objectifs sont formulés en terme de comportements observés et énoncent ce que l'élève doit être capable de réaliser à la fin d'une séquence d'apprentissage. Une série de questions de révision permettra à l'enseignant(e) de vérifier si l'objectif est atteint. Enfin, un résumé très succinct dégage les idées principales des principaux objectifs.

Pour les activités des élèves, l'enseignant(e) privilégiera les travaux en sous-groupes comme le recommande l'Approche Par les Situations (APS).

Certaines tâches à réaliser lors des traitements des situations sont communes à toutes les unités d'apprentissage; il s'agit notamment de :

- la présentation des résultats (productions) des sous-groupes ;
- la comparaison de ces résultats ;
- et la conclusion à tirer.

Ainsi, au terme de l'apprentissage des leçons de technologie en cinquième année primaire, l'élève devra être capable :

- d'identifier et décrire les fonctions mécaniques élémentaires ;
- de donner les caractéristiques de liaison ;
- d'identifier et décrire les fonctions mécaniques complexes ;
- de donner les caractéristiques, avantages et inconvénients des systèmes de transmission du mouvement ;
- de décrire les mécanismes de transformation du mouvement et expliquer les changements de vitesse ;
- d'identifier et décrire les machines simples ;
- d'appliquer la démarche technologique à la fabrication d'un objet technique ;
- de dresser, interpréter et exécuter le schéma technologique ;
- de réaliser un objet technique de remplacement.

Il harmonisera ce cours avec celui de mathématiques lors du dressage, de l'interprétation et de l'exécution du schéma technologique. En effet, des notions sur l'application de la proportionnalité au calcul d'échelle (calcul de l'échelle, des distances sur le plan et réelle) ont été prévues dans ce manuel.

Afin de préparer une édition améliorée, nous restons disponibles à recevoir de la part des utilisateur(ric)e(s) des suggestions objectives.

François Fortuné NGOIE KAZADI

L'Auteur

Sommaire

Titre 1 - Fonctions mécaniques élémentaires

Questions de rappel	- 14
Présentation de la situation	- 14
Observation didactique	- 15
À savoir	- 16
Questions de révision	- 22
Résumé	- 23

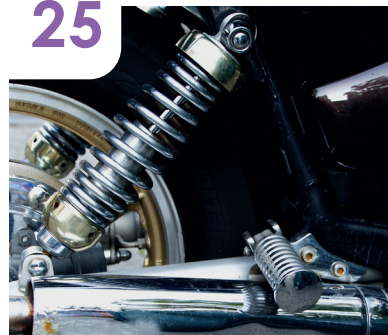
13



Titre 2 - Caractéristiques de liaison

Questions de rappel	- 26
Présentation de la situation	- 26
Observation didactique	- 27
À savoir	- 29
Questions de révision	- 34
Résumé	- 35

25



Titre 3 - Fonctions mécaniques complexes

Questions de rappel	- 38
Présentation de la situation	- 38
Observation didactique	- 39
À savoir	- 40
Questions de révision	- 42
Résumé	- 43

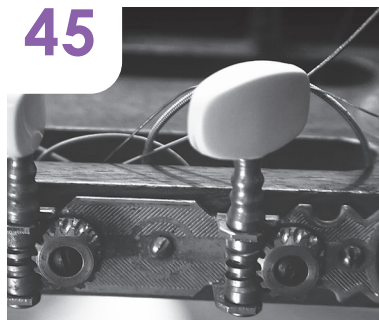
37



Titre 4 - Mécanisme de transmission de mouvement

Questions de rappel	- 46
Présentation de la situation	- 46
Observation didactique	- 47
À savoir	- 48
Questions de révision	- 59
Résumé	- 59

45



Titre 5 - Mécanisme de transformation de mouvement et de changement de vitesse

Questions de rappel	- 62
Présentation de la situation	- 62
Observation didactique	- 63
À savoir	- 64
Questions de révision	- 73
Résumé	- 75

61



Titre 6 - Machines simples

Questions de rappel	- 78
Présentation de la situation	- 78
Observation didactique	- 79
À savoir	- 80
Questions de révision	- 94
Résumé	- 96

77



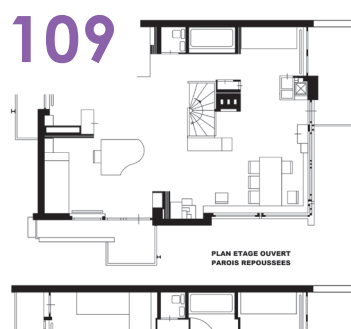
Titre 7 - Applications de la démarche technologique de fabrication

Questions de rappel	- 100
Présentation de la situation	- 100
Observation didactique	- 101
À savoir	- 102
Questions de révision	- 106
Résumé	- 107



Titre 8 - Schéma technologique

Questions de rappel	- 110
Présentation de la situation	- 110
Observation didactique	- 111
À savoir	- 112
Questions de révision	- 120
Résumé	- 121



Titre 9 - Objet technique de remplacement

Questions de rappel	- 124
Présentation de la situation	- 124
Observation didactique	- 125
À savoir	- 126
Questions de révision	- 127
Résumé	- 128

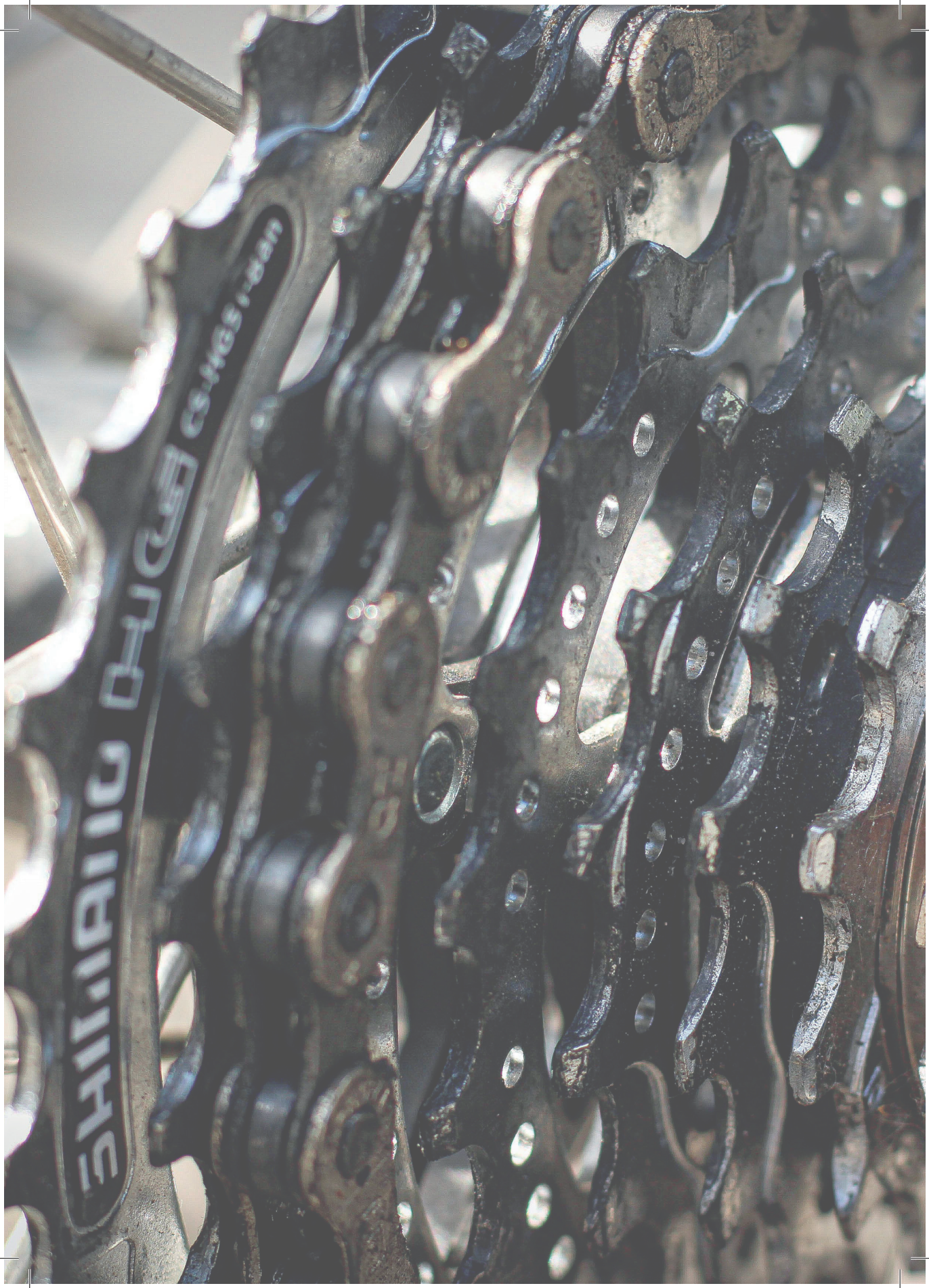




Index	129
--------------	------------

Bibliographie	132
----------------------	------------

Table des illustrations	135
--------------------------------	------------



SHIMANO DURA CS-HGS1200



Titre 1

Fonctions mécaniques élémentaires

Objectif :

Identifier et décrire les fonctions mécaniques élémentaires.

Questions de rappel

- 1 **Donne la signification de « monter un objet technique » et « finir un objet technique ».**
- 2 **Cite quatre opérations qui parachèvent la fabrication d'un objet technique.**
- 3 **Énumère les étapes de fabrication d'un objet technique.**
- 4 **Restitue la définition du schéma technologique.**
- 5 **Que sais-tu des fonctions mécaniques ?**

Présentation de la situation

Le père de l'élève Tumi de la 5^{ème} année d'une école primaire de la place décide d'acquérir un vélo pour résoudre le problème de sa mobilité. Pour cela, il cherche avant tout à comprendre les fonctions mécaniques élémentaires d'un vélo et se confie à l'enseignant(e) de sa fille.

Cette préoccupation donne l'occasion à ce(tte) dernier(ère) d'accompagner ses élèves en classe promenade dans un atelier mécanique du milieu afin d'identifier et décrire les fonctions mécaniques élémentaires d'un vélo. Pour exécuter cette tâche, les élèves consulteront les professionnel(le)s de l'atelier ainsi que le Web.

Observation didactique

Activité A : Observe cette image et dis ce que tu vois.

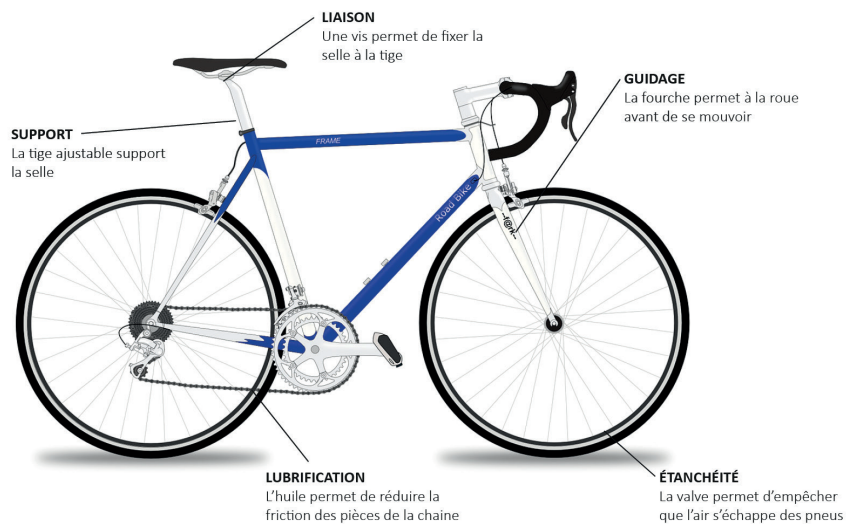


Figure 1

Activité B : Identifie les fonctions mécaniques observées en image ci-dessus et cite-les.

Activité C : Décris les fonctions mécaniques identifiées.

À savoir

Lorsque l'on analyse un objet technique, il est important de déterminer le rôle que joue chacune des pièces qui composent l'objet. On nomme « organe » les différentes pièces constituant un objet technique et y jouant un rôle particulier. Le rôle que joue une pièce dans le fonctionnement ou l'assemblage d'un objet technique constitue sa « fonction mécanique ». Lorsque l'on parle du rôle joué par une seule pièce dans un objet technique, on parle alors de fonction mécanique élémentaire.

Dans un vélo par exemple, comme le montre la figure ci-dessus, les fonctions mécaniques élémentaires sont : la liaison, le guidage, la lubrification, l'étanchéité et le support.

La fonction de liaison

C'est une fonction mécanique élémentaire jouée par tout organe qui lie ensemble différentes pièces d'un objet technique.

Un objet technique comporte la plupart du temps plusieurs pièces, qui ont besoin d'être maintenues ensemble pour qu'elles puissent accomplir leurs

fonctions. La liaison peut se faire par simple contact, mais elle nécessite généralement l'utilisation d'une pièce intermédiaire que l'on nomme organe de liaison. Ces organes (vis, clous, rivets, colle, etc.) assurent la liaison entre d'autres pièces.

L'image ci-dessous montre la selle fixée à la tige ajustable à l'aide d'une vis.



Figure 2 : Image d'une selle de vélo

La fonction de guidage

Il s'agit de la fonction d'un organe qui dirige un autre organe selon une trajectoire précise.

Il existe deux guidages : le guidage en translation et le guidage en rotation.

Le guidage en translation correspond au glissement d'un objet sur une ligne droite, selon une certaine distance, une certaine direction et un certain sens.

Le guidage en rotation correspond à l'idée de faire tourner un objet, c'est-à-dire qu'il se déplace autour d'un point, selon un certain angle.

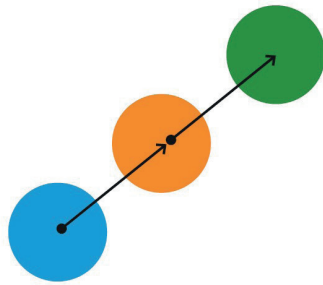


Figure 3 : Guidage en translation

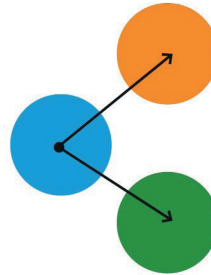


Figure 4 : Guidage en rotation

La liaison et le guidage permettent de supprimer les possibilités de mouvement qui entraveraient le bon fonctionnement d'un mécanisme ou d'un objet.



Figure 5 : Guidage en rotation du vélo

La fonction de lubrification

Il s'agit de la fonction d'une substance qui permet de réduire le frottement au niveau des pièces du vélo.



Figure 6 : Chaîne du vélo

On distingue 3 formes de lubrifiants : liquides (huiles), semi-liquides (graisses) et solides (graphite).

La fonction d'étanchéité

Il s'agit de la fonction d'un organe qui empêche un fluide (liquide ou gazeux) de s'échapper de son contenant.

L'étanchéité peut être obtenue par simple contact, mais plus souvent par interposition d'une matière compressible.

Exemples d'organes souvent utilisés pour assurer l'étanchéité :

- Rondelle de liège ;
- Anneau de caoutchouc ;
- Vis de nylon.

Dans le cas du vélo, c'est la valve qui assure cette fonction.



Figure 7 :Valve du vélo

La fonction de support

La fonction de support est la fonction mécanique élémentaire jouée par un organe qui sert à supporter et maintenir une ou plusieurs autres pièces dans une position donnée.



Figure 8 :Tige supportant la selle

Très souvent, les pièces qui ont une fonction de support sont liées aux autres par une liaison complète et rigide, ne permettant aucun mouvement. L'organe de support doit être suffisamment résistant pour assurer efficacement son rôle.

Dans une brouette par exemple, le châssis (1) supporte le porte-charge (2). La liaison entre ces deux parties est généralement assurée à l'aide de vis. Il s'agit donc d'une liaison complète et rigide empêchant tout mouvement du porte-charge. On pourrait ajouter que le pied (3) supporte le châssis de la brouette.

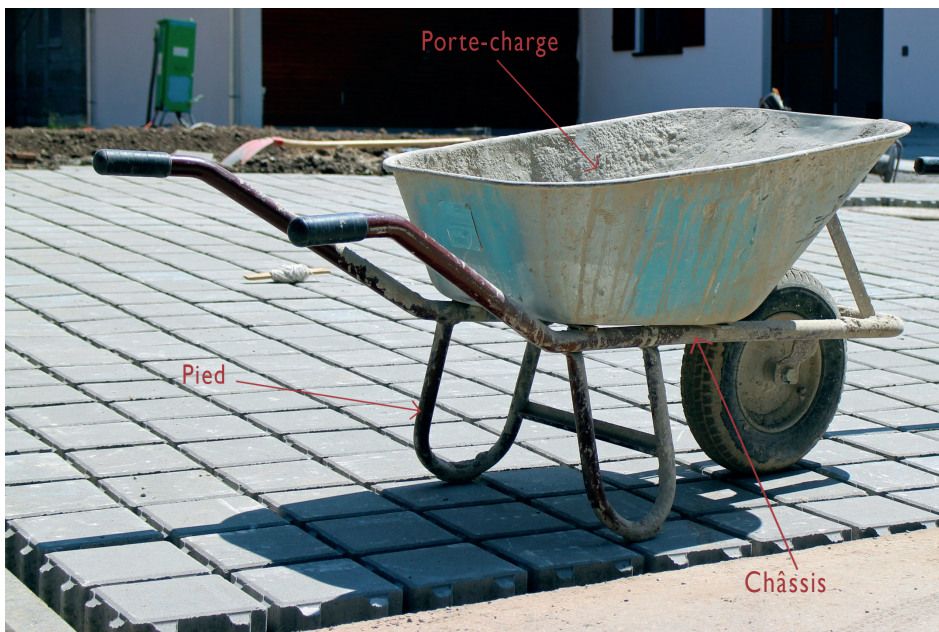


Figure 9 : Brouette

Questions de révision

- 1** Définis une fonction mécanique élémentaire.

- 2** Explique de quelle fonction il s'agit :
 - Un organe qui empêche un fluide de s'échapper.
 - Un organe qui sert à supporter et maintenir une ou plusieurs autres pièces dans une position donnée.
 - Un organe qui lie différentes pièces d'un objet technique.
 - Un organe qui dirige un autre organe selon une trajectoire précise.
 - Une fonction d'une substance permettant de réduire le frottement.

- 3** Donne le rôle :
 - d'une vis ;
 - d'huile et de graisse.

- 4** En sous-groupes de cinq élèves, identifiez dans une moto les fonctions mécaniques élémentaires étudiées.

