

PARTIE II : LA TRANSMISSION DU MOUVEMENT

I / DES MOUVEMENTS DIFFERENTS

a) Les caractéristiques d'un mouvement

1°) La vitesse

Un **mouvement** peut être **lent** ou **rapide**, de **vitesse constante** (on parle alors de « **mouvement uniforme** ») ou non.

Lorsque la vitesse augmente, on parle **d'accélération** du mouvement et, au contraire, de **décélération** lorsqu'elle diminue.

2°) La trajectoire

A partir d'un point du système en mouvement, son déplacement définit un chemin appelé « **trajectoire** ». Celle-ci est constituée de l'ensemble des positions occupées par ce point lors du mouvement. Cette trajectoire peut être **quelconque** ou former une **figure géométrique** particulière (droite, cercle...).

Un mouvement possède également à chaque instant une **direction** et un **sens** qui constituent **ses caractéristiques spatiales**.

b) Mouvements particuliers

On peut définir simplement deux types de mouvements :

1°) Mouvement de translation rectiligne

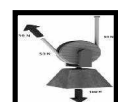
Il correspond au déplacement d'un objet selon une **trajectoire rectiligne** (droite).

Exemple : l'ascenseur.

2°) Mouvement de rotation (ou circulaire)

Il correspond au déplacement d'un objet pour lequel la **trajectoire est un cercle ou un arc de cercle**.

Exemple : pales d'une éolienne ou d'un moulin, hélice...



c) Mise en mouvement et énergie

L'utilisation d'une source d'énergie est nécessaire pour toute mise en mouvement (voir partie Sciences Physiques).

L'énergie utilisée en entrée dans l'élément moteur devrait, selon le principe physique de **conservation d'énergie**, se retrouver en sortie dans l'objet qui bouge. En réalité, l'énergie en sortie est toujours plus faible car les frottements en consomment une partie qui est dissipée sous forme de chaleur.

Il n'y a que dans l'espace que peut exister le concept de mouvement perpétuel car il n'y a pas de frottement et donc conservation des énergies (exemple du mouvement des planètes autour du Soleil).

II / TRANSMISSION ET TRANSFORMATION DU MOUVEMENT

a) Intérêt de la transmission d'un mouvement

Les dispositifs de transmission d'un mouvement peuvent permettre d'agir plus loin, plus ou moins fort, plus ou moins vite...

On peut distinguer de manière simplifiée, deux types de dispositifs de transmission de mouvement :

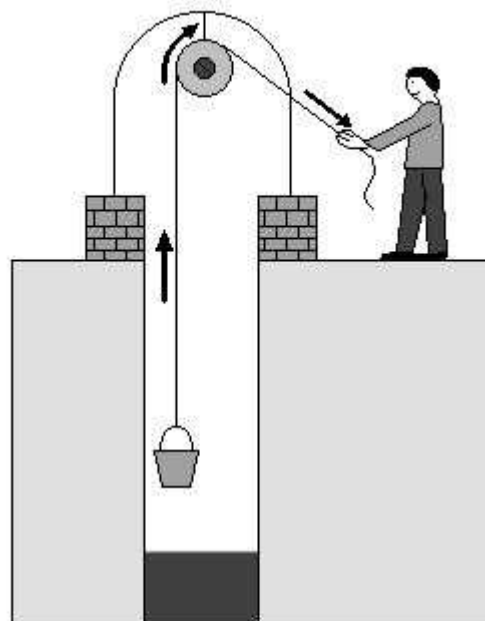
b) Transmission sans modification de nature du mouvement

Rotation → **rotation** ou **translation** → **translation**

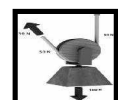
1°) La poulie

Elle permet de modifier la direction d'un mouvement de translation.

Il est ainsi inutile de se baisser au dessus du puits pour remonter le seau.



