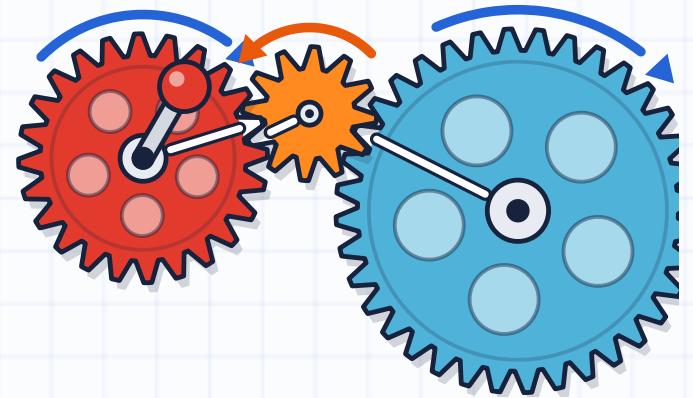


Les engrenages

Dents, vitesse et force

Comment une petite manivelle peut-elle soulever une lourde charge, ou faire tourner une roue à toute vitesse?

- 1 Des roues dentées
- 2 Dans quel sens?
- 3 Plus vite ou plus fort?
- 4 Chaînes, courroies, vis et crémaillères



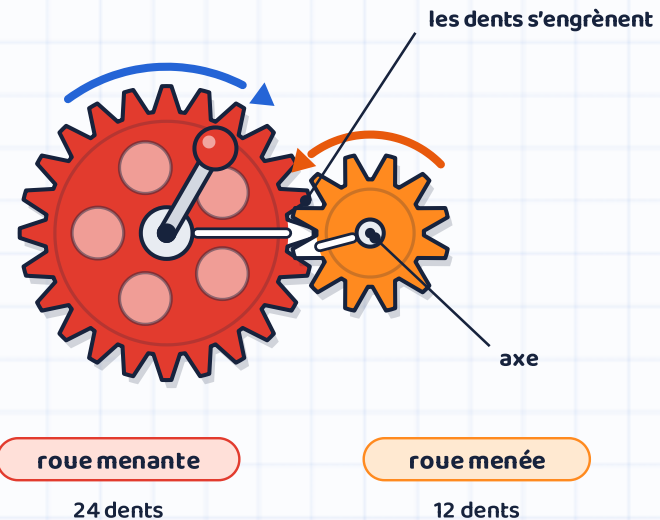
Une roue avec des dents

Un **engrenage** est formé de **roues dentées** : des roues avec des dents tout autour. Il transmet un mouvement de rotation d'un axe à un autre.

- Quand deux roues se touchent, les dents de l'une s'emboîtent dans les creux de l'autre : elles **s'engrènent**.
- La roue qu'on fait tourner est la **roue menante**. Celle qu'elle entraîne est la **roue menée**.
- La plus petite roue d'un engrenage s'appelle souvent le **pignon**.



Construis des engrenages dans l'Atelier



Des dents qui ne glissent pas

Deux roues lisses qui frottent l'une contre l'autre peuvent aussi transmettre une rotation : ce sont des **roues de friction**.

- Avec une charge lourde, les roues de friction **glissent** : la deuxième s'arrête, la première continue de tourner.
- Les dents des engrenages se poussent l'une l'autre : elles ne peuvent pas glisser. Chaque dent qui passe pousse une dent de l'autre roue.
- Pour s'engrener, deux roues doivent avoir des dents de la **même taille**.



Une roue à grosses dents et une roue à toutes petites dents : peuvent-elles s'engrener?

Non. Les grosses dents n'entrent pas dans les petits creux, et les petites dents ne remplissent pas les grands creux.