Résumé

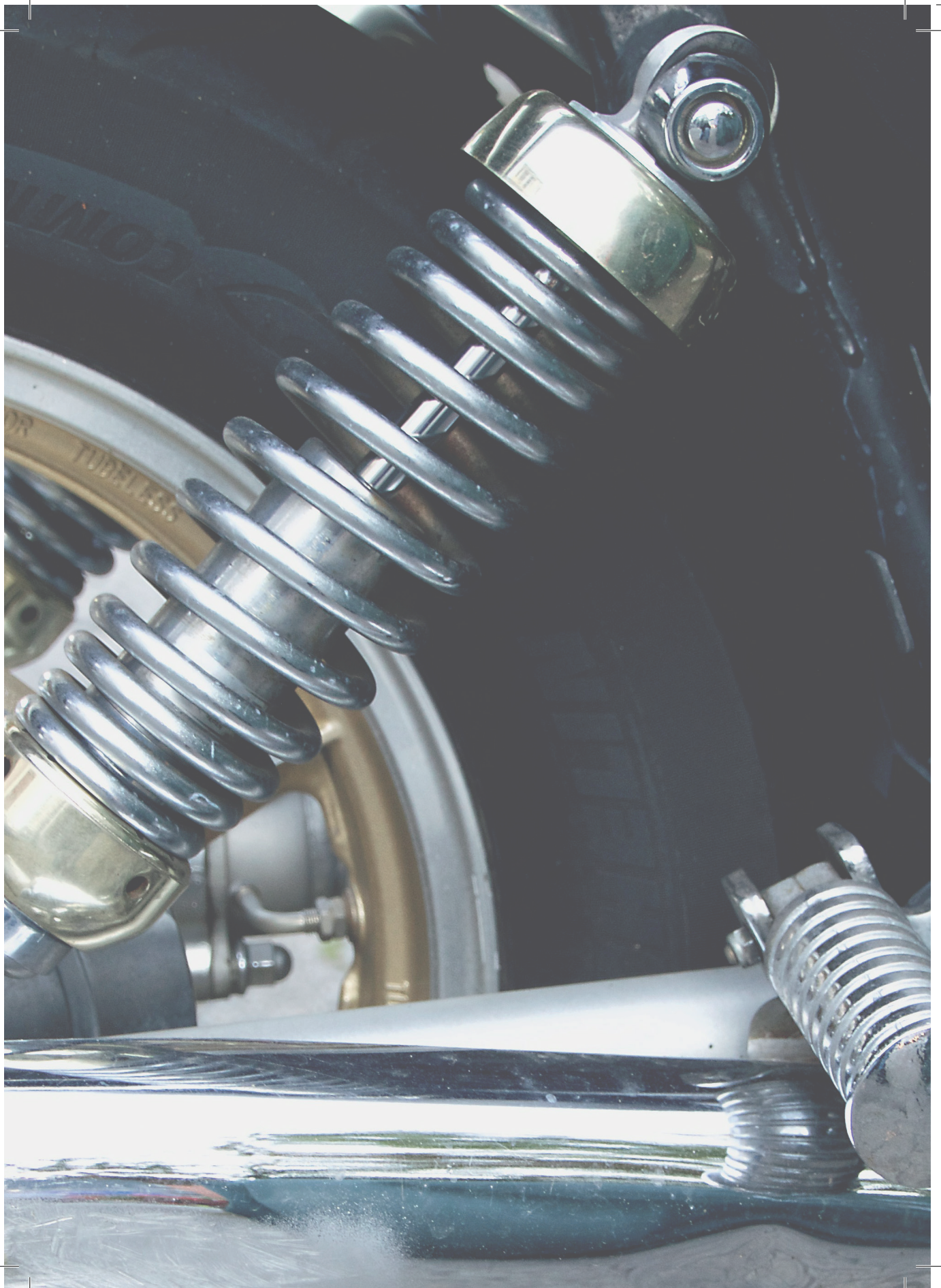
La fonction mécanique est le rôle joué par une pièce à l'intérieur d'un objet plus ou moins complexe.

Toutes les pièces ou organes qui composent un objet technique ont une fonction mécanique : c'est le rôle que joue cet organe à l'intérieur de l'objet.

Les cinq fonctions mécaniques élémentaires sont : la liaison, le guidage, la lubrification, l'étanchéité et le support.

- La fonction de liaison est la fonction mécanique élémentaire jouée par tout organe qui lie ensemble différentes pièces d'un objet technique. Il s'agit de la fonction d'un organe d'assemblage qui est assurée par la forme complémentaire des pièces.
- La fonction de guidage est une fonction élémentaire d'un organe qui dirige un autre organe selon une trajectoire précise. On distingue deux types de guidage : guidage en translation et guidage en rotation. La liaison et le guidage permettent de supprimer les possibilités de mouvement qui entraveraient le bon fonctionnement d'un mécanisme ou d'un objet.
- La fonction de lubrification : il s'agit de la fonction d'une substance qui permet de réduire le frottement. On distingue 3 formes de lubrifiants : liquides, semi-liquides et solides.
- La fonction d'étanchéité : Il s'agit de la fonction d'un organe qui empêche un fluide (liquide ou gazeux) de s'échapper de son contenant.
- La fonction de support est la fonction mécanique élémentaire jouée par un organe qui sert à supporter et maintenir une ou plusieurs autres pièces dans une position donnée.

Lorsque l'on parle du rôle joué par une seule pièce dans un objet technique, on parle alors de fonction mécanique élémentaire.





Titre 2

Caractéristiques de liaison

Objectif :

*Donner les caractéristiques
de liaison.*

Questions de rappel

- 1** Restitue la définition d'une fonction mécanique élémentaire.
- 2** Cite et explique deux fonctions mécaniques élémentaires.
- 3** Énumère trois fonctions mécaniques élémentaires dans une moto.
- 4** Donne les rôles d'une vis et d'un tournevis.
- 5** Sais-tu comment la selle d'un vélo est-elle fixée à la tige ?

Présentation de la situation

Lors de l'étude du milieu dans un atelier mécanique, les élèves de la 5^{ème} année d'une école primaire de Mbandaka constatent que les pièces du vélo observé sont maintenues pour fonctionner et qu'elles présentent des différences remarquables entre elles au niveau de leur état caractéristique.

Profitant de l'occasion, leur enseignant(e) les répartit en sous-groupes de cinq élèves et les invite à se renseigner auprès des professionnel(le)s sur les caractéristiques de liaison des pièces dans un vélo. Outre les informations à recueillir auprès des professionnel(le)s, ils consulteront aussi le Web.

Observation didactique

Activité A : Observe ces images et dis ce qu'elles représentent.



Figure 10



Figure 11



Figure 12



Figure 13



Figure 14

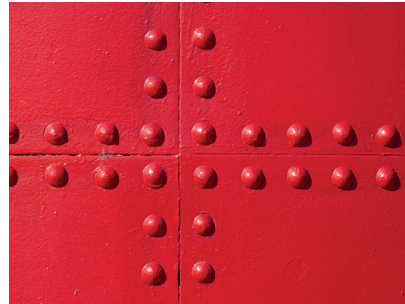


Figure 15



Figure 16



Figure 17

Activité B : Identifie les objets observés en images (Activité A) et cite-les.

Activité C : Sur base des caractéristiques suivantes et des renseignements reçus, dis comment se présente la liaison de chaque objet identifié en image : Directe ou indirecte, démontable ou indémontable, rigide ou élastique, complète ou totale, partielle.

À savoir

Un objet technique comporte la plupart du temps plusieurs pièces. Ces pièces ont besoin d'être maintenues ensemble pour qu'elles puissent accomplir leurs fonctions.

Reprenons l'exemple vu à la fin de la situation précédente. Dans une brouette, le châssis (1) supporte le porte-charge (2). La liaison entre ces deux parties est généralement assurée à l'aide de vis. Il s'agit donc d'une liaison complète et rigide empêchant tout mouvement du porte-charge. On pourrait ajouter que le pied (3) supporte le châssis de la brouette.



Figure 18 : Brouette

On peut donc décrire une liaison en déterminant les quatre caractéristiques qui la qualifient : directe ou indirecte, démontable ou indémontable, rigide ou élastique, complète ou partielle.

Liaison directe ou indirecte

Liaison directe : Il n'y a pas d'organe de liaison entre les pièces à assembler. Ce sont des pièces de formes complémentaires qui assurent la liaison directe. Les pièces tiennent ensemble sans aide.

Par exemple, cette image démontre l'inexistence d'organe de liaison entre le stylo et le capuchon. Les deux sont simplement emboîtables.



Figure 19 : Stylo à bille

Liaison indirecte : les pièces ont besoin d'un organe de liaison pour tenir ensemble. Un ou plusieurs organes d'assemblage (vis, clou, colle, goupille, etc.) sont nécessaires dans une liaison indirecte.

Par exemple, cette image démontre la présence d'organes d'assemblage, ici les vis notamment.



Figure 20 : Jante de voiture

Liaison rigide ou élastique

Liaison rigide : cette liaison ne permet aucune déformation de pièces assemblées. L'organe de liaison est rigide et il ne permet aucun changement de position des pièces qu'il relie.



Figure 21 :Table

Liaison élastique : les surfaces des pièces liées ou l'organe de liaison sont déformables. Les pièces peuvent s'aplatir ou s'étirer pour assurer le fonctionnement de l'objet. Les liaisons élastiques sont utilisées pour amortir les chocs et les vibrations. On y retrouve souvent des ressorts ou des pièces en caoutchouc.

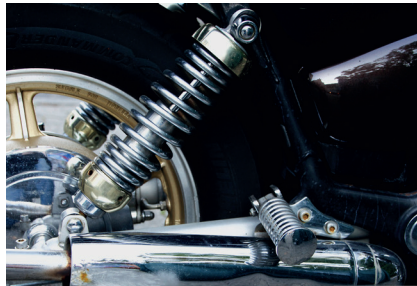


Figure 22 :Amortisseur

Liaison démontable (non permanente) ou indémontable (permanente)

Liaison démontable : ce type de liaison permet de séparer plusieurs fois les pièces sans endommager les surfaces des pièces ni l'organe de liaison. Ce type de liaison est surtout utilisé pour une révision ou un remplacement de pièces. On retrouve souvent des vis et des écrous dans ce type de liaison.



Figure 23 : Téléphone démonté

Liaison indémontable : on ne peut pas séparer les pièces sans détériorer l'organe de liaison ou les surfaces des pièces. Il s'agit d'une liaison qui est irréversible.



Figure 24 : Rivets

Liaison complète (totale) ou partielle

Liaison complète (aussi dite totale): lorsqu'il n'y a aucune possibilité de mouvement entre les pièces liées, la liaison est complète. Dans cette liaison, il n'y a pas de degré de liberté puisqu'aucun mouvement n'est permis.



Figure 25 : Tournevis

Liaison partielle: une liaison est partielle lorsqu'il y a possibilité de mouvement entre les pièces. Ces liaisons sont classées suivant le nombre et la nature des mouvements relatifs. Les pièces d'une liaison partielle peuvent bouger les unes par rapport aux autres.



Figure 26 : Ciseaux

Questions de révision

- 1** Explique trois caractéristiques qui qualifient une liaison.
- 2** Explique pourquoi le stylo et son capuchon présentent une liaison directe.
- 3** Donne les liaisons qui présentent les trois parties d'une brouette.
- 4** Observe ta maison familiale et cite les pièces dont les caractéristiques sont démontables, indémontables, complètes, rapides et partielles.
- 5** En sous-groupes de cinq élèves, décrivez les caractéristiques de liaison d'une moto.
- 6** Colle dans ton cahier de technologie l'image de la selle d'une moto.
- 7** Dessine dans ton cahier de technologie une moto.

Résumé

La fonction de liaison est une fonction mécanique élémentaire jouée par tout organe qui lie ensemble différentes pièces d'un objet technique. Il s'agit de la fonction d'un organe d'assemblage où cette fonction est assurée par la forme complémentaire des pièces.

Ses caractéristiques sont directe ou indirecte, démontable ou indémontable, rigide ou élastique, complète ou totale et partielle :

- dans la liaison directe, il n'y a pas d'organe de liaison entre les pièces à assembler. Les pièces sont emboîtables.
- dans la liaison indirecte, les pièces ont besoin d'un organe de liaison pour tenir ensemble.
- la liaison démontable permet de séparer plusieurs fois les pièces sans endommager les surfaces des pièces ni l'organe de liaison.
- la liaison indémontable est irréversible, on ne peut pas séparer les pièces sans détériorer l'organe de liaison.
- la liaison rigide ne permet aucune déformation, aucun changement de position des pièces reliées.
- la liaison élastique permet une déformation, une adaptation. On y retrouve souvent des ressorts ou des pièces en caoutchouc.
- la liaison complète, ou totale, n'offre aucun degré de liberté, il n'y a aucune possibilité de mouvement entre les pièces liées.
- la liaison partielle offre une possibilité de mouvement entre les pièces.





Titre 3

Fonctions mécaniques complexes

Objectif :

Identifier et décrire les fonctions mécaniques complexes.

Questions de rappel

- 1 Restitue la définition d'une fonction de liaison.
- 2 Cite deux fonctions mécaniques élémentaires.
- 3 Énumère trois caractéristiques qui qualifient une liaison.
- 4 Donne le rôle d'une fonction mécanique.

Présentation de la situation

L'enseignant Luendu de la 5^{ème} année à l'école primaire Lola dans la ville de Kamina, province du Haut-Lomami, demande à ses élèves de se renseigner auprès des professionnel(le)s et de consulter le web afin d'identifier et de décrire les fonctions mécaniques complexes. Un élève réagit en demandant quelle différence existe-il avec les fonctions mécaniques étudiées précédemment ?

Pour répondre à cette question, l'enseignant les répartit en sous-groupes de cinq élèves.

Observation didactique

Activité A : Sur base de ces images, dis ce que tu vois.



Figure 27



Figure 28

Activité B : Cite les objets observés en images ci-dessus.

Activité C : Identifie les systèmes de fonctionnement de ces objets techniques.

À savoir

Systeme

Dans les objets techniques présentés en images ci-dessus, on retrouve des pièces qui, regroupées ensemble, ont un rôle commun à jouer.

Par exemple, dans un vélo, le pédalier (organe moteur) est actionné par nos jambes, ce qui entraîne la chaîne (organe intermédiaire) afin de transmettre le mouvement à la roue dentée (organe mené) de la roue arrière, nous permettant ainsi d'avancer. Ces trois pièces jouent le même rôle dans le vélo qui est de permettre le déplacement du vélo.

Lorsque plusieurs pièces ont la même fonction, on dit qu'elles forment un système. Le rôle d'un système est donc plus complexe que celui d'une pièce seule. Généralement, un système servira à transférer un mouvement d'une pièce à l'autre. Lors de ce transfert, le type de mouvement peut rester le même chez toutes les pièces impliquées. Il peut toutefois être modifié, ce qu'on nomme alors une transformation du mouvement. En fonction de la taille et de la forme des différentes pièces qui composent le système, on peut aussi modifier la vitesse ou encore l'orientation du mouvement.

Une fonction mécanique complexe est le rôle joué par un système dans un objet technique.

Les pièces impliquées dans un système sont regroupées selon trois types. On retrouve toujours un organe moteur, un organe mené et un ou plusieurs organes intermédiaires. Un système est considéré réversible lorsqu'il peut être actionné par l'organe moteur et par l'organe mené.

Le tableau suivant présente les organes impliqués dans le système de transmission du mouvement dans un vélo.




Organe	Définitions	Exemple
Organe moteur (organe menant)	Cet organe reçoit la force nécessaire pour faire fonctionner le système.	
Organe intermédiaire	Situé entre l'organe moteur et l'organe récepteur, il communique l'action du premier au second.	
Organe mené (organe récepteur)	Cet organe reçoit le mouvement.	

Figure 29 :Tableau des organes d'un système de vélo

Identification et description des rôles des fonctions mécaniques complexes

On distingue trois fonctions mécaniques complexes :

- les mécanismes de transmission du mouvement ;
- les mécanismes de transformation du mouvement ;
- les mécanismes de changements de vitesse.

La transmission du mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre sans en modifier la nature. Le type de mouvement demeure le même d'une pièce à l'autre.

La transformation du mouvement au contraire consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre, tout en modifiant sa nature. Le type de mouvement change, soit d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation ou inversement.

Le changement de vitesse est le rapport entre la vitesse de rotation de l'organe moteur et la vitesse de rotation de l'organe récepteur. Ce rapport dépend des dimensions de l'organe moteur et de l'organe récepteur.

Ces trois mécanismes présents dans les objets techniques mécaniques seront abordés plus précisément au chapitre suivant.

Questions de révision

- 1** Établis la différence entre une fonction mécanique simple et une fonction mécanique complexe (avec un exemple à l'appui).
- 2** Donne le rôle d'un système.
- 3** Donne les différences entre les mécanismes étudiés.
- 4** Colle dans ton cahier de technologie les images d'une dynamo et des engrenages.

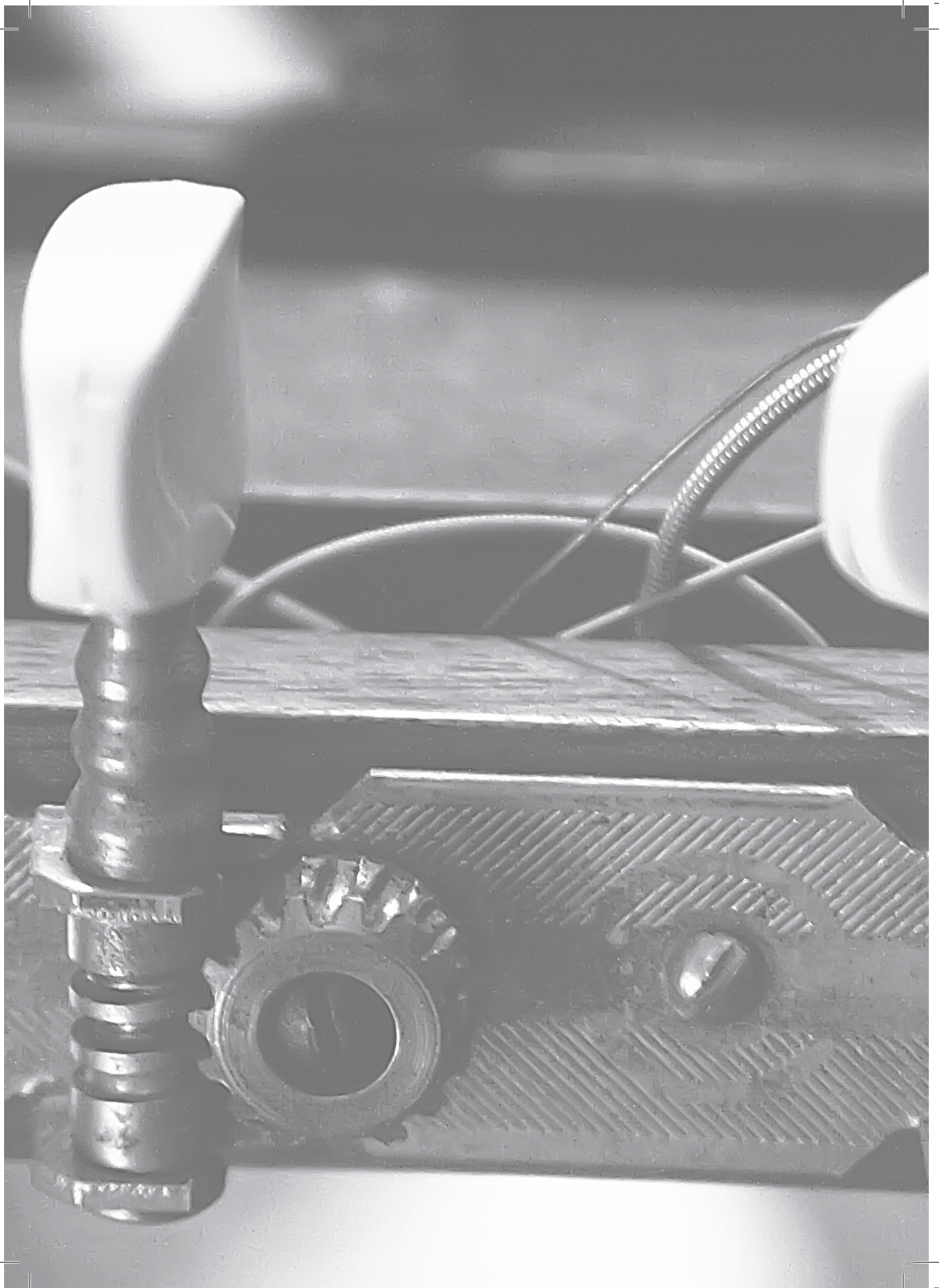
Résumé

Une fonction mécanique complexe est le rôle joué par un ensemble de pièces, que l'on nomme un système, dans un objet technique.