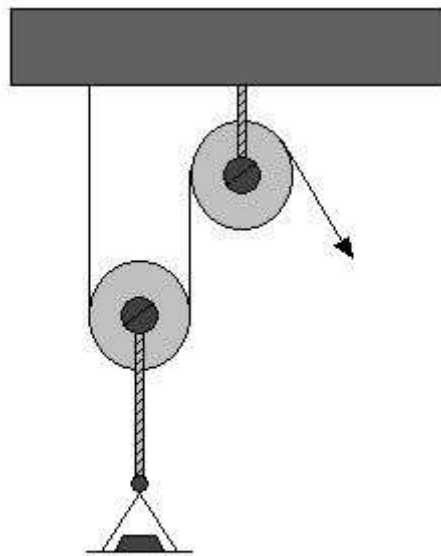
Poulie au-dessus d'un puits



2°) Le principe du palan

Il est possible de **démultiplier** un mouvement avec des poulies en ajoutant, par exemple, une seconde poulie mobile dont l'axe supporte la charge. Pour un déplacement donné de l'extrémité de la corde qu'on tire, la charge ne monte que sur une moitié de hauteur. Par rapport à une simple poulie, le déplacement obtenu est donc divisé par deux, mais la force de traction exercée sur la charge est doublée.

Ce dispositif permet donc de **soulever de lourdes charges en exerçant une force limitée** : c'est le principe du palan, qui peut posséder plusieurs couples poulie fixe, poulie mobile pour augmenter d'autant l'effet démultiplicateur.



Principe du palan

3°) Les engrenages

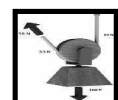
Ils sont constitués de **roues dentées**, appelées **pignons**, qui sont en contact deux à deux et s'imbriquent les unes dans les autres par leurs dents (on dit qu'elles s'engrènent). Le mouvement d'une roue motrice est transmis à l'ensemble des roues de l'engrenage.

Deux pignons qui se touchent tournent forcément en sens inverse.

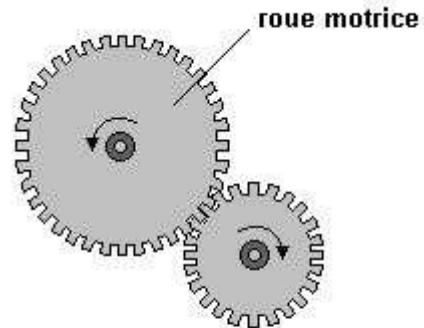
Dans un engrenage à plusieurs pignons, **le sens de rotation change à chaque pignon.**

Les engrenages sont utilisés pour transmettre un mouvement circulaire, mais surtout pour leur possibilité de modifier la vitesse de rotation.

En effet dans un engrenage, les dents d'un pignon viennent se placer exactement entre les dents du pignon suivant, si bien que quand un pignon tourne d'une dent, l'autre aussi.



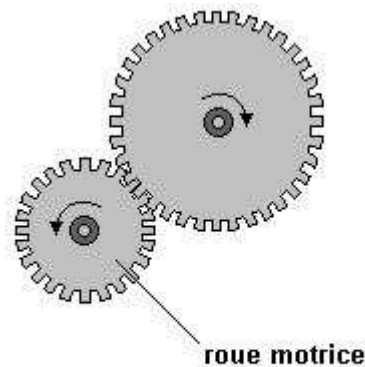
Par conséquent, si deux pignons en contact ont un nombre différent de dents, ils ne font pas le même nombre de tours pendant le même temps, et leur vitesse de rotation est donc différente.



Surmultiplication

Dans l'exemple ci-dessus, le premier pignon possède 60 dents et le second 30 dents.

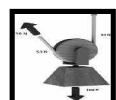
Lorsque le premier pignon moteur effectue donc un tour, le second en effectue deux et tourne alors deux fois plus vite. On parle alors de **mouvement surmultiplié**.



Démultiplication

A l'inverse, si la roue motrice est plus petite que la roue entraînée, on parle de **mouvement démultiplié**, le second pignon tourne moins vite et effectue moins de tours que le premier.

Cette propriété est intéressante car elle permet de faire varier la vitesse de rotation, mais également le couple c'est-à-dire la force qui s'exerce. Dans un mouvement démultiplié, la vitesse de la roue entraînée est plus faible que celle qui entraîne mais le couple est alors plus important.



C'est cette démultiplication du mouvement qui permet par exemple à un seul homme de soulever une lourde voiture à l'aide d'un cric.