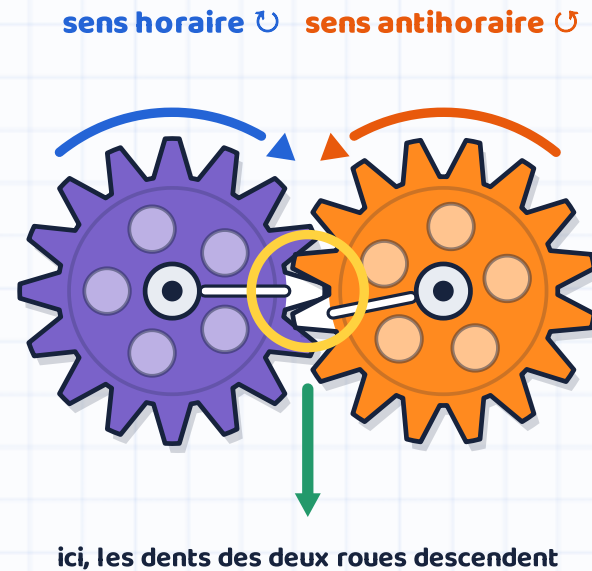


Chacune dans son sens

Observe bien deux roues qui s'engrènent. Elles ne tournent jamais dans le même sens!

**Deux roues qui s'engrènent
tournent en sens contraires.**

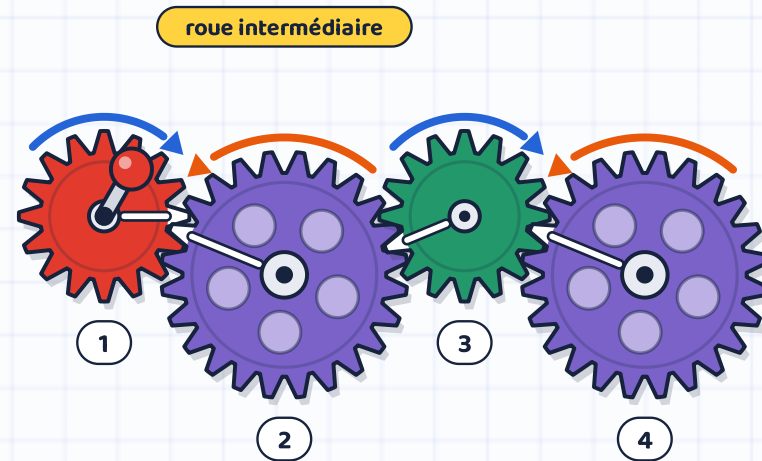
- Comme les aiguilles d'une montre : **sens horaire** ⤴. Dans l'autre sens : **sens antihoraire** ⤵.
- Là où les roues se touchent, leurs dents avancent ensemble dans la même direction. Les deux roues tournent donc en sens contraires.



Une roue au milieu

Ajoute une roue entre les deux : la dernière roue tourne alors dans le **même sens** que la première.

- La roue du milieu s'appelle une **roue intermédiaire**.
- Numérote les roues d'une rangée. Les numéros impairs (1, 3, 5...) tournent comme la roue 1. Les numéros pairs (2, 4, 6...) tournent dans l'autre sens.
- Une roue intermédiaire ne change pas la vitesse de la dernière roue, seulement son sens.



Devine le sens

Devine d'abord, puis touche une carte pour vérifier.

5

Une rangée de 5 roues. La roue 1 tourne dans le sens horaire. Et la roue 5?

Sens horaire, comme la roue 1: 5 est un nombre impair.

8

Une rangée de 8 roues. La roue 1 tourne dans le sens horaire. Et la roue 8?

Sens antihoraire: 8 est un nombre pair.



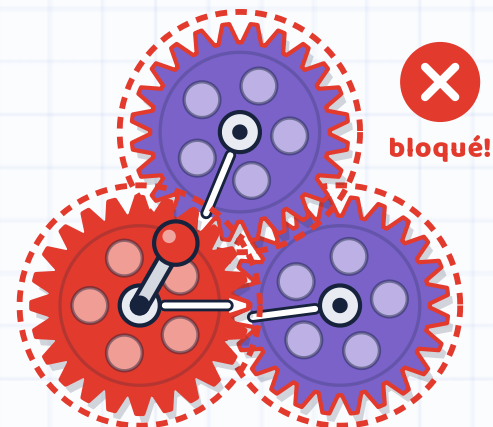
Trois roues se touchent toutes en triangle. Que se passe-t-il?