Les pièces impliquées dans un système sont regroupées selon trois types. On retrouve toujours un organe moteur, un organe mené et un ou plusieurs organes intermédiaires. Un système est considéré réversible lorsqu'il peut être actionné par l'organe moteur et par l'organe mené.

Trois fonctions mécaniques complexes se retrouvent dans la plupart des objets techniques :

- le mécanisme de transmission du mouvement ;
- le mécanisme de transformation du mouvement ;
- le mécanisme de changements de vitesse.





Titre 4

Mécanisme de transmission de mouvement

Objectif :

Savoir donner les caractéristiques, avantages et inconvénients des systèmes de transmission du mouvement.

Questions de rappel

- 1 **Définis une fonction mécanique complexe.**
- 2 **Établis la différence entre une fonction mécanique élémentaire et une fonction mécanique complexe. Donne pour chacune un exemple.**
- 3 **Cite les différentes fonctions mécaniques complexes.**
- 4 **Que sais-tu d'une courroie de transmission ?**

Présentation de la situation

En prévision de l'étude du milieu dans un atelier mécanique, un groupe d'élèves de la 5^{ème} année d'une école primaire de la place, demande à leur enseignant de leur donner des précisions sur l'utilité des mécanismes étudiés précédemment (leurs avantages et inconvénients).

Saisissant de l'occasion, l'enseignant répartit les élèves en sous-groupes de cinq et leur demande de se renseigner auprès des professionnels du milieu afin d'exécuter cette tâche.

Observation didactique

Activité A : Observe ces images et dis ce que tu vois.

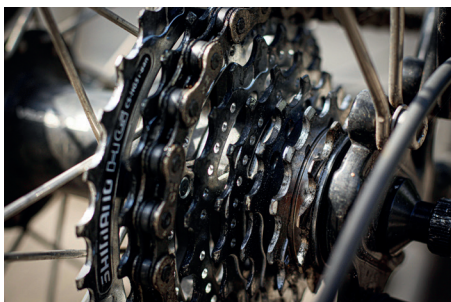


Figure 30

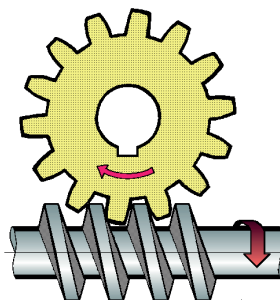


Figure 31

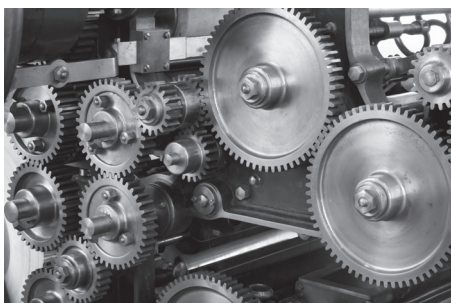


Figure 32



Figure 33

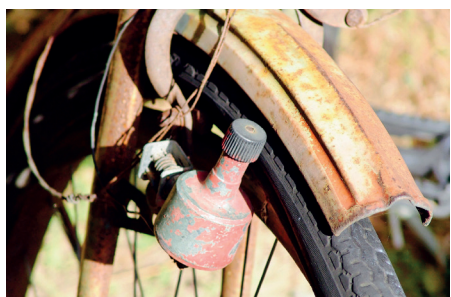


Figure 34



Figure 35

Activité B : Cite les objets techniques observés en images ci-dessus.

Activité C : Identifie et relève dans ces objets observés les différents mécanismes.

Activité D : Montre le type de système d'embrayage (manuel ou automatique).

À savoir

Trois fonctions mécaniques complexes se retrouvent dans la plupart des objets techniques :

- les mécanismes de transmission du mouvement qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre sans en modifier la nature. Le type de mouvement demeure le même d'une pièce à l'autre.
- les mécanismes de transformation du mouvement qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre, tout en modifiant sa nature. Le type de mouvement change, soit d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation ou inversement.
- les mécanismes de changements de vitesse est le rapport entre la vitesse de rotation de l'organe moteur et la vitesse de rotation de l'organe récepteur. Ce rapport dépend des dimensions de l'organe moteur et de l'organe récepteur.

La transmission du mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre sans en modifier la nature. Le type de mouvement demeure le même d'une pièce à l'autre.

Dans certains objets techniques, il est parfois utile de transmettre un mouvement d'une pièce vers une ou plusieurs autres pièces. Lorsque le mouvement issu d'une force d'une pièce mécanique est communiqué à une autre sans qu'il soit transformé, on dit qu'il y a transmission du mouvement. Ainsi, un organe moteur en mouvement transmet l'action à un organe récepteur (ou mené). Les deux organes peuvent être directement en contact ou la transmission peut se faire à l'aide d'un organe intermédiaire.

Prenons l'exemple du système d'embrayage. Tout véhicule possède un système d'embrayage, qui peut être automatique ou manuel, commandé alors par une pédale. Il existe deux types principaux d'embrayage : l'embrayage à friction et l'embrayage hydraulique :

- L'embrayage à friction, qui est tributaire d'un contact solide entre le moteur et la transmission, comporte un disque monté sur un moyeu cannelé, qui peut glisser sur l'arbre primaire du changement de vitesse. Lorsque l'embrayage est engagé, un plateau mobile presse le disque contre le volant d'inertie, communiquant ainsi un mouvement de rotation à l'arbre du changement de vitesse.
- L'embrayage hydraulique, appelé aussi coupleur, utilise le principe de transmission hydraulique.

Logé juste derrière le moteur, un système de transmission automatique permet de décharger le conducteur des manœuvres d'embrayage et de changement de vitesse. Toutefois, ce système peut être également commandé manuellement au moyen du levier de vitesse.

La plupart des systèmes de transmission du mouvement communique un mouvement de rotation d'une pièce à l'autre. Les mécanismes peuvent être réversibles ou non (changer de direction) et ils peuvent modifier le sens de la rotation ou non.

Parmi les systèmes de transmission du mouvement, les plus répandus sont les suivants :

- les roues de friction ;
- les poulies et courroie ;
- les engrenages (roues dentées) ;
- les roues dentées et chaînes ;
- les roues et vis sans fin.

Les roues de friction

Un système de roues de friction est composé de deux ou plusieurs roues en contact dont le mouvement de rotation est transmis par frottement.

Le système de roues de friction est similaire au système d'engrenage à la différence que les roues n'ont pas de dents. La surface des roues est plutôt rugueuse et le frottement entre les pièces doit être suffisamment important pour limiter le glissement et ainsi assurer une transmission efficace du mouvement.

Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
<p>Le sens de rotation est inversé d'une roue à l'autre.</p> <p>Le mouvement du système de roues de friction est réversible.</p> <p>L'axe de rotation des roues peut changer; on peut donc passer d'une rotation verticale à une rotation horizontale par exemple.</p>	<p>Ce système est relativement silencieux.</p> <p>Les roues de friction sont économiques, car l'absence de dents rend les roues faciles à construire.</p>	<p>Les roues ont tendance à glisser les unes sur les autres ce qui ne permet pas toujours une transmission constante du mouvement.</p> <p>La présence de saleté ou d'usure dégrade le frottement entre les roues et perturbe le système.</p>

Il permet de modifier la vitesse de rotation.

Le montage des roues de friction nécessite une grande précision afin de garantir le roulement efficace des roues.

Exemples :

La dynamo permet à une lumière de s'allumer.



Figure 36 : Dynamo de vélo

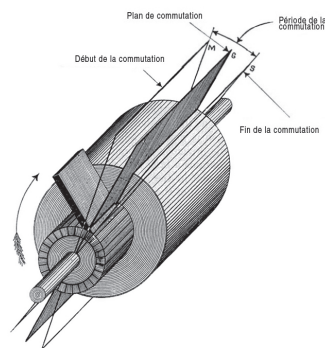


Figure 37 : Fonctionnement dynamo

Les poulies et courroies

Un système de poulies et courroie comporte une poulie qui, en rotation, entraîne la courroie qui transmet ce mouvement à une seconde poulie.

Ce système, tout comme le système de roues de friction, repose sur le principe d'adhérence et de frottement entre les éléments pour transmettre le mouvement. Il permet de transmettre un mouvement de rotation à distance tout comme le système chaîne et roues dentées.

Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
<p>L'adhérence de la courroie sur les poulies réalise l'entraînement du système.</p> <p>Le mouvement des poulies est réversible.</p> <p>Lorsque deux poulies sont reliées par une courroie directe, le sens de rotation est le même. Par contre, si les deux poulies sont reliées par une courroie croisée, elles ont des sens de rotation inversés.</p> <p>On peut modifier la vitesse de rotation du système en utilisant des poulies de diamètres différents.</p>	<p>Ce système est relativement silencieux.</p> <p>Les poulies et courroie ne requièrent pas de lubrification.</p> <p>Ce système permet de transmettre des mouvements très rapides.</p> <p>Une courroie peu rigide, utilisée en torsion, permet de relier des poulies qui n'ont pas des axes de rotation parallèles.</p> <p>Contrairement au système de chaîne et roues dentées, l'élasticité de la courroie permet d'éviter des à-coups (saccades, soubresauts) et de rendre fluide le mouvement de rotation.</p>	<p>La courroie peut glisser des poulies, ce qui diminue l'efficacité de la transmission du mouvement.</p> <p>Le contact entre les poulies et la courroie doit être exempt de corps gras et d'impuretés.</p> <p>La résistance de la courroie est limitée; elle subit une usure normale (la courroie peut se rompre) ou encore peut être non adaptée aux conditions difficiles (par exemple des températures élevées).</p> <p>Ce système nécessite une surveillance périodique afin d'éviter un bris éventuel de la courroie.</p>

Exemples :



Figure 38 : Poulie avec chaîne

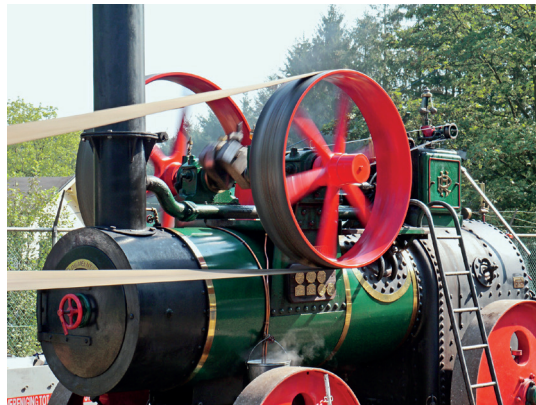


Figure 39 : Courroie de machine à vapeur

Les engrenages (roues dentées)

Un système d'engrenage est composé de deux ou plusieurs roues dentées qui permettent la transmission d'un mouvement de rotation en s'appuyant l'une sur l'autre.

Un système d'engrenage est généralement utilisé lorsque l'on désire transmettre un mouvement de rotation entre des pièces rapprochées. Les dents des roues dentées impliquées viennent successivement en contact les unes avec les autres. On dit alors qu'elles s'engrènent. L'utilisation de roues dentées résout le problème que pose le système de roues de friction puisqu'il empêche tout glissement.

Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
<p>Il existe plusieurs types d'engrenage : la position des roues et leurs dentures permettent de faire varier l'orientation et la précision de la transmission du mouvement.</p> <p>Le système peut être amorcé par n'importe quelle roue et il est réversible.</p> <p>Le sens de rotation est inversé d'une roue à l'autre.</p> <p>Il permet de modifier la vitesse de rotation.</p>	<p>L'engrenage maintient la transmission du mouvement constante puisqu'il ne peut pas y avoir de glissement grâce à la denture des roues.</p> <p>Ce système peut être de très petite taille, ce qui permet de transmettre des mouvements dans de petits espaces.</p> <p>Il s'agit d'un système performant, car les vitesses de rotation peuvent être très élevées.</p>	<p>Ce système génère beaucoup de bruit et de vibration.</p> <p>Son utilisation implique un besoin de lubrification constant.</p> <p>Les coûts de fabrication sont élevés, car il faut être précis dans la confection des dents.</p> <p>Sa fabrication nécessite un ajustement très précis entre les axes à cause des dents.</p> <p>Ce mécanisme ne supporte aucune impureté.</p>

Exemples :

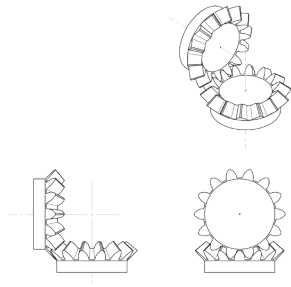


Figure 40 : Engrenage à roues coniques permettant de changer l'axe de rotation

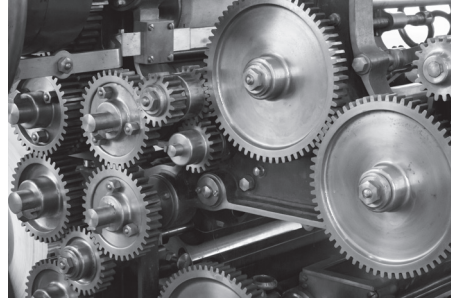


Figure 41 : Roues à denture droite et hélicoïdale



Figure 42 : Engrenage à roues creuses



Figure 43 : Mécanisme d'engrenage dans des montres à gousset

Les roues dentées et chaînes

Le système de roues dentées et chaîne permet la transmission d'un mouvement de rotation entre deux roues dentées ou plus par l'intermédiaire d'une chaîne.

L'entraînement d'un système de chaîne et roues dentées se fait grâce aux maillons de la chaîne qui s'emboîtent dans les dents de la roue. Les roues dentées du système sont les organes moteur et récepteur alors que la chaîne

est l'organe intermédiaire. Ce système permet de transmettre un mouvement de rotation à distance tout comme le système de courroie et poulies.

Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
<p>Les sens de rotation de la roue d'entrée et de la roue de sortie sont identiques.</p> <p>Les mouvements des roues dentées et de la chaîne sont réversibles.</p> <p>La vitesse de rotation du système peut être modifiée en changeant soit le nombre de dents des deux roues, soit leurs diamètres.</p>	<p>L'utilisation d'une chaîne qui s'emboîte sur les dents des roues empêche tout glissement.</p> <p>Ce type de système permet d'appliquer de grandes forces sur la roue motrice pour entraîner le mouvement.</p>	<p>Le système de chaîne et roues dentées est source de bruit et de vibration.</p> <p>Ce système exige une lubrification constante afin d'éviter l'usure prématurée de la chaîne.</p> <p>La tension de la chaîne doit être périodiquement ajustée.</p> <p>La vitesse de rotation des roues dentées a une certaine limite, car la chaîne a tendance à dérailler lorsqu'elle n'est pas assez tendue ou lorsque le mécanisme tourne trop vite.</p> <p>Les axes des roues doivent être rigoureusement parallèles.</p> <p>Les coûts d'installation sont généralement élevés.</p>

Exemples :



Figure 44 : Chaîne de vélo

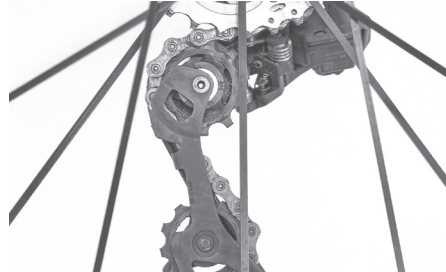


Figure 45 : Dérailleur de vélo

Les roues et vis sans fin

Le système de roue et de vis sans fin est composé d'une roue dentée et d'une vis comportant un filetage hélicoïdal.

Dans ce système, le filet de la vis sans fin s'emboîte dans les dents d'une roue dentée. On dit que la vis est sans fin puisqu'elle peut entraîner indéfiniment la roue dentée.

Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
Un tour complet de la vis sans fin fait tourner la roue dentée d'une seule dent. Il s'agit d'un mouvement irréversible, car le mouvement peut être amorcé seulement par la vis.	Aucun glissement n'est possible dans ce système. On peut considérablement réduire la vitesse à l'aide de ce système.	Pour fonctionner, il doit y avoir un ajustement précis des dents de la roue avec le pas de vis. Le système de roue et de vis sans fin est difficile à construire. Il a tendance à s'user rapidement.

Si on tente d'amorcer le mouvement par la roue dentée, la vis refuse de tourner et se bloque.

L'utilisation de ce système modifie l'axe de rotation. En effet, la roue dentée effectuera une rotation perpendiculaire à celle de la vis sans fin.

Ce système permet de réduire la vitesse ou encore d'augmenter la force dans un objet.

Ce système ne se desserre pas lorsqu'on relâche la vis sans fin; il permet de bloquer un serrage.

Ce système offre un ajustement très précis.

Exemples :

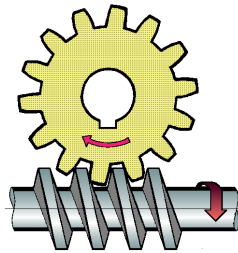


Figure 46 : Système de roue et vis sans fin

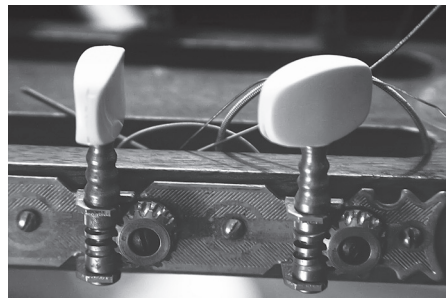


Figure 47 : Clé d'accordage de guitare acoustique

Les mécanismes de transmission du mouvement peuvent modifier la vitesse du mouvement transmis.

Questions de révision

- 1** Donne deux caractéristiques des poulies et courroie, engrenages et des roues et vis sans fin.
- 2** Colle dans ton cahier de technologie les images d'un engrenage, d'une poulie et d'une roue de friction.
- 3** Dessine dans ton cahier de technologie une poulie et une courroie.

Résumé

Trois fonctions mécaniques se retrouvent dans la plupart des pièces : les mécanismes de transmission du mouvement, les mécanismes de transformation du mouvement et les mécanismes de changement de vitesse.

La transmission du mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre sans en modifier la nature. Le type de mouvement demeure le même d'une pièce à une autre.

Il existe cinq mécanismes de transmission du mouvement : les roues de friction, la courroie, les poulies, les engrenages (roues dentées), chaînes et roues et vis sans fin. Chacun ont leurs avantages et leurs inconvénients, et le choix doit se faire en fonction de la situation et des contraintes.





Titre 5

Mécanisme de transformation de mouvement et de changement de vitesse

Objectif :

Décrire les mécanismes de transformation du mouvement et expliquer les changements de vitesse.

Questions de rappel

- 1 **Définis la transmission du mouvement.**
- 2 **Cite deux mécanismes de transmission du mouvement.**
- 3 **Donne un avantage et un inconvénient du système des roues dentées et chaînes.**
- 4 **Cite trois mécanismes de fonctions mécaniques complexes.**

Présentation de la situation

L'élève Kamanda de la 5^{ème} année dans une école primaire de la place est préoccupé par les différents mécanismes employés pour le fonctionnement d'un véhicule. Malheureusement, il n'a aucune idée sur ces mécanismes. Le lendemain, à l'école, il sollicite le concours de son enseignant Kanda.