4°) La transmission par chaîne ou par courroie

Si les roues dentées ne sont pas en contact direct comme sur une bicyclette, c'est une **chaîne** qui assure la transmission des mouvements.

Le mouvement de rotation du pédalier est transmis par la chaîne à un pignon fixé sur la roue arrière. Les propriétés de démultiplication des engrenages s'appliquent à ce dispositif car la chaîne fait correspondre une dent du pédalier à une dent du pignon. La seule différence concerne **le sens de rotation qui est le même entre le pédalier et le pignon.**

Selon le nombre de dents du pédalier et celui du pignon de la roue arrière, il est possible d'aller plus ou moins vite, en faisant varier la vitesse de rotation de la roue arrière pour une même vitesse de rotation du pédalier.

Plus cette vitesse est élevée, plus le mouvement est surmultiplié, plus la force à exercer sur les pédales est importante et plus il est donc difficile de pédaler !

On trouve aussi des systèmes dans lesquels la chaîne est remplacée par une courroie, dans ce cas les roues ne sont pas dentées et sont appelées des poulies.

Rapport de transmission

Il exprime, sous forme numérique, dans quelle mesure le mouvement est surmultiplié ou démultiplié.

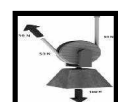
On appelle **rapport de transmission T** le rapport du nombre de tours effectué par la roue motrice N_1 sur le nombre de tours effectués par la roue entraînée N_2 , dans le même temps.

$$T = \frac{N_1}{N_2}$$

Si T est supérieur à 1 : le mouvement est démultiplié.

Si T est inférieur à 1 : le mouvement est surmultiplié.

Ce rapport est par ailleurs **directement fonction du nombre de dents** de la roue motrice (n_1) et de la roue entraînée (n_2)



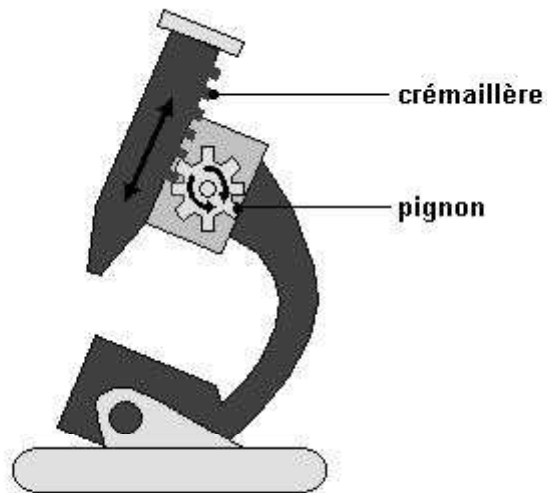
Le nombre de dents étant le rapport inverse du nombre de tours, on établit ainsi :

$$T = \frac{n_2}{n_1}$$

Dans le cas d'une poulie, c'est le rayon des poulies r qui remplace n .

c) *Transmission avec transformation du mouvement*

1°) Le système pignon / crémaillère

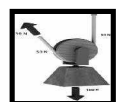


Exemple du microscope

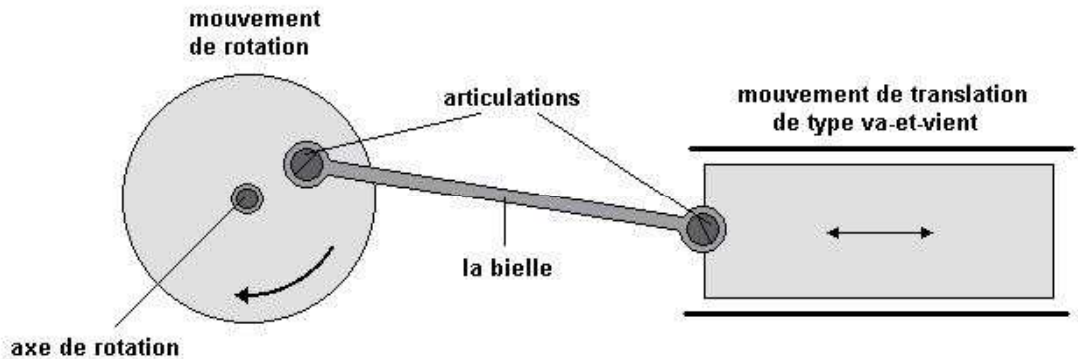
Il s'agit d'un système d'engrenage particulier utilisant une roue et une barre dentée, qui permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation.

