



SCIENCES EN BALADE

Une balade à vélo pour initier des questions de sciences à propos de courroie, engrenage, plateau, pignon et transmission de mouvement.

UNE BALADE À VÉLO



SCIENCES EN BALADE

INTRODUCTION

Et si nous sortions prendre l'air pour apprendre les sciences ?

La balade proposée dans ce cahier fait partie d'un recueil d'itinéraires didactiques choisis pour leur intérêt scientifique.

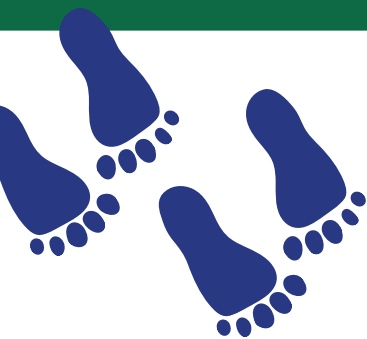
Ces balades constituent l'accroche pédagogique concrète pour aborder des concepts scientifiques. Pour les élèves, se rendre compte que ce qui est appris en classe existe aussi dans « la vraie vie » participe à une meilleure appropriation des concepts envisagés et donne du sens aux apprentissages en favorisant le contact direct avec le patrimoine naturel ou culturel.

Les démarches proposées aux enseignants dans notre recueil de sciences en balade, incluent des sorties dans l'environnement proche de l'école et proposent des activités d'apprentissage à faire sur place et en classe. Lors des essais de ces séquences, nous avons vu les élèves s'impliquer et manifester intérêt et motivation.

La séquence a été vécue dans deux classes de l'école d'enseignement spécialisé Robert Brasseur, rue Jean d'Outremeuse à Liège. Dans cette école, les balades à vélo sont fréquentes. Les enseignants : Damien Bosard, Benoît Devoghel et Laura Pimenta, ont trouvé intéressant de s'appuyer sur ce vécu pour aborder des notions de sciences (force et transmission du mouvement par les roues dentées) et une approche concrète des fractions et de la proportionnalité en mathématiques. En outre, après avoir identifié la difficulté parfois pour ces enseignants de garder des traces écrites lors des activités scientifiques avec leurs élèves, ils ont veillé à accorder une attention particulière au cahier de traces qui reflète les étapes des apprentissages. Nous vous en livrons quelques extraits. La séquence se clôture par une visite d'un atelier de réparation vélo.



Les itinéraires que nous proposons sont présentés à titre d'exemples. Les démarches sont transposables à d'autres sites.



Quelle place occupe la balade dans une démarche de recherche ?
Quel est son rôle ?

- **La balade comme point de départ pour susciter des questions**

L'élève se plonge dans une réalité qu'il ne connaît pas ou peu, il ressort de la balade avec des questions.

- **La balade en cours de séquence comme source d'information**

Elle prend place au cœur de l'apprentissage. L'élève arrive à la balade en chercheur, il en ressort avec des éléments de réponse et aussi de nouvelles questions.

- **La balade en fin de séquence comme transfert des apprentissages**

L'élève arrive à la balade en « expert ». La balade lui permet d'illustrer ou d'appliquer des connaissances acquises dans un nouveau contexte.

Pour bien penser l'articulation entre les balades et les activités en classe, entre le dehors et le dedans, ces auteurs nous ont inspiré :

Perrenoud, P. (1997). Vers des pratiques pédagogiques favorisant le transfert des acquis scolaires hors de l'école. Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation. Université de Genève.

Charvolin, F. (2017). VertigO, Volume 17 numéro 3. Sortie nature, protocole et hybridité cognitive. Note sur les sciences participatives.

Meirieu, P. Le transfert de connaissances : éléments pour un travail en formation. Outils repris et retravaillés à partir du travail effectué lors du Colloque organisé en septembre-octobre 1994 à l'Université Lumière-Lyon 2.

Partoune, C. (2020). Dehors, j'apprends. EdiPro.





1. EN SELLE

2. LE RETOUR EN CLASSE

3. POUR L'ENSEIGNANT

4. MATÉRIEL

5. LES RESSOURCES

1. EN SELLE

INTÉRÊT SCIENTIFIQUE DE LA BALADE

En partant de la transmission de mouvement du plateau au pignon qui actionne la roue arrière motrice d'un vélo, les élèves vont comprendre pourquoi il y a plusieurs vitesses à leur vélo et ce qu'apporte le changement de vitesse. Ils seront capables de comparer des associations de plateau et pignon qui en fonction de leurs tailles sont plus ou moins avantageuses en terme d'effort à fournir et d'efficacité de déplacement.