Profitant de l'occasion, ce dernier organise une visite guidée dans un atelier mécanique du milieu, répartit les élèves en sous-groupes de cinq et leur demande de se renseigner auprès des professionnel(le)s et de consulter le web sur les mécanismes de transmission du mouvement, de transformation du mouvement et les changements de vitesse.

Observation didactique

Activité A : Observe ces images et dis ce que tu vois.



Figure 48



Figure 49



Figure 50



Figure 51

Activité B : Cite les objets techniques observés en images ci-dessus.

Activité C : Identifie dans chaque objet technique observé en image, les mécanismes employés.

À savoir

Dans les fonctionnements des objets techniques mécaniques, on y retrouve les mécanismes de transmission de mouvement, ceux de transformation du mouvement et ceux de changements de vitesse.

Après avoir vu les mécanismes de transmission du mouvement, nous allons maintenant nous pencher sur les mécanismes de transformation du mouvement et ceux du changement de vitesse.

Les mécanismes de transformation du mouvement

La transformation du mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre, tout en modifiant sa nature (contrairement au mécanisme de transmission du mouvement). C'est parce qu'il y a modification de la nature du mouvement que l'on parle de « transformation ». Ainsi, le type de mouvement change, soit d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation ou inversement.

Dans certains objets techniques mécaniques, le mouvement d'une pièce provoque celui d'autres pièces. Toutefois, le type de mouvement de l'organe moteur change lorsqu'il est transmis à l'organe récepteur. Ainsi, un mouvement de translation de l'organe moteur peut provoquer un mouvement de rotation chez l'organe récepteur. L'inverse est aussi possible. Parmi les systèmes de transformation du mouvement, on retrouve les systèmes suivants:

- le système à vis et écrou ;
- le système à bielle et manivelle ;
- le système à pignon et crémaillère ;
- le système à came et tige-poussoir.

Le système à vis et écrou

Le système à vis et écrou permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation en combinant les mouvements d'une vis et d'un écrou.

Il existe deux types de systèmes à vis et écrou. Dans certains systèmes, c'est la vis qui joue le rôle d'organe moteur. Dans ce cas, le mouvement de rotation de la vis se transforme en mouvement de translation pour l'écrou. Dans d'autres systèmes, c'est plutôt l'écrou qui constitue l'organe moteur. Dans ce cas, le mouvement de rotation de l'écrou se transforme en mouvement de translation pour la vis.

Ce mécanisme est irréversible; il ne peut qu'être amorcé par une rotation de l'organe moteur. En effet, une translation de la vis ou de l'écrou bloque le mécanisme. C'est par exemple le cric pour les voitures et le pince-étau.



Figure 52 : Cric pour les voitures

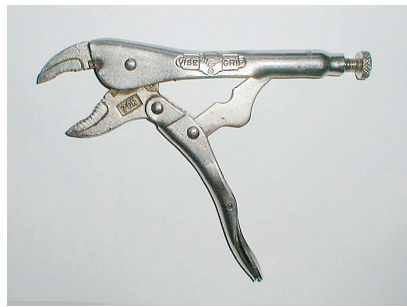


Figure 53 : Pince-étau

Nous pouvons citer d'autres exemples, tels que les tendeurs de câbles, la serre en C, la vis de robinetterie, le presseur, l'ajustement d'appareil exerciseur, l'ajustement de jumelles, l'ajustement de câble de vélo, le tabouret de piano, etc.

Le système à bielle et manivelle

Le système à bielle et manivelle transforme un mouvement de rotation en mouvement de translation alternatif (mouvement de va-et-vient rectiligne) et vice versa.

Dans ce système, la bielle est la tige rigide liée par une liaison pivot à ses deux extrémités, alors que la partie « manivelle » représente la pièce sur laquelle on peut appliquer un mouvement de rotation. Le contact entre la bielle et la manivelle est essentiel afin que le mouvement puisse être transmis dans le système. Le mouvement est généralement initié par la rotation de la manivelle qui transmet un mouvement de translation alternatif à la bielle. Cette transformation est réversible puisqu'elle peut s'effectuer dans le sens inverse.

Il est à noter que la bielle, parfois organe récepteur, peut aussi être un organe intermédiaire qui transmettra le mouvement de translation à une autre pièce, par exemple à un piston. Dans un moteur à combustion, le système à bielle et à manivelle occupe une place importante. Le piston est relié à la bielle qui elle est reliée à la manivelle qui entraînera le vilebrequin. Ainsi, en remontant, le piston comprime le mélange de gaz dans le cylindre.

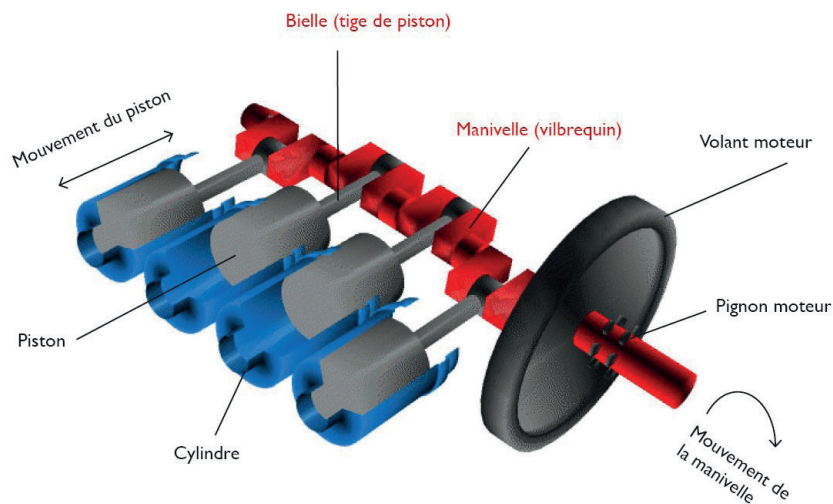


Figure 54 : Système de bielle-manivelle

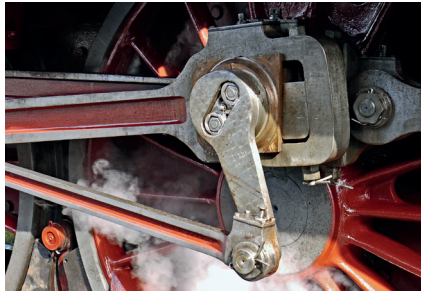


Figure 55 : Roues d'une locomotive à vapeur

On peut citer comme exemple de mécanisme qui utilisent ce système, outre la locomotive à vapeur : les moteurs à essence, les moteurs à diesel, les pompes, les respirateurs en médecine, les anciennes machines à coudre, le rouet, la meule, etc.

Le système à pignon et crémaillère

Le système à pignon et crémaillère transforme le mouvement de rotation du pignon en un mouvement de translation de la crémaillère ou vice versa.

Ce système comprend une roue dentée qu'on appelle « pignon » et une tige dentée qu'on appelle « crémaillère ». Lorsque le pignon tourne, ses dents s'engrènent dans les dents de la crémaillère et entraînent cette dernière dans un mouvement de translation. À l'inverse, si l'on fait bouger la crémaillère, les dents de la crémaillère s'engrèneront dans les dents du pignon qui subira alors un mouvement de rotation. Il s'agit donc d'un système réversible.

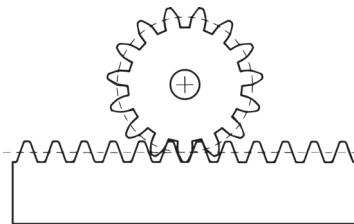


Figure 56 : Système de pignon et crémaillère

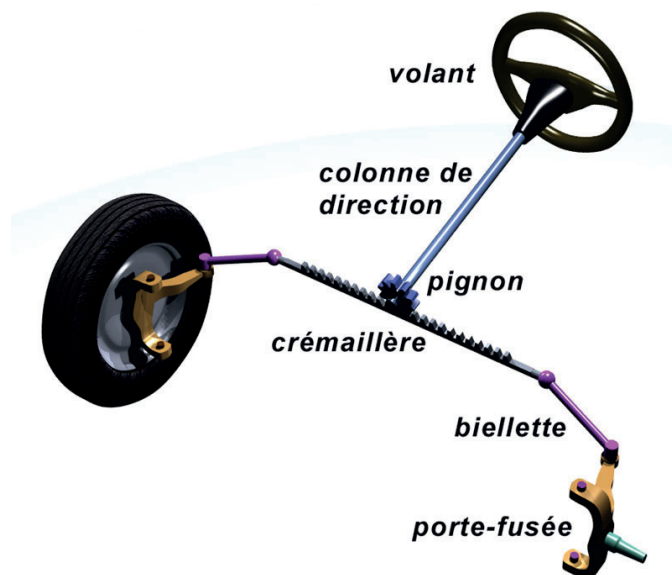


Figure 57 : Direction à crémaillère d'une automobile

Les autres exemples de mécanismes utilisant ce système, tels que les tendeurs de filets (filet de badminton par exemple), mécanismes d'ajustement de certains microscopes, funiculaire, trépied pour appareil photo, etc, transforment le mouvement de rotation du pignon en un mouvement de translation de la crémaillère ou vice versa.

Le système à came et tige-poussoir

Le système de came et tige-poussoir (aussi appelée tige guidée) permet de transformer le mouvement de rotation de la came en un mouvement de translation alternatif (de va-et-vient) de la tige-poussoir.

On appelle « came » une roue qui a la forme d'un œuf. La came peut aussi être un disque de forme irrégulière ou un disque dont le pivot est décentré. Dans ce cas, on parle d'« excentrique ». On appelle « tige-poussoir » ou « tige guidée » la tige qui est appuyée sur la came. Lorsque la came tourne, la tige-poussoir effectue un mouvement de translation alternatif (mouvement de va-et-vient rectiligne). Ce système est irréversible.

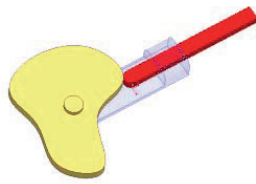


Figure 58 : Came

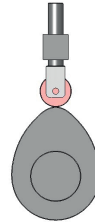


Figure 59 : Came à profil extérieur ovoïde



Figure 60 : Arbre à came, système de came et tige poussoir



Figure 61 : Manivelle excentrique, dans un système manivelle-bielle-piston

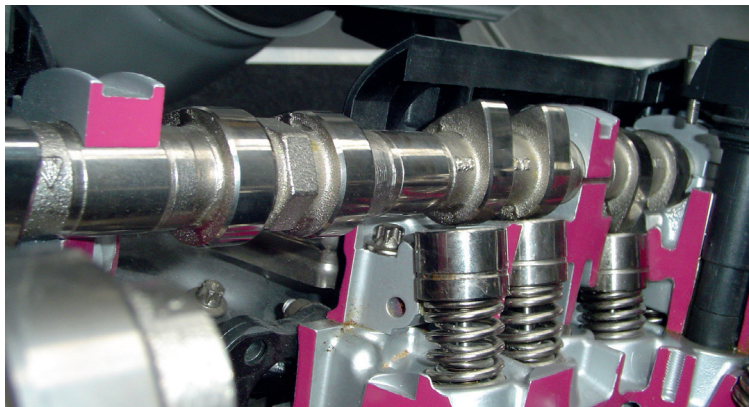


Fig. 62 : Arbre à came en tête

Exemples d'objets mécaniques usant du système à came : jouets mécaniques, mécanismes de commande de l'ouverture de la fermeture des soupapes dans un moteur d'automobiles (arbre à cames et valves), machines à coudre, etc.

Les mécanismes de changements de vitesse

Le changement de vitesse est le rapport entre la vitesse de rotation de l'organe moteur et la vitesse de rotation de l'organe récepteur. Ce rapport dépend des dimensions de l'organe moteur et de l'organe récepteur.

Bien qu'un mécanisme de transmission du mouvement ne change pas le type de mouvement transmis, il peut en modifier le sens, l'axe de rotation, mais aussi la vitesse. On dit qu'il y a changement de vitesse lorsque l'organe moteur ne tourne pas à la même vitesse que l'organe récepteur.

On distingue :

- les changements dans les sens de rotation des mécanismes ;
- les changements de vitesse dans les systèmes d'engrenage ou de chaîne et de roues dentées ;
- les changements de vitesse dans les systèmes de roues de friction ou de courroie et de poulies ;
- les changements de vitesse dans les systèmes de roue et de vis sans fin ;
- le couple moteur et le couple résistant.

Les changements de rotation

Pour comprendre les rotations, il faut penser comme un miroir. Si une roue tourne vers l'extérieur, elle entraînera l'autre roue vers l'extérieur également. Si au contraire la roue menante tourne vers l'intérieur, alors la roue menée tournera vers l'intérieur également.

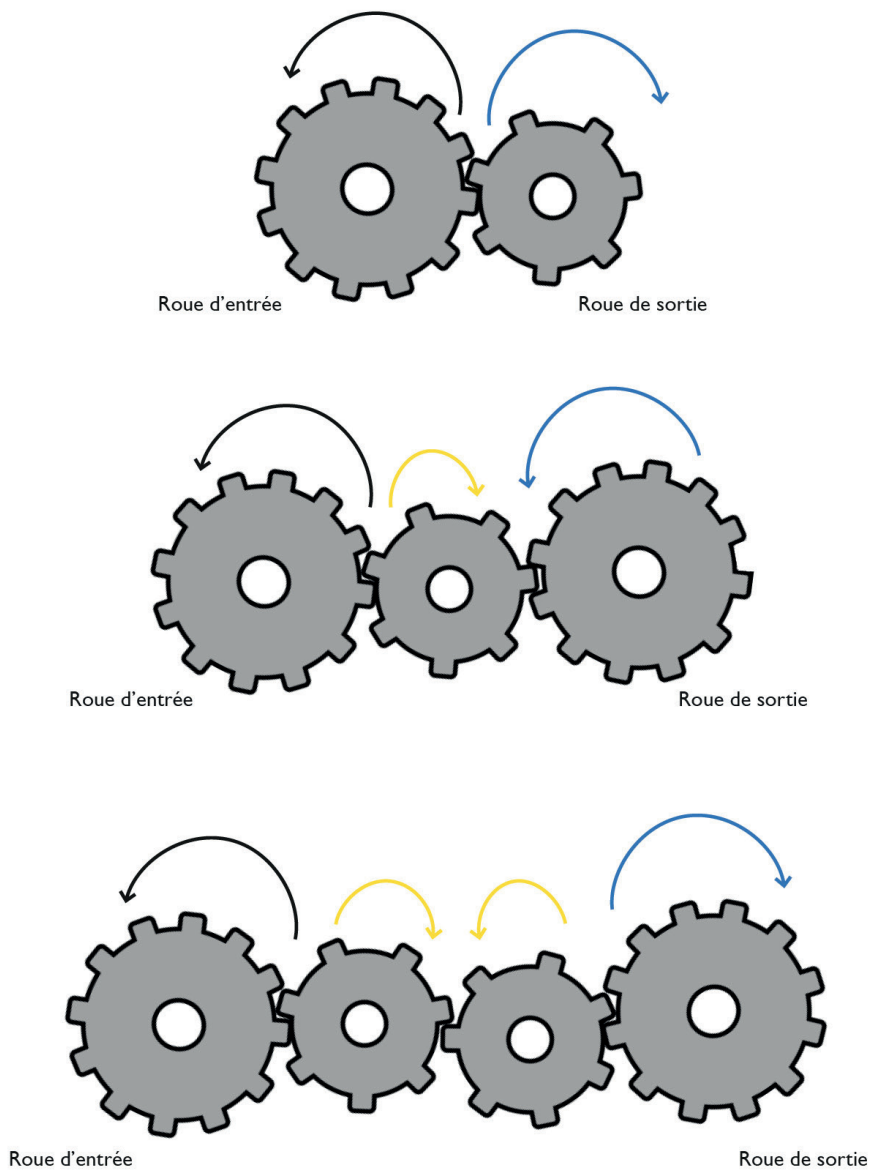


Fig. 63 : Quelques exemples de rotation des roues

Les changements de vitesse

Pour les roues dentées, le changement de vitesse dépend du nombre de dents de chacune des roues. Pour les roues de friction ou poulies, le changement de vitesse dépend de la taille de chacune des roues.

Si la roue menante possède plus de dents que la roue menée, il y a augmentation de la vitesse de rotation de la roue menée. Si la roue menante est plus grande que la roue menée, il y a augmentation de la vitesse de rotation de la roue menée.



Si au contraire la roue menante possède moins de dents que la roue menée, il y a diminution de la vitesse de rotation de la roue menée. De la même manière, si la roue menante est plus petite que la roue menée, il y a diminution de la vitesse de rotation de la roue menée.

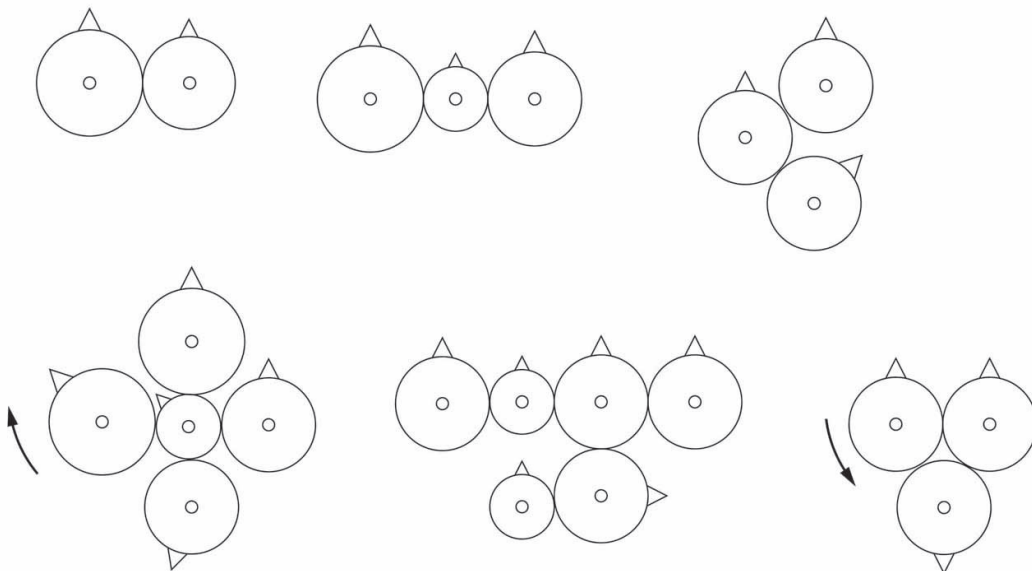


Enfin, si la roue menante possède le même nombre de dents que la roue menée, il n'y a pas de changement de vitesse de rotation. De la même manière, si la roue menante possède le même diamètre que la roue menée, il n'y a pas de changement de vitesse de rotation.

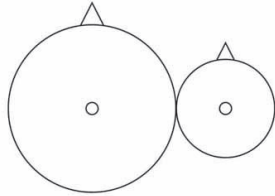


Questions de révision

- 1 Établis la différence entre les trois mécanismes de la leçon.
- 2 Cite et explique deux systèmes de transformation du mouvement.
- 3 Dans les montages suivants, indique par une flèche le sens de rotation de chaque roue.



Souligne la bonne réponse.