Il équipe par exemple les microscopes dont le corps subit un mouvement de translation lorsque l'utilisateur tourne la roue de réglage.

Le système est identique pour les colonnes de direction des automobiles.



2°) Le système bielle / manivelle



Le système bielle / manivelle

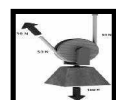
Une tige rigide et articulée, appelée **bielle**, relie la pièce en translation (appelée **piston** dans les moteurs ou les machines à vapeur) à la pièce en rotation traditionnellement nommée **manivelle**.

Ce système transforme le plus souvent un mouvement (« moteurs ») de translation du piston de type va-et-vient, en un mouvement de rotation d'un axe. C'est le cas en particulier dans les moteurs thermiques des automobiles (la pièce en rotation est alors le vilebrequin), et c'était aussi le cas dans les anciennes locomotives à vapeur (la pièce en rotation était alors la roue).

Mais la transformation du mouvement peut aussi se faire en sens contraire : c'est la pièce en rotation qui est motrice.

3°) Le système tambour / câble

Dans ce système employé sur les treuils ou sur les grues, la rotation d'un tambour (cylindre) fait s'enrouler ou se dérouler un câble, provoquant le déplacement en translation de l'objet accroché à l'extrémité du câble.



III / LA PROPULSION PAR REACTION

La mise en mouvement d'un objet ne dépend pas toujours d'une transmission mécanique. Par exemple, la **propulsion par réaction** s'effectue sans l'intermédiaire de pièces en mouvement.

a) *Le principe d'action / réaction*

Pour illustrer ce principe, considérons deux amis face à face, tous les deux montés sur une planche à roulettes. Si l'un des deux pousse l'autre, les deux planches reculent en sens opposé !

Cette expérience illustre le **principe de l'action et de la réaction**. Le premier exerce une force que nous appellerons l'action, sur son ami qui se trouve ainsi propulsé. Mais l'ami, même « passif », exerce de par son inertie la même force dans l'autre sens sur le « pousseur » : c'est la réaction, qui fait reculer ce dernier également.

b) *La propulsion par réaction*

Lorsque nous lâchons un ballon de baudruche rempli d'air, il s'envole de façon désordonnée. L'enveloppe du ballon, en se rétrécissant, exerce sur l'air une force (**l'action**) qui le projette par l'ouverture. Mais l'air exerce aussi, par **réaction**, une force sur le fond du ballon qui propulse ce dernier dans le sens opposé. On dit pour cette raison que le ballon est propulsé par réaction.

Si nous fixons ce même ballon sur un petit engin à roue, l'ensemble engin / ballon est propulsé vers l'avant par réaction lorsque s'échappe l'air.

C'est ce même principe de propulsion par réaction qui est utilisé dans les réacteurs d'avion ou dans les moteurs des fusées.

La combustion du carburant produit des gaz très chauds, sous très haute pression, qui sont violemment éjectés (action) vers l'arrière par la tuyère. Par réaction, ces gaz poussent très fort sur le fond de la chambre de combustion et propulsent ainsi l'avion ou la fusée vers l'avant.



Le réacteur d'avion à propulsion



La découverte de quelques objets et de leurs usages peut être reliée à la réalisation de maquettes et de constructions : c'est l'occasion [...] d'approcher les caractéristiques et les usages d'un axe, d'une manivelle...

- Objets mécaniques ; transmission de mouvements.

Mots clés

Mouvement uniforme, accélération, décélération, trajectoire, direction, sens, mouvement de translation rectiligne, mouvement de rotation, poulie, palan, engrenages, roues dentées ou pignon, sens de rotation qui s'inverse, mouvement surmultiplié et démultiplié, transmission par courroie, rapport de transmission, système pignon / crémaillère, système bielle / manivelle, système tambour / câble, propulsion par réaction, principe d'action / réaction.