La balade permettra d'avoir un ressenti corporel des effets du changement de vitesse et d'observer les rapports de plateau et pignon selon le type d'effort à fournir.

INTÉRÊT PÉDAGOGIQUE DE LA BALADE DANS LA DÉMARCHE

La balade à vélo est le point de départ de notre démarche. Elle permet aux élèves d'avoir un vécu qui introduit les questions scientifiques de recherche qui seront travaillées en classe ensuite.

Objectifs de la balade

- Comprendre comment fonctionne le principe du changement de vitesse sur le vélo ; autrement dit, faire le lien entre le changement de vitesse, le nombre de tours de pédales et la force à appliquer pour avancer.
- Susciter des questions scientifiques : « Quelle association de plateau et pignon pour les montées, pour les descentes ou pour un terrain plat ? » « Comment expliquer qu'un changement de plateau ou de pignon modifie l'effort à fournir ? »

Matériel à emporter

Chaque enfant emportera :

- un vélo ;
- un casque ;
- une gourde d'eau ;
- une tenue adéquate pour rouler à vélo.

L'enseignant emportera :

- de quoi prendre des photos des élèves en activité.

Fiche Technique

- Parcours de quelques kilomètres
- Le parcours doit comporter des variations de dénivelé.

La balade à vélo comme mobilisation

Lors de cette sortie, l'enseignant fait comparer aux élèves les sensations selon le choix des vitesses. L'itinéraire doit comporter au moins un moment de montée et un moment de descente, afin de mettre en lien les changements de vitesse et les efforts à fournir. Des observations peuvent être faites aussi sur terrain plat pour comparer l'effort et le déplacement selon des associations de pignon et plateau différentes.

L'enseignant veillera à susciter l'expression des élèves sur l'utilité de changer les vitesses et montrera ce qu'il se passe sur le vélo quand on change de vitesse (la chaîne qui passe d'un niveau de roues de plateau ou pignon à un autre).

Quand change-t-on de vitesses ? Exemple de réponse : *quand ça devient trop dur ou trop facile.*

Pourquoi change-t-on de vitesses ? Exemple de réponse : *parce que ça monte alors c'est trop dur et je change de vitesse pour que ça devienne plus facile.*

Que se passe-t-il sur le vélo lorsqu'on change de vitesse ? Exemples de réponse : *la chaîne bouge, elle passe d'un plateau à l'autre ou d'un pignon à l'autre.*



Les engrenages

Cahier de Diego

2021-2022



Un engrenage est un ensemble d'au moins deux roues dentées qui se transmettent un mouvement de rotation.

2. LE RETOUR EN CLASSE

ACTIVITÉ 1 : RAPPEL DES SENSATIONS ET DES TERMES UTILISÉS LORS DE LA BALADE

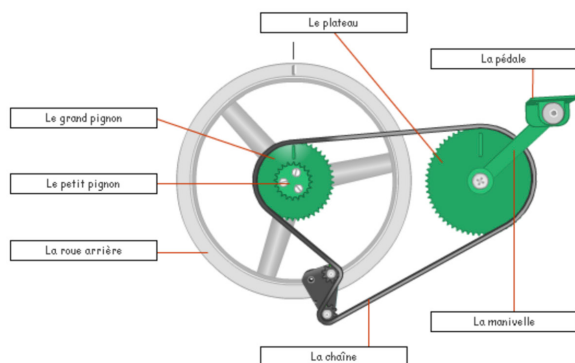
But de l'activité :

Se réapproprier ce qui a été ressenti et observé lors de la balade. Resituer sur un schéma les termes utilisés.

Déroulement :

Chaque élève garde une trace au cahier de sciences et écrit ses ressentis lors de la balade en matière d'effort à fournir selon les vitesses appliquées.

L'enseignant projette ensuite un schéma au tableau et fait reformuler les élèves avec le vocabulaire adéquat tout en montrant aussi les parties sur un vélo retourné sur une table de classe.



LeCyclo (2022). La transmission. <https://www.lecyclo.com/blogs/conseils/dictionnaire-du-velo#la-transmission>



Il évoque les moments de montée durant la balade et demande quelle configuration de vitesse serait préférable. Les élèves associent que pour un même plateau lorsqu'on a mis le petit pignon, c'était plus difficile, il fallait forcer plus que lorsqu'on a mis un pignon plus grand.