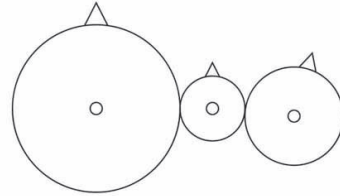


R1

R2

Quand R1 fait un tour, R2 fait :

- plus d'un tour
- moins d'un tour
- un tour



R1

R2

R3

Quand R2 fait un tour :

- R1 fait deux tours
- R3 fait un tour
- R1 et R3 font moins d'un tour

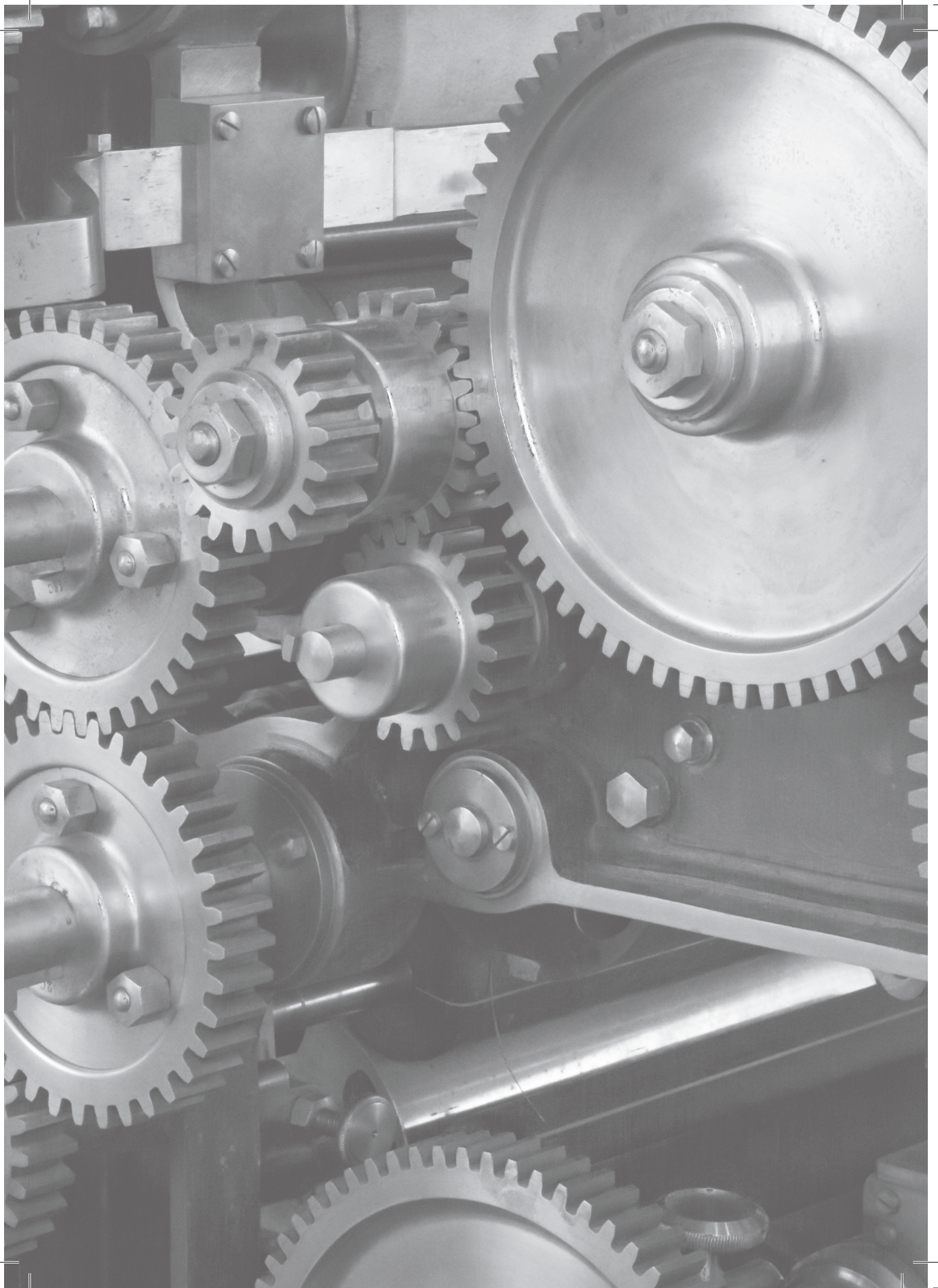
Résumé

La transformation du mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre, tout en modifiant sa nature. Le type de mouvement change, soit d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation ou soit inversement.

Parmi les systèmes de transformation du mouvement, on retrouve les systèmes suivants :

- Le système à vis et écrou, qui permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation en combinant les mouvements d'une vis et d'un écrou.
- Le système à bielle et manivelle, qui transforme un mouvement de rotation en mouvement de translation alternatif (mouvement de va-et-vient rectiligne) et vice versa.
- Le système à pignon et crémaillère, qui transforme le mouvement de rotation du pignon en un mouvement de translation de la crémaillère ou vice versa.
- Le système de came et tige-poussoir (aussi appelée tige guidée), qui permet de transformer le mouvement de rotation de la came en un mouvement de translation alternatif (de va-et-vient) de la tige-poussoir.

Le changement de vitesse est le rapport entre la vitesse de rotation de l'organe moteur et la vitesse de rotation de l'organe récepteur. Ce rapport dépend des dimensions de l'organe moteur et de l'organe récepteur.





Titre 6

Machines simples

Objectif :

Identifier et décrire les machines simples.

Questions de rappel

- 1 **Établis la différence entre la transformation du mouvement et le changement de vitesse.**
- 2 **Cite trois systèmes de transformation de mouvement.**
- 3 **Explique le principe du changement de vitesse de roues dentées.**

Présentation de la situation

Lors d'une visite guidée dans un atelier mécanique de la place, les élèves de la 5^{ème} année d'une école primaire du milieu sont curieux(euses) de connaître les différentes pièces que les professionnel(le)s manipulent, notamment la bielle manivelle, la courroie de transmission, la clé à molette, etc.

L'institutrice Kamango répartit les élèves en cinq sous-groupes et les invite à identifier toutes les machines de l'atelier et les décrire.

Observation didactique

Activité A : Observe ces images et dis ce qu'elles représentent.



Figure 64



Figure 65



Figure 66



Figure 67



Figure 68

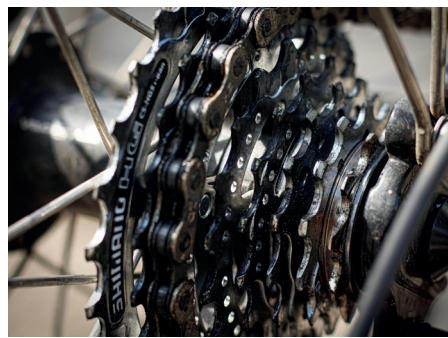


Figure 69

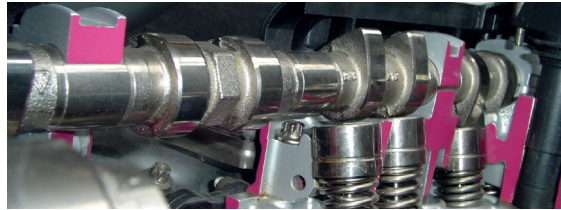


Figure 70



Figure 71



Figure 72

Activité B : Identifie les points communs et les différences entre les objets observés en images.

Activité C : Explique ou devine à quoi servent les objets techniques identifiés.

À savoir

La plupart des machines et petits appareils qui nous entourent fonctionnent grâce à des mécanismes. Qu'ils transmettent un mouvement ou qu'ils le transforment, sans eux la plupart des machines ne seraient d'aucune utilité, malgré toute l'énergie que l'on pourrait déployer.

Comment fonctionnent ces machines et à quoi servent-elles exactement?

Une machine est un ensemble de mécanismes qui, disposés d'une certaine manière, permet de réaliser un travail.

Le mécanisme est l'ensemble des pièces mécaniques mises en mouvement en vue d'assurer le fonctionnement de la machine. Il permet de transmettre et de transformer le mouvement au sein de celle-ci.

Pour fonctionner, la machine a besoin d'énergie qui peut provenir de différentes sources : musculaire, solaire, éolienne, hydraulique, thermique et nucléaire.

Sans les mécanismes de transmission et de transformation du mouvement, l'énergie fournie ne pourrait pas être exploitée pour actionner la machine.

Différents mouvements

Les objets qui nous entourent peuvent décrire différents mouvements. Au sein d'un mécanisme, les différentes pièces décrivent des mouvements similaires.

On parle de mouvement de translation si tous les points de l'objet en mouvement décrivent des trajectoires parallèles. On a des mouvements de translation verticaux et horizontaux.

On parle de mouvement de rotation si l'objet décrit une trajectoire circulaire autour d'un point ou d'un axe fixe.

On dit que le mouvement est continu quand il va toujours dans le même sens ou alternatif si il change périodiquement de sens.

Distinction entre transmission du mouvement et transformation du mouvement

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédents, on parle de mécanisme de transmission du mouvement lorsque le mécanisme sert à transmettre le mouvement du point d'entrée au point de sortie sans modifier la nature (rotation ou translation) du mouvement.

Les mécanismes de transmission peuvent changer la vitesse ou le sens de mouvement mais ne le modifient pas. Par exemple, sur un vélo, le mouvement de rotation des pédales est transmis à la chaîne qui entraîne la roue arrière.

Lorsqu'un mécanisme transforme la nature du mouvement entre le point d'entrée et le point de sortie, on parle de mécanisme de transformation du mouvement.

Par exemple, une bielle-manivelle transforme un mouvement de translation en un mouvement de rotation.

Le point d'entrée correspond à l'endroit du mécanisme où le mouvement initial est produit. Par exemple, pour le vélo, il s'agit de la pédale. Le point de sortie correspond à l'endroit du mécanisme où se produit le mouvement final. Pour le vélo, il s'agit du pignon au niveau de la roue arrière.

Prenons un exemple concret commun à tou(te)s : le vélo. Pour se déplacer, un véhicule a besoin d'énergie mécanique. Dans le cas du vélo, celui-ci est propulsé grâce à la conversion de l'énergie musculaire des jambes en énergie mécanique. Les jambes jouent ainsi le rôle du moteur du vélo. Le point d'entrée est alors la pédale, actionnée par l'énergie musculaire de la jambe. Les pédales entraînent le pédalier, qui transmet un mouvement de rotation au plateau. Ce dernier entraîne la chaîne, qui fait alors tourner le pignon, ce dernier étant le point de sortie, qui entraîne la roue arrière.

Les mécanismes de transmission du mouvement

Nous allons décrire différents mécanismes de transmission du mouvement. Les plus courants sont les engrenages, les poulies et courroies, et les chaînes et roues dentées. Après avoir vu ensemble dans l'Unité 5 les caractéristiques, avantages et inconvénients de ces mécanismes, nous allons maintenant essayer de comprendre leur fonctionnement.

Les engrenages

Il s'agit d'un dispositif composé de deux ou plusieurs roues dentées tournant autour d'axes fixes.

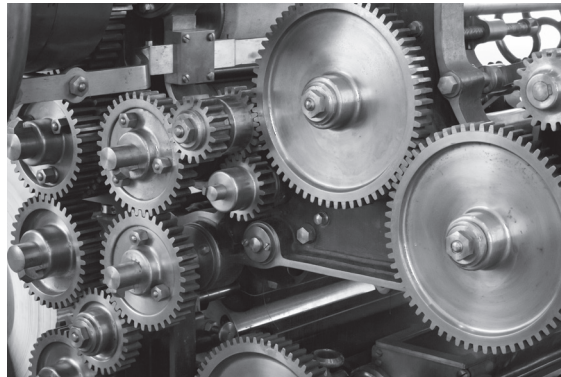


Figure 73 : Engrenage

Ils servent à transmettre le mouvement d'un axe à l'autre au moyen des dents venant au contact l'une après l'autre. Dans l'engrenage, la roue motrice transmet le mouvement et la roue menée le subit.

On distingue aussi la roue d'entrée et la roue de sortie. Dans le cas où il y a plus de deux engrenages, la roue d'entrée est la première et la roue de sortie la dernière.

Les roues en contact n'ont pas toujours le même nombre de dents. On appelle la plus petite roue le pignon.

Les engrenages sont encore présents dans la plupart des mécanismes. On les trouve dans toutes les branches de la mécanique pour transmettre des mouvements, de l'horlogerie à l'électroménager jusqu'aux réducteurs de l'industrie lourde.

Ils fonctionnent par la multiplication et la démultiplication. Le rapport de vitesses obtenu entre l'entrée et la sortie, également connu sous la dénomination de rapport de transmission, ne dépend que des nombres de dents des roues en contact. En effet, suivant le nombre de dents des roues motrices et menées, leur vitesse et donc le nombre de tours qu'elles effectuent varie. Nous allons donc prolonger cette question du rapport de transmission, abordée dans le chapitre précédent.

Plusieurs cas possibles

Cas n°1 : La roue menée et la roue motrice ont le même nombre de dents: la vitesse de la roue menée est égale à celle de la roue motrice.

Cas n°2 : La roue menée a plus de dents que la roue motrice et est donc plus grande que celle-ci : la vitesse de la roue menée sera inférieure à celle de la roue motrice.

→ On dit que la roue motrice a un effet démultiplicateur car le nombre de tour effectué par la roue de sortie est inférieur à celui de la roue d'entrée.

Cas n°3 : La roue menée a moins de dents que la roue motrice et est donc plus petite que celle-ci : la vitesse de la roue menée sera supérieure à celle de la roue motrice.

→ On dit que la roue motrice a un effet multiplicateur car le nombre de tour effectué par la roue de sortie est supérieur à celui de la roue d'entrée.

Rapport de transmission

On peut calculer le rapport de transmission K de la manière suivante :

$$K = \frac{\text{nombre de dents de la roue motrice}}{\text{nombre de dents de la roue menée}}$$

→ Si $K < 1$, c'est-à-dire qu'on est dans le cas n°2, le rapport de transmission est démultiplicateur.

Exemple: la roue motrice à l'entrée à 6 dents et la roue menée à la sortie à 12 dents. Dans ce cas, $K = 6/12 = 1/2 < 1$.

Lorsque la roue d'entrée fait deux tours, elle entraîne la roue de sortie à faire un tour.

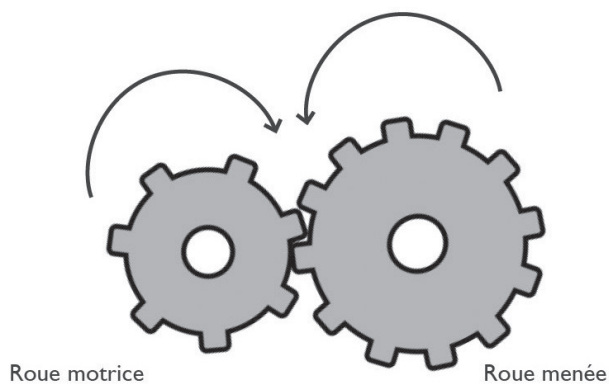


Figure 74

La roue de sortie tourne donc plus lentement que la roue d'entrée, le rapport de transmission K est dit démultiplicateur.

→ Si $K > 1$, c'est-à-dire qu'on est dans le cas n°3, le rapport de transmission est multiplicateur.

Exemple: la roue motrice à l'entrée à 12 dents et la roue menée à la sortie à 6 dents. Dans ce cas, $K = 12/6 = 2 > 1$. Lorsque la roue d'entrée fait un tour, elle entraîne la roue de sortie à faire deux tours.

La roue de sortie tourne donc plus vite que la roue d'entrée, le rapport de transmission K est dit multiplicateur.

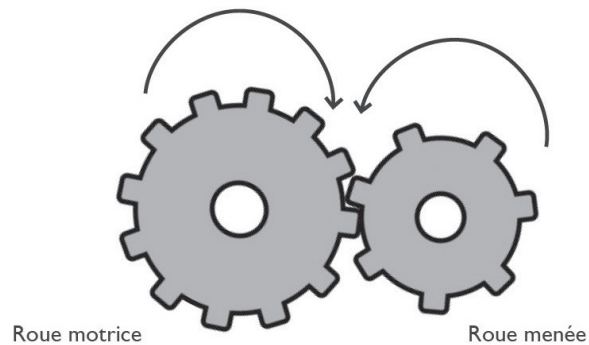


Figure 75

On peut aussi en déduire que :

$$K = \frac{\text{vitesse de sortie}}{\text{vitesse d'entrée}}$$

Cas où le nombre des roues dentées est supérieur à 2

Les roues intermédiaires situées entre la roue d'entrée et la roue de sortie n'influent pas sur le calcul du rapport de transmission (seul le sens de rotation sera modifié en fonction du nombre des roues dentées).

$$K = \frac{\text{nombre de dents de la roue d'entrée}}{\text{nombre de dents de la roue de sortie}}$$

Par contre, on remarque que le sens de rotation des roues est identique pour les roues paires ou les roues impaires.

Les poulies et courroies

La courroie est une bande de matière souple permettant la transmission d'un mouvement de rotation d'un arbre vers un autre relativement éloigné. Elle est utilisée avec des poulies.

On les utilise encore aujourd'hui dans d'innombrables machines industrielles et domestiques ainsi que dans les moteurs des véhicules.



Figure 76 : Courroie

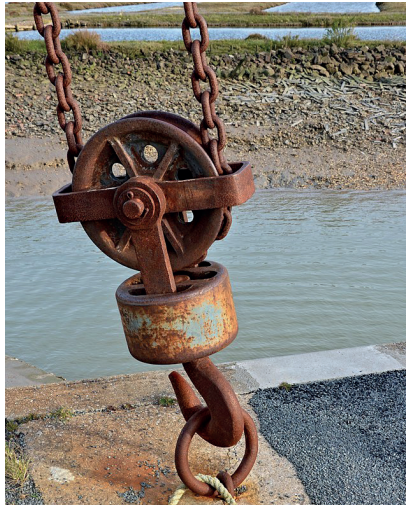


Figure 77 : Poulie

La chaîne et les roues dentées

Une chaîne est un élément flexible permettant la transmission du mouvement entre deux axes parallèles éloignés l'un de l'autre. Elle est composée d'un ensemble de maillons articulés reliés entre eux.

L'entraînement de la chaîne est assuré par l'engrènement des maillons avec les roues dentées.

On retrouve la chaîne et les roues dentées dans les moyens de transport (vélos, voitures, motos) dans les équipements agricoles, dans les engins de manutentions, etc.

Les mécanismes de transformation du mouvement

Les différents mécanismes de transformation du mouvement les plus courants sont la vis, la bielle-manivelle, le rouet, l'arbre à came, la clé à molette, le levier, et l'écrou.

La vis

La vis est une machine simple servant à transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation dirigé selon l'axe de rotation, ou vice-versa. Elle a comme inconvénient des problèmes de guidage soit en rotation soit en translation.



Figure 78 : Vis

La bielle-manivelle

Le système bielle-manivelle permet la transformation d'un mouvement circulaire continu en un mouvement rectiligne alternatif de va-et-vient, ou réciproquement. La bielle est une pièce reliant deux articulations d'axes mobiles dans le but de transmettre une force, alliée au vilebrequin (manivelle), elle donne le système qui nous intéresse.



Figure 79 : Bielle

Ce système favorise la venue d'un nouveau machinisme de petite taille : les machines à pédale telle que tour, meule et rouet). Celles-ci ont l'avantage de libérer les mains des ouvriers.

Rouet

Le rouet est une machine de plus grande taille actionnée par les roues des moulins, telles que la scie hydraulique (développée par Fransesco di Giorgio Martini), la pompe aspirante et foulante et le marteau hydraulique, permettant de forger des pièces de grande taille.

Ce système est encore largement utilisé dans l'automobile (moteur à combustion) mais aussi dans les jouets articulés.