Elles bloquent! Chaque roue devrait tourner à l'envers de ses deux voisines: impossible.



Quatre roues en carré, chacune touche deux voisines. Bloquent-elles?

Non! ↻ ↻ ↻ ↻, et la roue 4 tourne la roue 1 ↻: tout concorde. Seule une boucle **impaire** bloque.



Débloque-la dans les Casse-têtes

Compte les dents

Quand la roue A fait un tour, toutes ses dents passent au point de rencontre. La roue B avance donc du même nombre de dents.

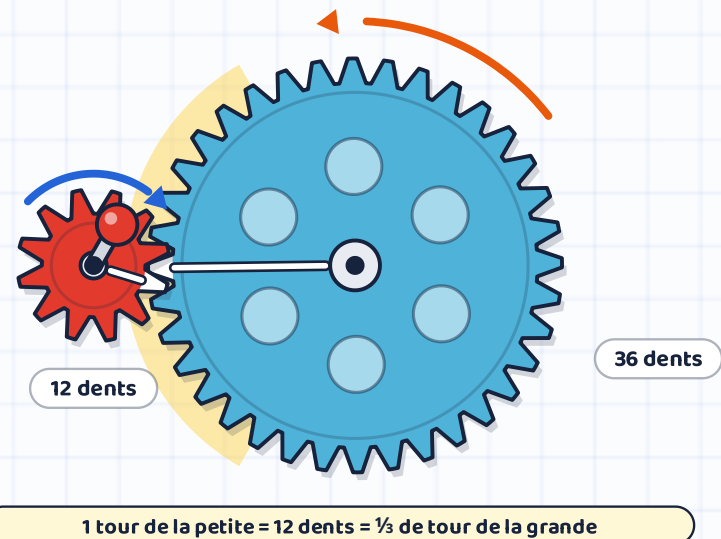
$$\text{tours de B} = \text{tours de A} \times \text{dents de A} \div \text{dents de B}$$

- Une roue de 12 dents fait tourner une roue de 36 dents : 12 dents passent, soit $\frac{1}{3}$ de tour de la grande.
- La petite roue fait 3 tours pour chaque tour de la grande.

10

Une roue de 10 dents mène une roue de 40 dents. Combien de tours de la petite pour 1 tour de la grande?

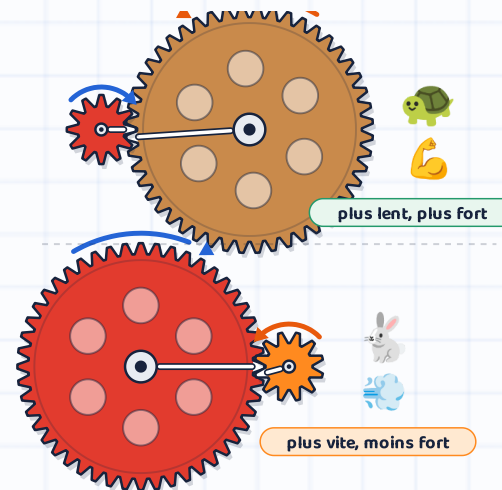
4 tours : $40 \div 10 = 4$.



Vitesse ou force : à toi de choisir

Les engrenages peuvent rendre un mouvement plus rapide ou plus lent. Mais il y a un échange : ce qu'on gagne en vitesse, on le perd en force.

	Petite roue qui en fait tourner une grande	Grande roue qui en fait tourner une petite
Vitesse	plus lente 🐢	plus rapide 🐰
Force	plus grande 💪	plus petite
Utile pour	soulever des charges : grues, treuils, première vitesse d'une auto	aller vite : batteur à œufs, ventilateur, vélo sur le plat



Même taille, même vitesse

Deux roues qui ont le même nombre de dents tournent à la même vitesse, avec la même force. Seul le sens change.



Soulève la caisse dans les Casse-têtes (niveau 4)

Les vitesses du vélo

Sur un vélo, une chaîne relie le **plateau** du pédalier à un **pignon** de la roue arrière.