L'enseignant introduit la suite des activités en annonçant qu'ils vont essayer de comprendre pourquoi ce changement influe sur l'effort à fournir.

Exemple de structuration

Désigner sur un schéma : le pignon, le plateau, la pédale, la roue arrière, la roue avant, la chaîne ou courroie de transmission.

Plus le pignon est de petite taille, plus la puissance de pédalage est grande et plus la distance parcourue par un tour de pédale est importante. Par contre, avec un grand pignon, il faudra « mouliner » plus, ce sera plus facile de pédaler, mais le vélo avance moins loin pour un tour de pédale.

ACTIVITÉ 2 : ACTIVITÉS DE CONSTRUCTION DE SAVOIR

A. LES ENGRENAGES

But des activités :

À partir des engrenages, prendre connaissance du mécanisme de transmission de mouvement d'une roue à l'autre, comprendre le rapport entre la vitesse des roues et le nombre de dents des roues associées.

Déroulement :

L'enseignant explique aux élèves que pour comprendre comment fonctionne le système de vitesses du vélo, on va passer par le matériel engrenages.

Étape 1 : Manipulation libre du matériel.

Les élèves se familiarisent avec le matériel « engrenages », ils construisent des séries de roues associées. À ce stade, l'enseignant ne donne pas de consigne dirigée, les élèves appliquent leurs propres idées.

Chaque élève colle une photo de la « manipulation libre » et prend note de ses constats au cahier de sciences pour garder une trace.



D'abord, nous avons découvert les engrenages sous forme de jeux de construction.



Ensuite, nous avons compris que deux roues n'entraînent pas forcément dans des sens opposés.

En regardant des vidéos et en manipulant, on voit que la vitesse de rotation change selon la taille de la roue et le nombre de dents.

Par exemple, une roue deux fois plus petite fait deux fois plus de tours.

Aussi, deux roues solénoïques tournent à la même vitesse.



Étape 2 : Manipulation pour comprendre le sens de rotation des roues

L'enseignant donne une consigne aux élèves :

Construis une série linéaire d'engrenages et observe le sens de rotation de chacune des roues. Pour bien observer le sens de rotation, dispose un drapeau sur chaque roue à l'aide de plasticine.

Par ces manipulations, les élèves comprennent que d'une roue à l'autre, il y a un sens de rotation inverse. La première roue tourne dans le sens horloger alors que la seconde roue tourne dans le sens anti-horloger. Toutes les roues impaires tournent comme la première et toutes les roues paires tournent comme la seconde. Dans le cahier de sciences, les élèves tracent des flèches sur la photo pour indiquer le sens de rotation des roues.



L'enseignant demande ensuite aux élèves comment tourneront la 100^e et la 101^e roue ? Le matériel ne comprenant pas 100 roues à associer, les élèves sont amenés à réfléchir aux roues paires qui tournent à l'inverse de la première et aux roues impaires qui tournent dans le même sens que la première.

Étape 3 : Manipulations pour comprendre le lien entre le nombre de dents et leur vitesse de rotation

L'enseignant invite les élèves à s'interroger sur la vitesse de rotation des roues : *tournent-elles toutes à la même vitesse ?*

Les élèves réalisent un montage avec des roues de tailles différentes pour trouver la réponse à la question posée.



Après un temps de manipulation, l'enseignant organise un échange collectif pour partager les constats des élèves : les roues ont des vitesses différentes, les petites semblent aller plus vite. L'enseignant propose aux élèves d'objectiver cette impression qui découle de leurs observations lors des manipulations.

Il les invite à réaliser un montage de deux roues identiques (même nombre de dents) et donne la consigne suivante :

Fais tourner une fois la 1^{re} roue et compte le nombre de tours que fait la 2^e roue. Recommence la manipulation en faisant tourner deux fois la 1^{re} roue et observe le nombre de tours effectués par la 2^e roue et ainsi de suite.

Les élèves gardent une trace de leurs observations dans un tableau :



	Roue 1 Nombre dents :	Roue 2 Nombre dents :
Nombre de tours		

Après cette première manipulation, l'enseignant invite les élèves à refaire le même exercice avec des roues différentes (nombre de dents différents). Par exemple : une première roue de 16 dents et une seconde roue de 8 dents. Les élèves font tourner la première roue une fois et observent le nombre de tours effectués par la seconde. Ils font ensuite tourner la première roue deux fois et observent le nombre de tours effectués par la seconde et ainsi de suite...