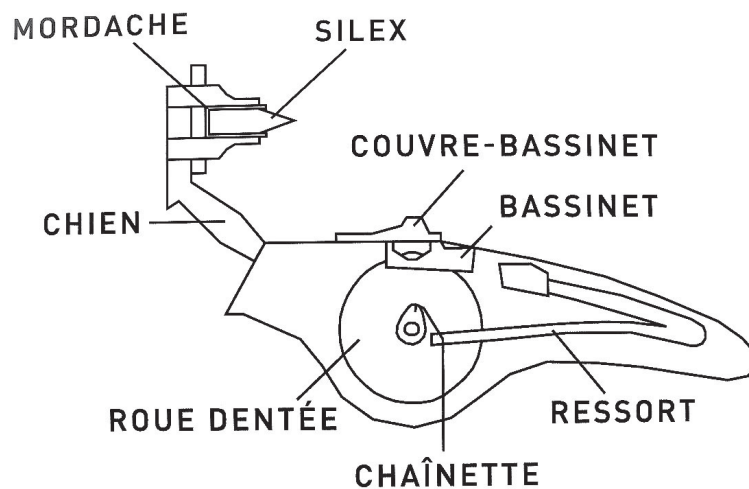


Figure 80 : Mécanisme de platine à rouet

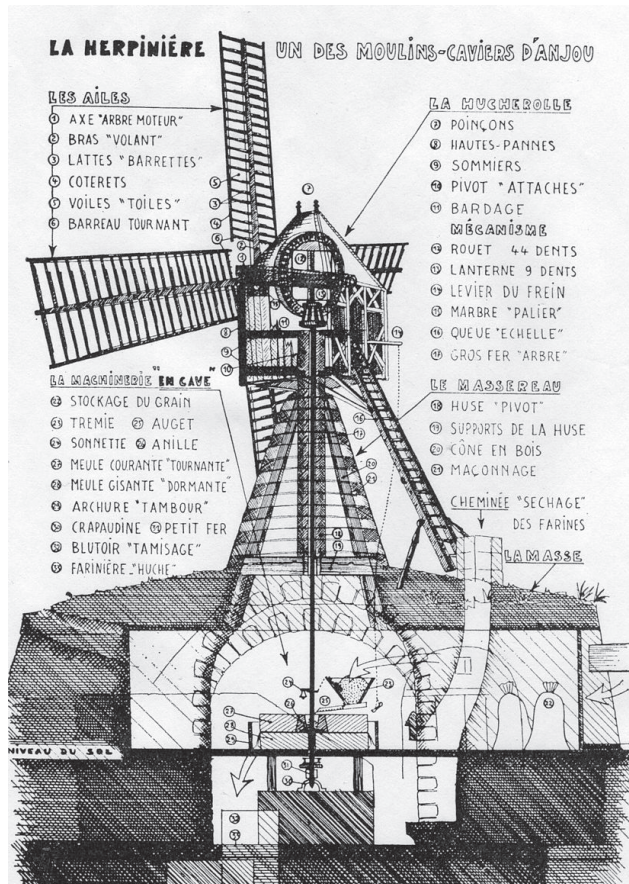


Figure 81 : Moulin avec mécanisme à rouet

L'arbre à cames

L'arbre à cames est un dispositif mécanique permettant de transformer un mouvement rotatif en mouvement longitudinal, c'est-à-dire un mouvement circulaire en un mouvement de translation, et réciproquement.

Sur un arbre moteur, on fixe une couronne portant sur sa surface extérieure des cames (ou sabots). Celles-ci appuient sur le manche d'un outil pivotant autour d'un axe. Le poids de l'outil fixé sur le manche le fait revenir à l'état d'équilibre après le passage de la came. Le mouvement peut ainsi être reproduit sans fin.

Le meilleur exemple d'usage actuel est son utilisation dans l'industrie automobile pour les moteurs (voitures, camions, etc...).

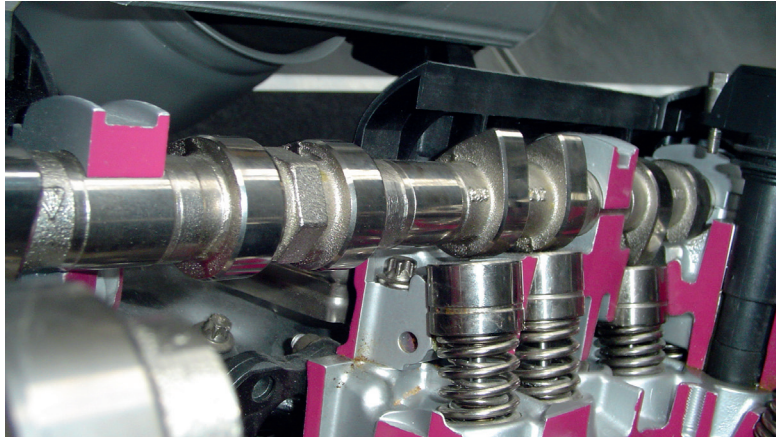


Figure 82 : Arbre à came en tête

Clé à molette

Une clé à molette est une pièce qui possède une vis qui règle l'ouverture et la fermeture de la pince.



Figure 83 : Clé à molette

La clé à molette est plus utilisée dans l'industrie automobile pour les moteurs (voitures, camions, etc...).

Levier

Un levier est une machine simple composée d'une pièce rigide pivotant sur un point fixe nommé « pivot » ou « point d'appui ».

L'utilisation d'un levier donne un avantage mécanique, c'est-à-dire qu'il permet d'augmenter l'effet de la force motrice appliquée sur la charge à soulever. Ainsi, pour effectuer une tâche, la force requise est moins grande.

Il est par exemple utilisé manuellement pour retirer des lattes d'un plancher.



Figure 84 : Utilisation du levier

Écrou

Il permet d'exercer des forces et des pressions importantes. Il permet aussi des ajustements fins. Il a comme inconvénient de générer beaucoup de frottement.



Figure 85 : Écrou

Questions de révision

- 1** Cite cinq machines simples de ton milieu.

- 2** En observant les objets dans un atelier mécanique, réponds à ces questions :
 - Définis un mécanisme.
 - Établis la différence entre machine et mécanisme.
 - Énumère les différents mouvements.
 - Établis la différence entre transmission et transformation du mouvement.

- 3** Explique comment se propulse un vélo ?
- 4** Donne les significations de « roue motrice » et « roue menée » ?
- 5** Dire dans quel cas la roue motrice a un effet multiplicateur et démultiplicateur ?
- 6** Un engrenage a une roue motrice à l'entrée à 8 dents et d'une roue menée à la sortie à 16 dents. Calcule le rapport de transmission et dis de quel cas s'agit-il ?
- 7** Reconstitue le principe de transmission du mouvement d'un vélo, en écrivant les bons termes au bon endroit :

le pédalier
les pédales
l'homme
le plateau
le pignon arrière
la roue
la chaîne
le vélo

appuie sur
qui entraînent en rotation
qui fait tourner
qui fait tourner
qui entraîne
qui fait tourner
qui fait avancer

- 8 Colle dans ton cahier de technologie, les images d'une clé à molette et d'un arbre à came.
- 9 Dessine dans ton cahier de technologie une bielle-manivelle et une courroie de transmission.

Résumé

Une machine est un ensemble de mécanismes qui, disposés d'une certaine manière, permet de réaliser un travail.

Le mécanisme est l'ensemble des pièces mécaniques mises en mouvement en vue d'assurer le fonctionnement de la machine. Il permet de transmettre et de transformer le mouvement au sein de celle-ci.

Pour fonctionner, la machine a besoin d'énergie qui peut provenir de différentes sources: musculaire, solaire, éolienne, hydraulique, thermique et nucléaire.

Sans les mécanismes de transmission et de transformation du mouvement, l'énergie fournie ne pourrait pas être exploitée pour actionner la machine.

On parle de mouvement de translation si tous les points de l'objet en mouvement décrivent des trajectoires parallèles. On a des mouvements de translation verticaux et horizontaux.

On parle de mouvement de rotation si l'objet décrit une trajectoire circulaire autour d'un point ou d'un axe fixe. On dit que le mouvement est continu quand il va toujours dans le même sens ou alternatif s'il change périodiquement de sens.

On distingue le mécanisme de transmission du mouvement du mécanisme de transformation du mouvement, lorsque le mécanisme sert à transmettre le mouvement du point d'entrée au point de sortie sans modifier la nature (rotation ou translation) du mouvement et lorsqu'un mécanisme transforme la nature du mouvement entre le point d'entrée et le point de sortie.





Titre 7

Applications de la démarche technologique de fabrication

Objectif :

*Appliquer la démarche
technologique à la fabrication
d'un objet technique.*

Questions de rappel

- 1** Donne le rôle d'un mécanisme.
- 2** Dire dans quel cas on parle de transmission et de transformation du mouvement.
- 3** Cite deux mécanismes les plus couramment utilisés.
- 4** Que signifie démarche ?

Présentation de la situation

Mujinga, élève de la 5^{ème} année primaire d'une école de la place, est préoccupée par la fabrication d'un étagère en bois dans un atelier de son milieu.

Le lendemain, à l'école, pendant l'heure de la technologie, elle s'adresse à son enseignant Luaba.

Ce dernier décide d'accompagner tou(te)s ses élèves dans un atelier de menuiserie de la place et leur demande de se renseigner auprès des professionnel(le)s sur les étapes qui ont été appliquées pour la fabrication de ce meuble.

Observation didactique

Activité A : Sur base des images suivantes, dis ce que tu vois.



Figure 86



Figure 87



Figure 88



Figure 89



Figure 90



Figure 91

Activité B : Identifie les objets techniques observés ci-dessus et cite-les.

Activité C : Sur base des informations reçues, applique la démarche technologique ayant conduit à la fabrication des objets techniques identifiés.

À savoir

La démarche technologique est la mise en œuvre d'une série d'opérations prévues et planifiées dans le but de fabriquer un objet qui est l'expression de la réponse à un besoin.

Elle comprend les étapes suivantes, dans l'ordre :

- analyse du besoin ;
- choix des matériaux et des outils ;
- phases techniques de réalisation ;
- algorithme de travail ;
- programmation du temps ;
- vérification en cours de travail ;
- évaluation de l'objet fini.

Schéma de la démarche technologique

Étapes	Définition	Exemple de transposition
Analyse du besoin	Le besoin est la nécessité ou le désir éprouvé par un(e) utilisateur(rice).	Création d'un objet qui doit permettre de vérifier la validité d'une réponse à une question posée.
Cahier des charges	Le cahier des charges est le document par lequel le(la) demandeur(euse) exprime son besoin en termes de fonctions.	<ul style="list-style-type: none"> - Le support doit être solide et facilement transportable. Il doit abriter les câblages électriques en les protégeant. Il doit être solide et esthétique - L'objet doit avoir un bon fonctionnement électrique, - Les fils doivent être conducteurs de l'électricité. - Le câblage électrique doit permettre de s'éclairer en cas de bonne réponse. - On doit pouvoir le réparer facilement.
Conception d'un avant-projet	<ul style="list-style-type: none"> - Inventaire des solutions possibles ; - Recherches, essais, choix des outils et des matériaux ; - Production d'une maquette ; - Inventaire des moyens de propulsions ; - Recherches, essais, choix de l'énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Choix des matériaux : Conductibilité des fils et solidité du matériau support aux câblages ; - Mise en évidence des paramètres de conductibilité et de notion de circuit ouvert ou fermé ; - Choix des outils ; - Expérimentation de différentes maquettes.

Analyse de fabrication	Organisation des étapes de la fabrication dans le temps et l'espace.	Répartition des tâches de chaque élève, organisation des étapes de fabrication en répondant aux questions : avec quoi, où, comment, quand ?
Fabrication	Réalisation du produit, maîtrise du bon geste.	Suivre l'ordre des opérations. Mettre en œuvre des savoir-faire techniques, faire preuve de rigueur, de précision dans l'exécution des tâches.
Évaluation	Fonctionnement du produit et conformité au cahier des charges.	Contrôles du produit : valider, régler, ajuster. Contrôler les câblages, les circuits.

Nous allons nous baser sur un exemple concret pour en construire la démarche technologique. Par exemple, un des pneus du véhicule de l'école est dégonflé :

- Première étape de la démarche : Identification d'un problème : pneu dégonflé. Il faut le démonter, le réparer et le remonter. L'école n'a pas de cric pour effectuer cette tâche mais organise le cours de technologie.
- Deuxième étape de la démarche : Formulation des hypothèses de solution : quatre solutions se présentent :
 - location d'un cric ;
 - achat d'un cric pour l'école ;
 - sous-traitance, c'est-à-dire confier cette tâche à un garagiste ;
 - fabrication d'un cric en nous référant à l'un des modèles proposés.

- Troisième étape de la démarche : Expérimentation des solutions, c'est-à-dire, tous les crics proposés seront soumis à des tests, à des expériences, à des essais ou vérifications.

- Quatrième étape de la démarche : Choix d'une solution appropriée. La solution choisie est la fabrication d'un cri pour les véhicules de l'école. Voici quelques éléments du choix pour fabriquer un cri :

- Cric approprié aux véhicules de l'école
- Hauteur de levage ;
- Forte puissance ;
- Acier ;
- Mécanique/pneumatique ;
- etc.

Questions de révision

- 1 Complète cette phrase :**
Les étapes de la démarche technologique sont
- 2 Dire la démarche technologique pour fabriquer une bielle-manivelle ?**
- 3 En sous-groupes de cinq élèves, appliquez la démarche technologique de fabrication du prototype de cric à l'aide du carton.**

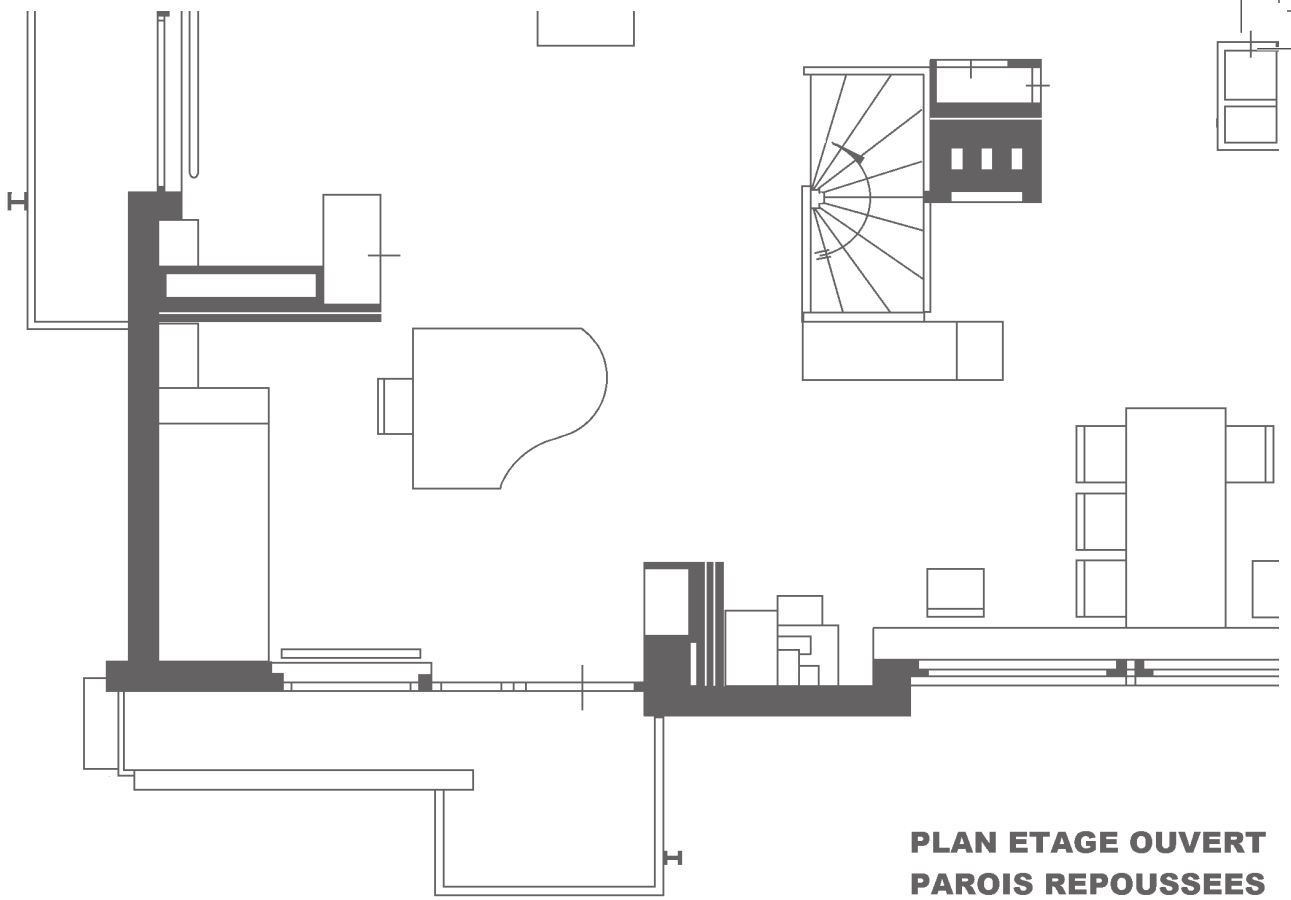
Résumé

La démarche technologique est la mise en œuvre d'un ensemble d'opérations prévues et planifiées dans le but de construire un objet qui est la réponse à un besoin.