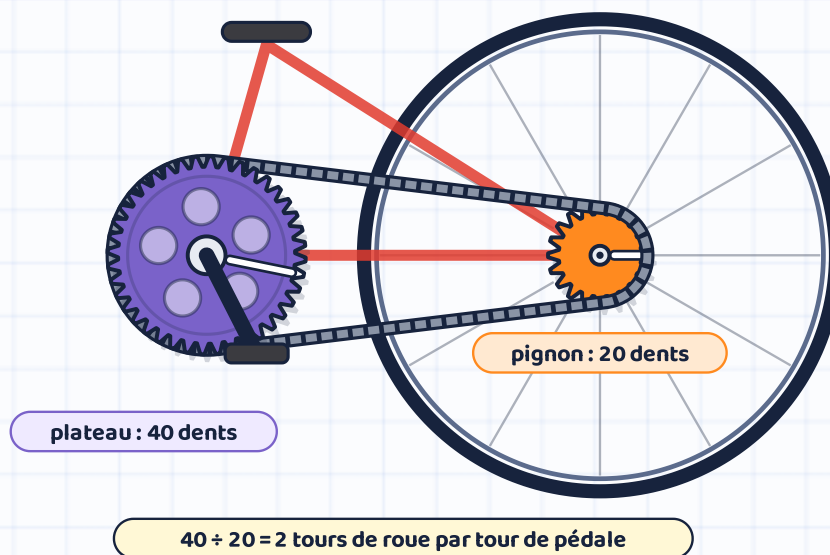
- Plateau de 40 dents, pignon de 20 dents : 1 tour de pédale = 2 tours de roue.
- Pour monter une côte : un **gros pignon**. Le vélo va moins vite, mais pédaler est plus facile.
- Sur le plat : un **petit pignon**. Chaque tour de pédale t'amène plus loin, mais pédaler est plus dur.

Les autos aussi

Une auto démarre en première vitesse (lente et forte) et roule sur l'autoroute dans sa vitesse la plus haute (rapide).



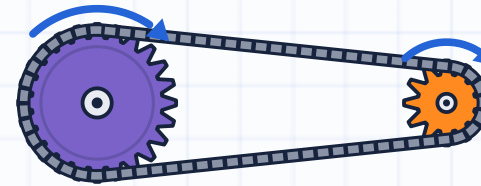
Change de vitesse dans la promenade à Vélo



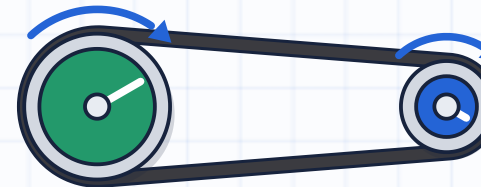
La chaîne et la courroie

Quand deux axes sont loin l'un de l'autre, une chaîne ou une courroie transporte le mouvement d'une roue à l'autre.

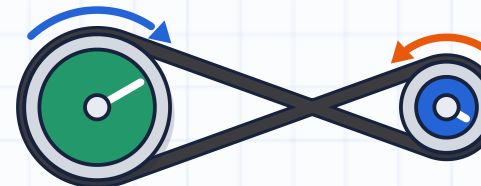
- **Roues dentées et chaîne** : les deux roues tournent dans le même sens, et rien ne glisse. On les trouve sur les vélos.
- **Poulies et courroie** : aussi dans le même sens, mais une courroie lisse peut glisser sous une charge lourde. On les trouve dans les moteurs d'auto et les vieilles machines à coudre.
- Croise la courroie, et la deuxième poulie tourne dans l'autre sens!



Roues dentées et chaîne :
même sens



Poulies et courroie :
même sens



Courroie croisée :
sens contraires

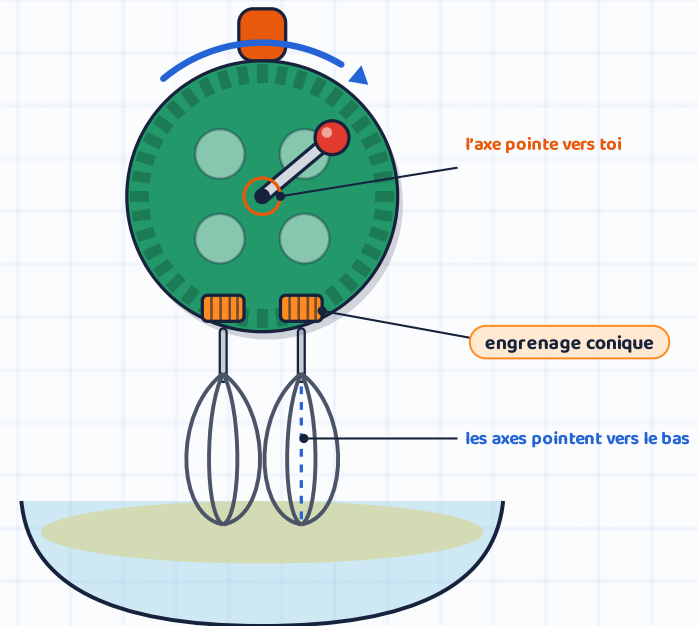


Essaie-les dans les Mécanismes

Tourner le coin : l'engrenage conique

Dans un **engrenage conique**, les deux roues sont placées à angle droit. Le mouvement de rotation tourne le coin.

- Dans un batteur à œufs, on tourne la grande roue autour d'un axe qui pointe vers soi. Les fouets tournent autour d'axes qui pointent vers le bas.
- La grande roue a beaucoup plus de dents que les petites : les fouets tournent environ 4 fois plus vite que la manivelle.
- Les deux fouets tournent en sens contraires.
- Une chignole fonctionne de la même façon : la manivelle tourne sur le côté, mais la mèche tourne vers l'avant.



 Tourne le batteur dans les Mécanismes

La vis sans fin

Une **vis sans fin** est une vis qui s'engrène avec une roue dentée. Chaque tour de vis ne fait avancer la roue que d'**une seule dent**.

- Avec une roue de 20 dents, il faut 20 tours de vis pour faire un tour de roue : très lent, mais très fort.
- Elle ne fonctionne que dans un sens : la roue ne peut pas faire tourner la vis. Une charge reste en haut toute seule.

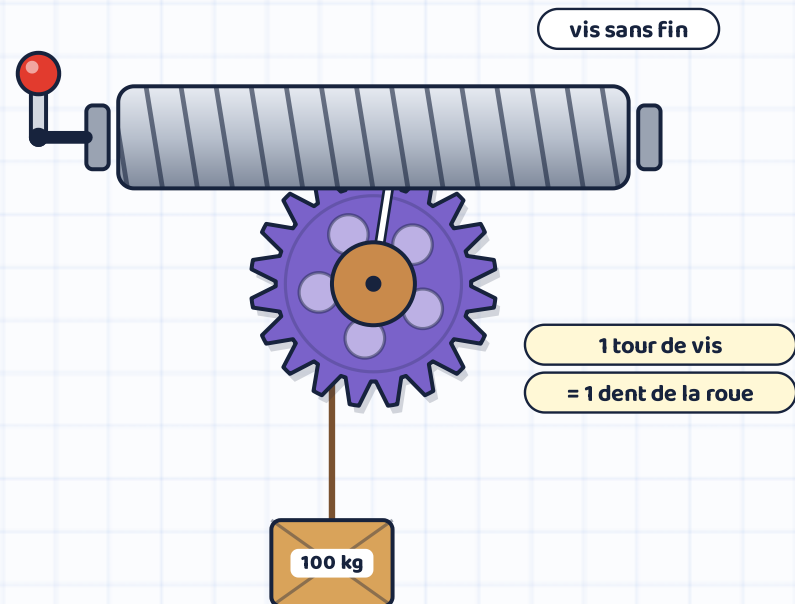


Les mécaniques d'une guitare utilisent une vis sans fin. Que se passerait-il sans elle?

La corde ferait tourner la mécanique à l'envers, et la guitare se désaccorderait.