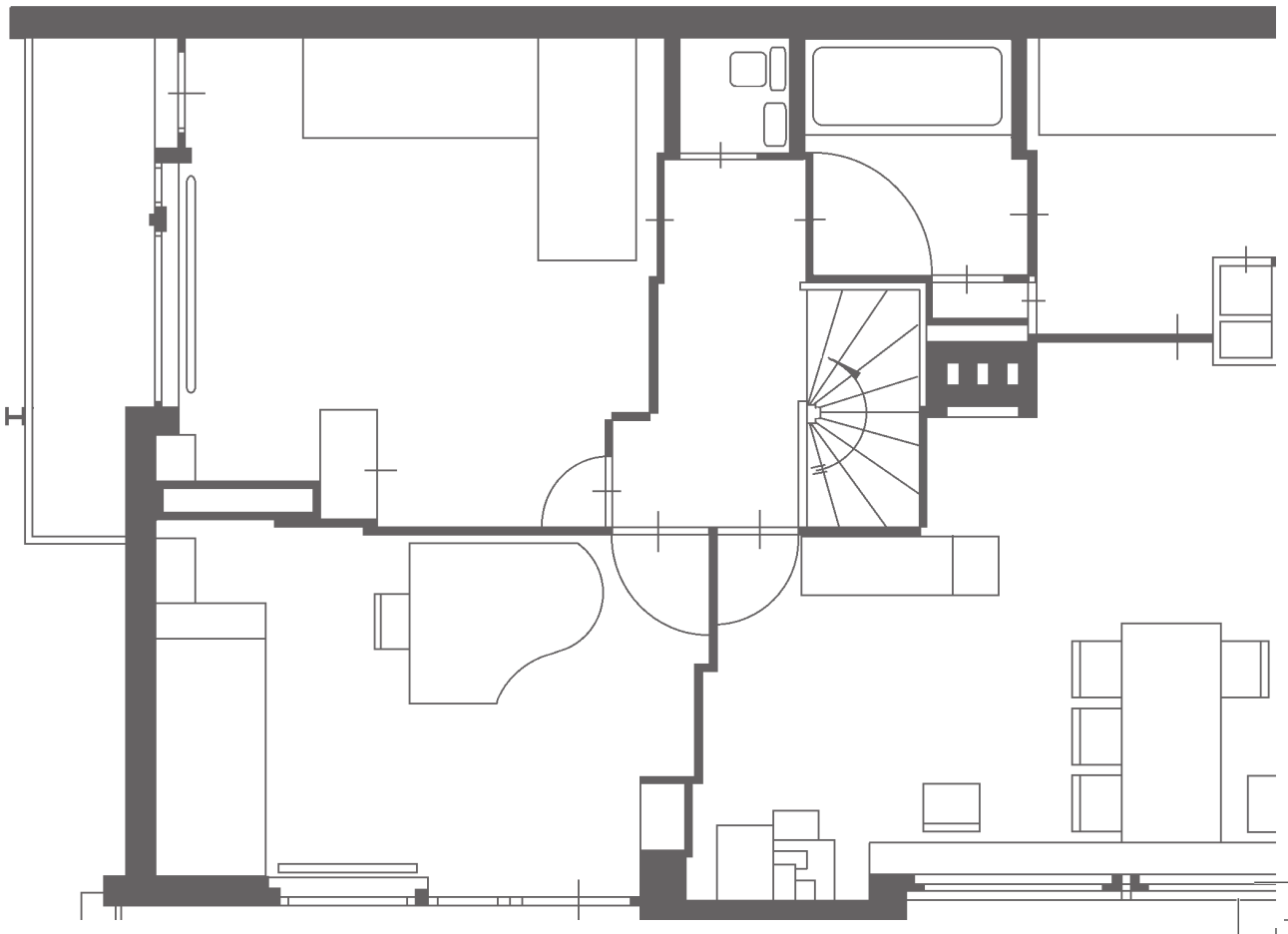
Elle comprend les étapes suivantes :

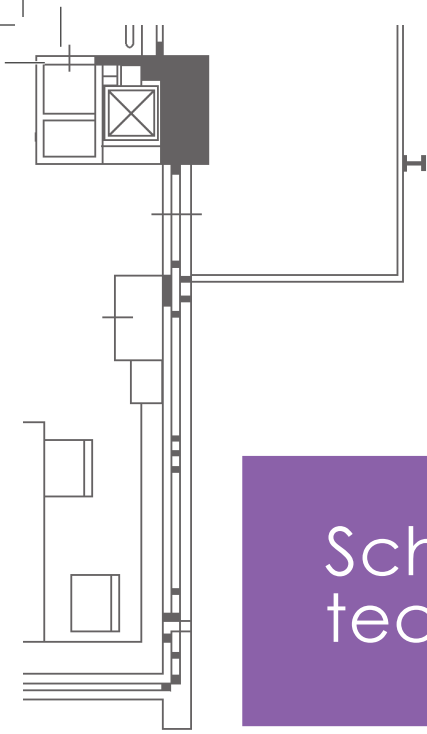
- l'identification d'un problème ;
- la formulation des hypothèses de solution ;
- l'expérimentation des solutions ;
- le choix de la solution.

Fabriquer un objet technique signifie produire un objet technique tout en appliquant les étapes de sa fabrication, c'est-à-dire les principes de fabrication, les techniques à utiliser, les outils à employer et la définition des règles de sécurité et d'hygiène.



**PLAN ETAGE OUVERT
PAROIS REPOUSSEES**





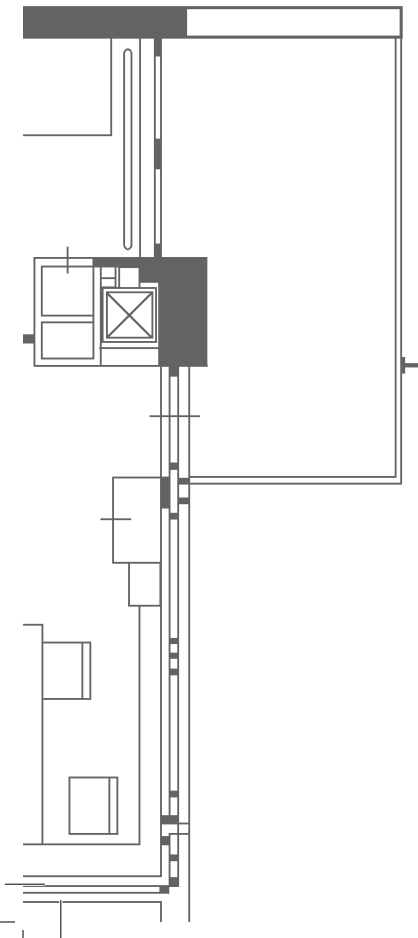
Titre 8

Schéma technologique

ERT
EES

Objectif :

*Dresser, interpréter et exécuter
le schéma technologique.*



Questions de rappel

- 1** Donne la signification de « fabriquer un objet technique » ?
- 2** Cite un exemple :
 - d'identification d'un problème ;
 - de formulation des hypothèses des solutions.
- 3** Explique la démarche à appliquer pour fabriquer un objet technique.
- 4** Que sais-tu du schéma ?

Présentation de la situation

L'élève Tshipamba de la 5ème année dans une école primaire de la place a des ambitions de devenir architecte après ses études. Il s'est intéressé auprès des professionnel(le)s pour avoir des connaissances sur le schéma technologique.

Aide Tshipamba à dresser, interpréter et exécuter le schéma technologique.

Observation didactique

Activité A : Que vois-tu en images ?

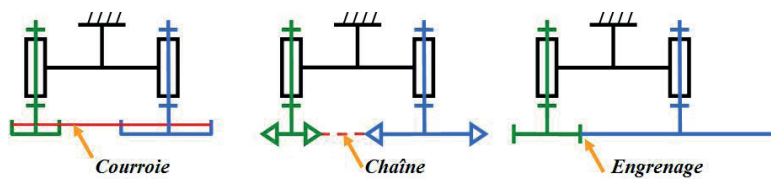


Figure 92



Figure 93

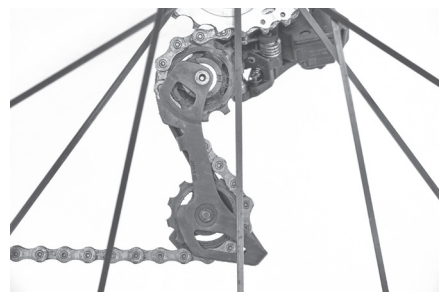


Figure 94

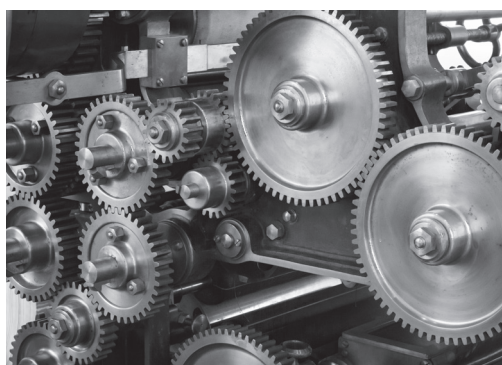


Figure 95

Activité B : Identifie les objets techniques en images et cite-les.

Activité C : Dresse, interprète et exécute le schéma technologique du vélo.

À savoir

Définitions

Les objets techniques sont fabriqués à partir des schémas appelés schémas technologiques.

Le schéma est une image réduite à des éléments essentiels pour montrer la disposition d'une machine et en expliquer le fonctionnement (Dictionnaire Quillet). Il ne comporte que les traits essentiels de l'image représentée, afin d'indiquer non sa forme, mais ses relations et son fonctionnement (Dictionnaire Larousse). C'est donc une figure donnant une représentation simplifiée et fonctionnelle d'un objet, d'un mouvement, d'un processus, d'un organisme (Dictionnaire Le Robert).

Le plan est un tracé (un dessin) représentant les différentes parties d'une machine, d'une maison, d'une ville, etc. Pour une zone plus étendue (province, état,...), on aura une carte. Pour une maison, on désignera en général une vue de la façade et des pignons ainsi qu'une vue par-dessus comme si la maison était coupée horizontalement.

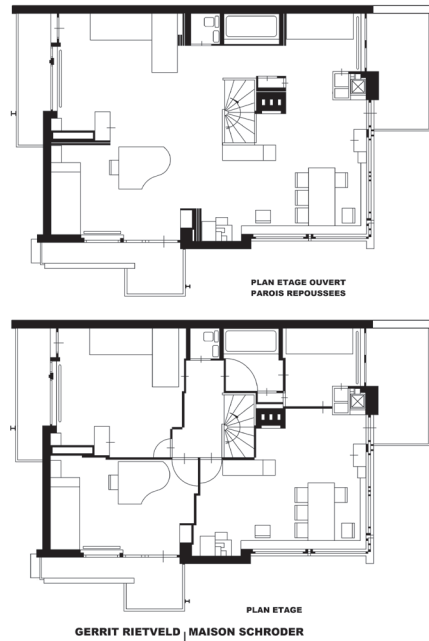


Fig. 96 : Plan d'une maison

Les plans aussi bien que les cartes représentent des espaces assez étendus ; il n'est pas possible de les dessiner aussi grand qu'ils sont en réalité. Le dessin est donc plus petit que l'objet. Pour une maison, on représentera un mur de 10 mètres de long par un trait de 10 cm par exemple. On appelle échelle le rapport entre les dimensions du dessin et celles de l'objet (les deux dimensions étant exprimées dans la même titre).

$$\text{Échelle (E)} = \frac{\text{Dimension dessin}}{\text{Dimension objet}}$$

$$\text{Dimension dessin (d)} = \text{Dimension objet (D)} \times \text{Échelle (E)}$$

$$\text{Dimension objet (D)} = \text{Dimension dessin (d)} : \text{Échelle (E)}$$

Dans notre exemple, nous aurons :

$$\text{Échelle (E)} = \frac{10 \text{ cm}}{1000 \text{ cm}} = \frac{1}{100}$$

Ceci veut donc dire que le trait de 10 cm est 100 fois plus petit que la longueur du mur.

Voici un autre exemple, afin de calculer la longueur d'une route sur le plan à l'échelle de 1/40000 si elle mesure 40 km en réalité.

$$d = \frac{4000000 \times 1}{40000} = 100 \text{ cm sur le plan}$$

Un schéma technologique est donc une forme simplifiée de dessin technique qui permet d'illustrer rapidement :

- un problème technologique ;
- la position d'un objet technique dans son environnement et, si nécessaire, dans son installation ;

- le ou les principes de fonctionnement de cet objet ;
- la forme générale, la constitution et le mécanisme technologique de cet objet.

Compte tenu de ce que l'on veut illustrer, on distingue au moins cinq schémas technologiques : le schéma de situation du problème, le schéma de situation de l'objet technique, le schéma d'installation, le schéma de principes et le schéma de construction.

Exemples de schéma : le vélo et l'hélicoptère

Cas d'un vélo

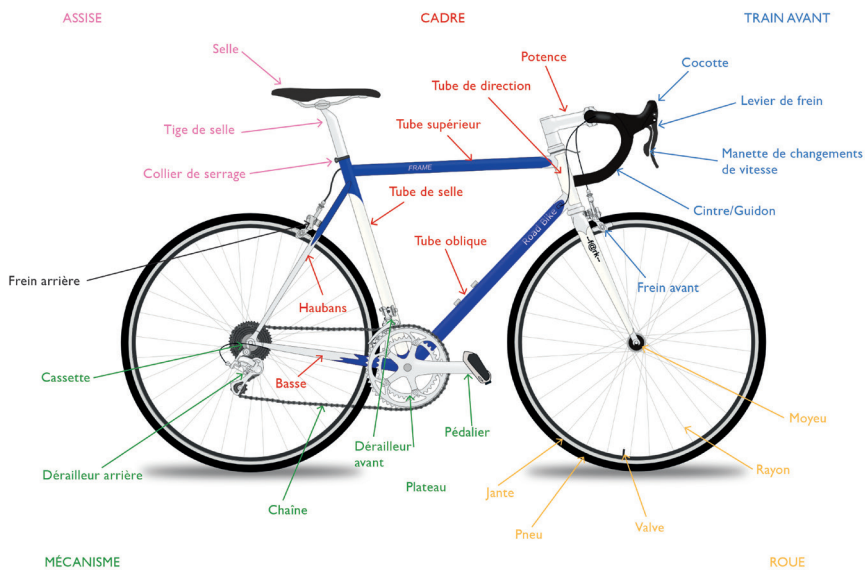
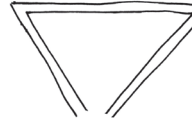
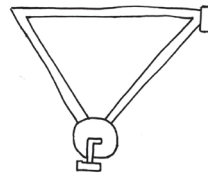


Fig. 97 : Anatomie du vélo

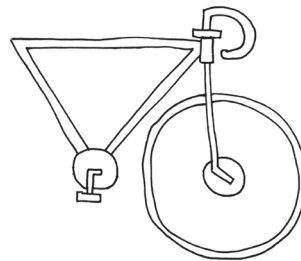
Première étape : Commençons par faire la partie centrale du vélo, c'est-à-dire les trois tubes du cadre. Pour cela, fait un triangle à l'envers, sans le fermer à l'angle du bas, et double cette forme, sans fermer la pointe droite, comme le modèle ci-dessous.



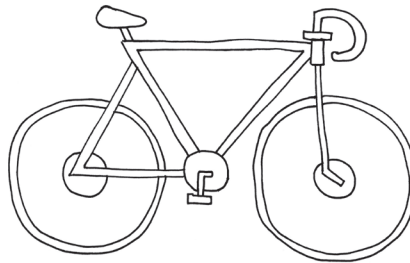
Deuxième étape : Sur la pointe droite de ton triangle, dessine un petit rectangle. Ce sera la potence. Sur la pointe en bas trace un cercle et dessine dedans une sorte de L à l'envers, pour faire les pédales.



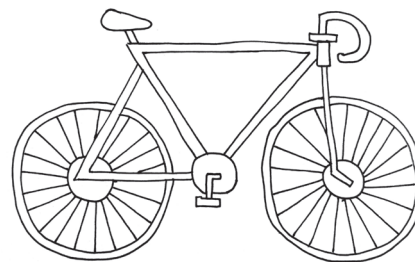
Troisième étape : Passons au train avant du vélo. Dessine le tube de direction, qui part du rectangle de la potence, et que tu termines par un cercle, pour représenter le moyeu. Puis traces la roue avant avec un cercle doublé. Au bout du tube de direction, forme un rectangle horizontal, puis dessine le guidon, comme indiqué dans la figure ci-dessous.



Quatrième étape : Passons maintenant à l'arrière du vélo. Dessine une sorte de V allongé, qui part de l'angle de gauche du cadre du vélo, et qui rejoint le pédalier, et double cette forme. Fait un cercle au bout pointu, et fait la roue de la même manière qu'à l'étape précédente.



Cinquième étape : À l'angle de gauche du triangle formant le cadre, trace deux traits, sur lesquels tu poses la selle, une sorte de triangle aux coins arrondis. Puis il ne reste plus qu'à faire les rayons dans les roues, et le dessin est terminé.



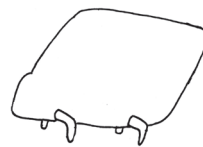
Maintenant, utilises l'image d'un vrai vélo pour compléter ton schéma avec les légendes.

Cas d'un hélicoptère

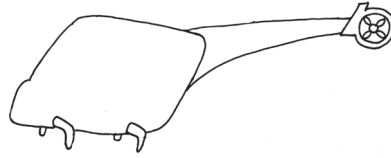


Fig. 103 : Anatomie d'un hélicoptère

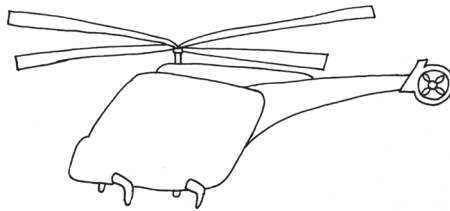
Première étape : Commençons par la cabine de l'hélicoptère. Pour cela, fais un quadrilatère légèrement penché, comme le modèle ci-dessous. N'oublie pas de laisser deux espace à la base pour les patins atterrisseurs.



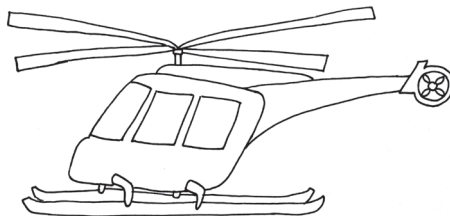
Deuxième étape : Dessine ensuite la queue de l'hélicoptère. Pour cela, trace un long trait horizontal partant du bout droit de la cabine, et termine ce trait par une forme arrondie. Trace ensuite un trait parallèle en-dessous du premier, pour fermer la queue. Tu peux ensuite dessiner les hélices (rotor anti-coupe) dans la dérive.



Troisième étape : Dessine ensuite le haut de la cabine, au-dessus de cette première forme. De là, fait partir l'arbre moteur, c'est-à-dire un petit rectangle vertical, surmonté d'un autre petit rectangle horizontal. De cette dernière figure partiront les pales, c'est-à-dire les ailes de l'hélicoptère.



Quatrième étape : Il ne reste plus qu'à dessiner les hublots (fenêtres) et les patins de ton hélicoptère.



Comme le vélo, utilises l'image d'un vrai hélicoptère pour compléter ton schéma avec les légendes.

Questions de révision

- 1 Définis les concepts suivants : schéma, dessin, plan et schéma technologique.
- 2 Donne la longueur d'une poulie de 1 dam sur le livre à l'échelle de $1/200$.
- 3 Dire la hauteur de la maquette d'un garage de 3,5 dam de hauteur à l'échelle de $1/70$.
- 4 Les mesures d'un terrain de tennis sont de 24 m de longueur sur 8 m de largeur. Parmi les trois échelles proposées, une seule est correcte. Laquelle ? Dessine le terrain sur une feuille blanche.

Echelle utilisée	$1/2000$	$1/50$	$1/800$
Longueur	12cm	24cm	3cm
Largeur	4cm	16cm	1cm

- 5 Imagine un autre objet technologique qui n'existe pas encore, dresse, interprète et exécute son schéma technologique, et devient ainsi son inventeur.

Résumé

Le schéma est une image réduite à des éléments essentiels pour montrer la disposition d'une machine et en expliquer le fonctionnement (Dictionnaire Quillet). Il ne comporte que les traits essentiels de l'image représentée, afin d'indiquer non sa forme, mais ses relations et son fonctionnement (Dictionnaire Larousse). C'est donc une figure donnant une représentation simplifiée et fonctionnelle d'un objet, d'un mouvement, d'un processus, d'un organisme (Dictionnaire Le Robert).

Le plan est un tracé (un dessin) représentant les différentes parties d'une machine, d'une maison, d'une ville, etc. Pour une zone plus étendue (province, état,...), on aura une carte. Pour une maison, on désignera en général une vue de la façade et des pignons ainsi qu'une vue par-dessus comme si la maison était coupée horizontalement.

Un schéma technologique est une forme simplifiée de dessin technique qui permet d'illustrer rapidement :

- un problème technologique ;
- la position d'un objet technique dans son environnement et, si nécessaire, dans son installation ;
- le ou les principes de fonctionnement de cet objet ;
- la forme générale, la constitution et le mécanisme technologique de cet objet.





Titre 9

Objet technique de remplacement

Objectif :

*Réaliser un objet technique
de remplacement.*

Questions de rappel

- 1** Donne les définitions des termes suivants : schéma, schéma technologique, et plan.
- 2** Cite les étapes qui ont suffi pour dresser, interpréter et exécuter les schémas technologiques des objets « vélo » et « hélicoptère ».
- 3** À ton avis, pourquoi remplace-t-on un objet technique ?