Soulève le poids dans les Mécanismes



Le pignon et la crémaillère

Un **pignon** (une petite roue dentée) qui tourne le long d'une **crémaillère** (une barre dentée) avance en ligne droite.

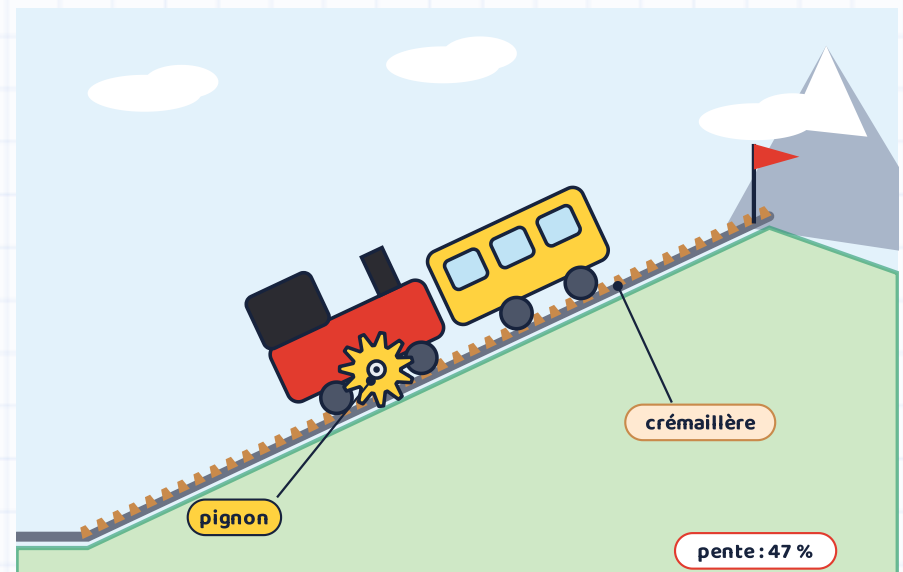
- Les engrenages, les chaînes, les courroies et les vis sans fin **transmettent** une rotation. Le pignon et la crémaillère la **transforment**.
- Dans plusieurs autos, le volant fait tourner un pignon qui pousse une crémaillère vers la gauche ou la droite.

Des trains qui grimpent

Des roues lisses glisseraient : les trains de montagne grimpent avec un pignon. Le premier a atteint le sommet du mont Washington (New Hampshire) en 1869. Le plus raide, au mont Pilate (Suisse), grimpe des pentes de 48 %.



Conduis le train dans les Mécanismes



Des engrenages partout

Quel mécanisme se cache à l'intérieur? Devine, puis touche pour vérifier.



Une horloge

Un train d'engrenages. La grande aiguille fait 12 tours pendant que la petite en fait un.



Un vélo

Roues dentées et chaîne. Le plateau et le pignon arrière tournent dans le même sens.



Un batteur à œufs manuel

Un engrenage conique. Le mouvement tourne le coin, et les fouets tournent plus vite que la manivelle.



Les mécaniques d'une guitare

Des vis sans fin. Les cordes ne peuvent pas faire tourner les mécaniques à l'envers.



La direction d'une auto

Un pignon et une crémaillère. Le volant qui tourne pousse une barre vers la gauche ou la droite.



Une vieille machine à coudre

Des poulies et une courroie. Une courroie transporte le mouvement de la grande roue jusqu'au mécanisme de l'aiguille.

Trois grandes idées

Ce que tu as appris

1

Des dents qui s'engrènent

Les engrenages transmettent une rotation sans glisser. Leurs dents doivent avoir la même taille.

2

Des sens contraires

Deux roues engrenées tournent en sens contraires. Une roue intermédiaire fait tourner la dernière comme la première. Un triangle bloque.

3

Vitesse ou force

Compte les dents : une petite roue qui en fait tourner une grande va moins vite, mais plus fort. On ne peut pas gagner les deux!

Maintenant, joue au Labo des engrenages



Atelier



Casse-têtes



Mécanismes



Vélo



Quiz