Présentation de la situation

La selle du vélo de papa de l'élève Ngomba de la 5^{ème} année d'une école primaire de la place s'est détachée et même cassée pendant que les autres fonctions mécaniques sont encore dans un état normal de fonctionnement.

Sachant que son fils Ngomba apprend la technologie à l'école, il lui demande conseils à ce sujet. Ce dernier va trouver son enseignant(e) pour le secourir.

Ce(tte) dernier(ère) saisit l'occasion et répartit les élèves en sous-groupes de cinq et les invite à se renseigner auprès des professionnel(le)s afin de réaliser le remplacement de la selle par une nouvelle.

Observation didactique

Activité A : Observe ces images et dis ce que tu vois.



Figure 108



Figure 109

Activité B : Sur base de l'image 1, relève l'organe mécanique faisant défaut dans l'objet technique et dis laquelle.

Activité C : Réalise d'abord avec du carton, le remplacement de l'organe mécanique faisant défaut dans l'image 1.

À savoir

Les étapes de remplacement d'un objet technique restent les mêmes que pour la fabrication d'un nouvel objet technique. Ces étapes sont : l'identification d'un problème, la formulation des hypothèses et des solutions, l'expérimentation des solutions et le choix d'une solution appropriée.

Comme pour les objets techniques à fabriquer, les matériaux, les outils, les techniques et les opérations à employer seront utilisés pour réaliser l'objet technique de remplacement et consignés dans un cahier des charges.

Pour rappel, un cahier des charges est un document écrit fixant les caractéristiques attendues pour une réalisation technique ou matérielle d'un objet ainsi que les conditions et les étapes de sa mise en œuvre.

Exemple d'un cahier des charges simples

CAHIER DES CHARGES	
1.	Identification du problème :
2.	Hypothèses des solutions :
3.	Expérimentation de chaque solution
4.	Choix d'une solution :
5.	Matériaux à utiliser
6.	Outils à employer
7.	Techniques de remplacement
8.	Opérations à employer
9.	Coûts

Questions de révision

- 1** Cite les étapes de réalisation d'un objet technique de remplacement.
- 2** Énumère les matériaux, les outils et les techniques utilisés lors de la fabrication d'une selle de remplacement.
- 3** En sous-groupe de cinq élèves, observez cette image :
 - concevez un objet technique pouvant l'empêcher de cogner contre les objets placés à côté lors de son ouverture :
 - citez les outils nécessaires à sa réalisation :
 - donnez le contenu du cahier des charges pour la réalisation de cet objet technique.



Figure 110

Résumé

Remplacement signifie substitution de quelque chose par un produit neuf ou en bon état. Il s'agit ici du remplacement d'un objet technique défectueux.

Les étapes de réalisation de l'objet technique de remplacement sont l'identification du problème, les hypothèses des solutions, l'expérimentation de chaque solution et le choix d'une solution. Il est important, pour des questions écologiques et économiques, de penser à remplacer une partie d'un objet technique plutôt que de le jeter pour en racheter un autre.

Index

Arbre à cames : arbre possédant un ensemble de cames.

Atelier : local utilisé pour le travail (d'un artisan, d'un ouvrier ou d'un artiste).

Axe: Tige autour de laquelle tourne la roue.

Bielle: Tige rigide articulée à ses extrémités, qui sert à transmettre le mouvement entre deux pièces mobiles ou à transformer un mouvement alternatif en mouvement circulaire.

Cahier des charges : document écrit fixant les caractéristiques attendues pour une réalisation technique ou matérielle ainsi que les conditions et les étapes de sa mise en œuvre.

Came : pièce destinée à transformer un mouvement circulaire en un mouvement de translation.

Démarche technologique : mise en œuvre d'un ensemble d'opérations prévues et planifiées dans le but de construire un objet qui est la réponse à un besoin.

Dessin industriel : représentation graphique plane d'un objet à des fins d'études techniques.

Dessin : représentation simplifiée et fonctionnelle d'un objet, d'un mouvement, d'un processus, d'un organisme.

Expérimentation : ensemble des expériences et des opérations destinées à étudier et à tester quelque chose.

Fabrication : production (de produits manufacturés).

Foulon : Bâtiment (le plus souvent un moulin à eau) où l'on battait les draps pour les assouplir et les dégraisser. Le principe de fonctionnement est un arbre entraîné par une roue hydraulique qui tourne devant une batterie de maillets, placés en position de bascule au-dessus des cuves à drap ou autre textile ainsi que pour le tannage des peaux. Ce terme est également utilisé pour désigner l'ouvrier qui effectue le foulage.

Hypothèse : supposition à partir de laquelle des conséquences sont envisagées.

Levier : machine simple composé d'une pièce rigide pivotant sur un point fixe nommé « pivot » ou « point d'appui ».

Menuiserie : ensemble du bois pour la fabrication des meubles, la décoration des maisons.

Montage : opération d'assemblage des pièces (de quelque chose) nécessaires à une utilisation ou à un fonctionnement normaux.

Objet technique : objet fabriqué par l'homme.

Pignon : Roue dentée. Lorsqu'il y a plusieurs roues dentées comme dans les engrenages, il s'agit alors de la plus petite roue dentée.

Plan : tracé (un dessin) représentant les différentes parties d'une machine, d'une maison, d'une ville, etc.

Poulie : Roue tournant autour d'un axe et dont la jante porte une courroie ou un câble servant à soulever des charges.

Schéma – pictogramme : représentation graphique simplifiée facilement identifiable et à caractère utilitaire.

Schéma mécanique : représentation symbolique d'une transmission mécanique.

Schéma technologique : forme simplifiée de dessin technique qui permet d'illustrer rapidement un problème, la position d'un objet technique, son principe de fonctionnement, sa forme générale, sa constitution et son mécanisme technologique.

Schéma : image réduite à des éléments essentiels pour montrer la disposition d'une machine et en expliquer le fonctionnement.

Schématisation : représentation (de quelque chose) effectuée d'une façon simplifiée ou fonctionnelle.

Vilebrequin : Manivelle du système bielle-manivelle.

Bibliographie

1. ARDLEY N., *Les Machines*, Paris, Bordas Jeunesse, 1992.
2. BAUDET Jean, *De l'outil à la machine : Histoire des techniques jusqu'en 1800*, Paris, Vuibert, 2003.
3. BAUDET Jean, *De la machine au système : Histoire des techniques depuis 1800*, Paris, Vuibert, 2004.
4. DAUMAS Maurice, *Histoire générale des techniques*, Tome I à 5, Collection Quadrige, Presses universitaires de France, 1996.
5. République Démocratique du Congo, Ministère de l'enseignement primaire, secondaire et professionnel, Direction des Programmes scolaires et Matériel didactique, *Programme national de l'enseignement primaire*, Édition revue avec le soutien du Royaume de la Belgique, DIPROMADEPS, Kinshasa, Avril 2011.
6. « Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers de Diderot et d'Alembert », *Gallica*, En ligne [Consulté le 11/10/2022]. Disponible sur : <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k50533b.textelImage>.
7. NGOIE KAZADI François Fortuné, *Collection Manuel de technologie*, tomes 1,2,3 et 4, 2017.
8. « Du signal mécanique au mouvement d'aiguille », *Futura Sciences*, En ligne [Consulté le 11/10/2022]. Disponible sur : http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/physique/d/le-fonctionnement-de-la-montre-a-quartz_21/c3/221/p4/
9. « Les secrets du mécanisme d'Anticythère : un calculateur vieux de 2000 ans », *Futura Sciences*, En ligne [Consulté le 11/10/2022]. Disponible sur : http://www.futura-sciences.com/fr/news/t/recherche/d/les-secrets-du-mecanisme-danticythere-un-calculateur-vieux-de-2000-ans_10050/
10. GILLES Bertrand, *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris, Hermann, 1964.

11. J. POSSOZ, *Technologie 1^{ère} année secondaire*, Édition de la Commission Épiscopale de l'Éducation Chrétienne, 2^{ème} édition revue et corrigée, 1986.
12. J. POSSOZ, *Technologie 2^{ème} année secondaire*, Édition de la Commission Épiscopale de l'Éducation Chrétienne, 3^{ème} édition revue et corrigée, 1989.
13. FALES James F., KUETEMEYER Vincent F., BRUSIC Sharon A., *La technologie d'aujourd'hui et de demain*, Montréal, Édition Guérin, 1997.
14. *L'épopée des découvertes et des inventions*, Sélection du Reader's Digest, 2010
15. Collectif Gründ, *Machines et Outils*, Collection Petit Ingénieur, Édition Gründ, 2005.
16. CARON Norman, GELINAS Mariette, ST-PIERRE Marie, DESROSIERS Liliane, BERGERON Jean-Maurice, *À la découverte des sciences de la nature – 1^{ère} année - Guide pédagogique*, Canada, Éditions LIDEC, 1982.
17. RUSH Caroline, *Les roues et les engrenages*, Gamma-Ecole Active, 1996
18. VARAUD Philippe, *En roue libre*, Voyage en Cyclopedie, Epigones, 1992
19. « Logiciels électronique », *Elektronique. Cours et montage d'électronique*, En ligne [Consulté le 11/10/2022]. Disponible sur : <http://www.elektronique.fr/logiciels/>
20. « Forum Cycle Ingénieur de la FST Tanger », *FSTT. Apprendre, Créer, Réussir*, En ligne [Consulté le 10/11/2022]. Disponible sur : <https://fstt-ing.jeun.fr/f19-cours-et-projets>
21. ZEITOUN Charline, *Les Machines*, Collection Kézako ?, Mango Jeunesse, 2005.
22. *Les fonctions mécaniques élémentaires*, Centre de développement pédagogique pour la formation générale en science et technologie, 24 avril 2012. Disponible en ligne et en PDF.
23. « Les fonctions mécaniques élémentaires et complexes », *Alloprof*, En ligne [Consulté le 13/10/2022]. Disponible sur : <https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/sciences/les-fonctions-mecaniques-elementaires-et-comple-s1448>

24. « La liaison », *Alloprof*, En ligne [Consulté le 13/10/2022]. Disponible sur : <https://www.alloprof.qc.ca/fr/eleves/bv/sciences/la-liaison-s1534>

25. Yohan, « Quels sont les principaux systèmes de transmission mécanique », *BrainWood*, En ligne, Publié le 25/03/2022 [Consulté le 14/10/2022]. Disponible sur : <https://braidwoodgear.com/systemes-transmission-mecanique/>

26. *Initiation à la schématisation*, Centre de développement pédagogique pour la formation générale en science et technologie, Décembre 2006. Disponible en ligne et en PDF.

Table des illustrations

Couverture

Pixabay/un-perfekt

PxHere

Pixabay/Erich Westendarp

Pixabay/jacquelinemacou

Pixabay/MustangJoe

« Atelier vélo Ballenberg », *Wikimedia Commons/Gzzz* (24 juillet 2019). Licence CC BY-SA 4.0

« Tuners », *Flickr/Anders Ljungberg* (28 janvier 2009)

« GD-FR-Anjou-La Herpinière », *Wikimedia Commons/Gérard Ducher* (1^{er} août 2006). Licence CC BY-SA 2.5

Pixabay/Erich Westendarp

Unité I (p. 12)

Pixabay/un-perfekt

(Figures 1   9)

Pixabay/OpenClipart-Vectors (modification : ajout de légende)

Pxhere

Pixabay/pascalOHLMANN (modification : ajout de flèche et schéma)

Pixabay/un-perfekt

Pixabay/Christian Schultz

Pixabay/Milada Vigerova (modification : ajout de flèche)

Pxhere

Unité 2 (p. 24)

Pixabay/PIRO

(Figures 10 à 26)

« BIC cristal pen », *Wikimedia Commons/Trounce* (26 mars 2008)

Pixabay/Andreas Lischka

« Dinner table side pine wood large table », *Wikimedia Commons/Kurtkaiser*
(28 février 2020)

Pixabay/PIRO

Pixabay/Roy

« Rivets 5907 », *Wikimedia Commons/Dori* (1^{er} juin 2008)

Pixabay/Michael Schwarzenberger

Pixabay/Lars Nissen

Pxhere

« BIC cristal pen », *Wikimedia Commons/Trounce* (26 mars 2008)

Pixabay/Andreas Lischka

« Dinner table side pine wood large table », *Wikimedia Commons/Kurtkaiser*
(28 février 2020)

Pixabay/PIRO

Pixabay/Roy

« Rivets 5907 », *Wikimedia Commons/Dori* (1^{er} juin 2008)

Pixabay/Michael Schwarzenberger

Pixabay/Lars Nissen

Unité 3 (p. 36)

PxHere

(Figures 27 à 29)

PxHere

PxHere

Pixabay/Lukasz (modifications : fond passé en blanc, et colorisation de certaines parties)

Unité 4 (p. 44)

« Tuners », *Flickr/Anders Ljungberg* (28 janvier 2009)

(Figures 30 à 47)

Pixabay/un-perfekt

« Roue et vis sans fin » *Wikimedia Commons/ssire* (10 octobre 2005)

Pixabay/MustangJoe

« Marennes-17 La Cayenne poulie&croche », *Wikimedia Commons/JLPC* (23 février 2014). Licence CC BY-SA 3.0

Pixabay/Peggy und Marco Lachmann-Anke

Pixabay/Petr Elvis

Pixabay/Peggy und Marco Lachmann-Anke

« Dynamo - commutating plane definitions », *Wikimedia Commons/Theo.Audel & Co* (6 février 2012) (modification : traduction)

« Marennes-17 La Cayenne poulie&croche », *Wikimedia Commons/JLPC* (23 février 2014). Licence CC BY-SA 3.0

Pixabay/Erich Westendarp

« Engrenage conique concourant 14dts mod5 », *Wikimedia Commons/Cdang* (8 novembre 2011). Licence CC BY-SA 3.0

Pixabay/MustangJoe

Pixabay/Bernhard Falkinger

Pixabay/Jacquelinemacou

« Rearbikegears », *Wikimedia Commons/Thegreenj* (2 septembre 2007). Licence CC BY-SA 3.0

Pixabay/Daniel Kirsch

« Roue et vis sans fin », *Wikimedia Commons/ssire* (10 octobre 2005)

« Tuners », *Flickr/Anders Ljungberg* (28 janvier 2009)

Unité 5 (p. 60)

Pixabay/Erich Westendarp

(Figures 48 à 63)

Pixabay/Gerhard

Pixabay/OpenClipart-Vectors

Pixabay/Alexander Lesnitsky (modification : rognage)

Pixabay/Diego Bircher (modification : fond blanc)

« Cric a pantografo », *Wikimedia Commons/A7N8X* (24 mai 2017). Licence CC BY-SA 4.0

« Une pince-étau de marque Vise-Grip », *Wikimedia Commons* (28 février 2005). Licence CC BY-SA 3.0

« Animation d'un système bielle-manivelle d'un moteur à quatre cylindres », *Wikimedia Commons/NASA* (modification : ajout de légendes)

Pixabay/Erich Westendarp

« Pignon crémaillère », *Wikimedia Commons/Cdang* (11 janvier 2011)

« Direction cre », *Wikimedia Commons/Pantoine*

« Camel », *Wikimedia Commons/Xlory* (21 juillet 2006)

« Cam-disc-3 frontview animated », *Wikimedia Commons/Silberwolf* (22 juillet 2007)

« Nockenwelle ani », *Wikimedia Commons* (20 juillet 2006)

« Eccentric animation », *Wikimedia Commons/ThreeE* (2 janvier 2008). Licence CC BY-SA 3.0

« Nockenwelle I », *Wikimedia Commons* (30 juin 2005). Licence CC BY-SA 3.0
Illustration basée à partir de : « Meuble héraldique Engrenage », *Wikimedia Commons/Bruno Vallette* (21 août 2006)

Unité 6 (p. 76)

Pixabay/MustangJoe

(Figures 64 à 85)

« Bielle », *Wikimedia Commons/A7N8X* (17 août 2013)

Pixabay/Erich Westendarp

« Tire-bouchon double cran », *Wikimedia Commons/Kintaro* (8 octobre 2008)

« Screw », *Wikimedia Commons/ArnoldReinhold* (3 août 2005). Licence CC BY-SA 3.0

« Marennes-17 La Cayenne poulie&croche », *Wikimedia Commons/JLPC* (23 février 2014). Licence CC BY-SA 3.0

Pixabay/un-perfekt

« Nockenwelle I », *Wikimedia Commons* (30 juin 2005). Licence CC BY-SA 3.0

« Clés à molette Union & Utica », *Wikimedia Commons/François GOGLIN* (11 août 2014). Licence CC BY-SA 4.0

« Carabiner – I », *Wikimedia Commons/Malis* (25 août 2007)

Pixabay/MustangJoe

Illustration basée à partir de : « Meuble héraldique Engrenage », *Wikimedia Commons/Bruno Vallette* (21 août 2006)

Illustration basée à partir de : « Meuble héraldique Engrenage », *Wikimedia Commons/Bruno Vallette* (21 août 2006)

Pixabay/Erich Westendarp

« Marennes-17 La Cayenne poulie&croche », *Wikimedia Commons/JLPC* (23 février 2014). Licence CC BY-SA 3.0

« Screw », *Wikimedia Commons/ArnoldReinhold* (3 août 2005). Licence CC BY-SA 3.0

« Bielle », *Wikimedia Commons/A7N8X* (17 août 2013)

« PBA LILLE schéma su mécanisme à Rouet », *Wikimedia Commons/Pierre André* (15 mars 2019). Licence CC BY-SA 4.0 (modification : augmentation contraste)

« GD-FR-Anjou-La Herpinière », *Wikimedia Commons/Gérard Ducher* (1^{er} août 2006). Licence CC BY-SA 2.5

« Nockenwelle I », *Wikimedia Commons* (30 juin 2005). Licence CC BY-SA 3.0

« Clés à molette Union & Utica », *Wikimedia Commons/François GOGLIN* (11 août 2014). Licence CC BY-SA 4.0

« Crowbar 2 (PSF) », *Wikimedia Commons/Pearson Scott Foresman* (20 décembre 2008)

PxHere

Unité 7 (p. 98)

Pixabay/Steve Buissinne

(Figures 86 à 91)

« Picnic table » - *Freemages/pingniang*

Pixabay/Kris Kurn

PxHere

Pixabay/Steve Buissinne

Pixabay/Steve Buissinne

Pixabay/Hans Braxmeier

Unité 8 (p. 108)

« RietveldSchroderPlans », *Wikimedia Commons/Jchancerel* (25 décembre 2017). Licence CC BY-SA 4.0 (modifications : passage en noir et blanc et gommage)

(Figures 92 à 103)

« Schéma technologique », *Wikimedia Commons/Ruizo* (24 février 2006)

Pixabay/Erich Westendarp

Pixabay/Daniel Kirsch

Pixabay/MustangJoe

« RietveldSchroderPlans », *Wikimedia Commons/Jchancerel* (25 décembre 2017). Licence CC BY-SA 4.0 (modifications : passage en noir et blanc et gommage)

Pixabay/OpenClipart-Vectors (modification : ajout de légende)

Pixabay/Diego Bircher (modifications : fond blanc, ajout de légende)

Unité 9 (p. 122)

« Atelier vélo Ballenberg », *Wikimedia Commons/Gzzz* (24 juillet 2019). Licence CC BY-SA 4.0

(Figures 108 à 110)

« Atelier vélo Ballenberg », *Wikimedia Commons/Gzzz* (24 juillet 2019). Licence CC BY-SA 4.0

Pixabay/5460160

© **Arno Editions**

Achévé d'imprimer en juin 2024

Pulsio Print

85, Bd Europe

Bojourishte, Sofia

Bulgarie