Ils prennent note de leurs observations au cahier de sciences. Lors de cette manipulation, les élèves calculent le rapport de proportionnalité qui se joue selon le nombre de dents et la vitesse dans les roues d'engrenage associées.

Exemple de structuration

Lorsque deux roues dentées ont le même nombre de dents, elles tournent à la même vitesse. Si la première roue fait un tour, la deuxième roue fait un tour également. Une roue qui a deux fois moins de dents actionnées par une roue qui en a le double, fera deux tours quand l'autre n'en fera qu'un.

La réflexion transposée au vélo permettra de mettre en mot les ressentis vécus lors de la balade cycliste.

B. LES CHANGEMENTS DE VITESSE D'UN VÉLO

But de l'activité :

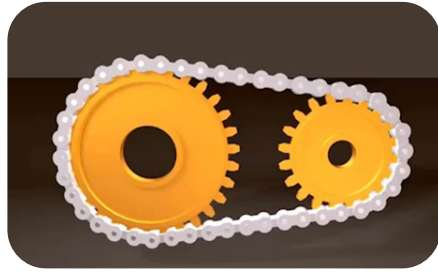
Objectiver les ressentis de la balade vélo en testant selon trois positions de pignon : le nombre de tours de pédales, le nombre de tours de roue et le déplacement effectué.

Déroulement :

Lors de la balade à vélo, les élèves ont ressenti le rôle du changement de vitesse. Dans cette étape de la séquence, l'enseignant propose d'objectiver ces ressentis en testant dans la cour avec un vélo selon trois positions de pignon : le nombre de tours de pédales, le nombre de tour de roues et le déplacement effectué.

L'enseignant fait également un rappel des exercices engrenages qui ont été effectués en classes en amont et fait remarquer aux élèves que dans le vélo, les roues d'engrenages ne se touchent pas.

Elles sont reliées par une courroie et ces roues (pignon/plateau) tournent dans le même sens grâce à cette courroie. Heureusement que les roues tournent dans le même sens sur le vélo !



Étape 1 : Essais avec le vélo dans la cour

Les élèves testent le changement de vitesse sur le vélo. Par exemple, avec le plateau du milieu et trois pignons de tailles différentes. L'enseignant les invite à exprimer leurs ressentis dans les différentes situations et à verbaliser leurs constats :

Pour un même plateau, plus le pignon est petit, plus le vélo avance en un tour de pédale mais cela demande plus de force dans les jambes, c'est plus difficile. Plus le pignon est grand, moins le vélo avance en un tour de pédale, mais cela demande moins de force dans les jambes, c'est plus facile.

Ensuite, l'enseignant propose l'exercice inverse, avec le pignon du milieu et trois plateaux de tailles différentes. Les élèves expriment leurs ressentis dans les différentes situations et verbalisent leurs constats :

Pour un même pignon, plus le plateau est grand, plus le vélo avance en un tour de pédale, mais cela demande plus de force dans les jambes, c'est plus difficile. Plus le plateau est petit, moins le vélo avance en un tour de pédale, mais cela demande moins de force dans les jambes, c'est plus facile.

L'enseignant invite également les élèves à remarquer que la distance parcourue par un tour de roue correspond à la circonférence de la roue. Pour les aider à matérialiser ce constat, il propose aux élèves de marquer au sol la longueur parcourue dans chaque situation.

Étape 2 : Comprendre la distance parcourue par le vélo selon la combinaison plateau/pignon



De retour en classe, l'enseignant retourne un vélo sur une table et place un repère sur la roue arrière afin de compter le nombre de tours dans les différentes situations

Dans un premier temps, l'enseignant choisit des exemples simples :

Les élèves mettent le plateau du milieu (exemple 28 dents) et mettent le plus petit pignon (exemple 11 dents). Ils actionnent les pédales et constatent que :

- Lorsque le pédalier fait un tour, le plateau fait un tour également ;
- Lorsque le plateau fait un tour, le pignon en fait deux et demi ce qui revient à dire que lorsqu'on fait un tour de pédale, la roue fait 2 tours et demi.

Les élèves restent sur le plateau du milieu (exemple 28 dents) et mettent le plus grand pignon (exemple 34 dents). Ils actionnent les pédales et constatent que :

- Lorsque le pédalier fait un tour, le plateau fait un tour également ;
- Lorsque le plateau fait un tour, le pignon ne fait pas un tour complet, il fait $4/5^{\circ}$ de tour ce qui revient à dire que lorsqu'on fait un tour de pédale, la roue ne fait que $4/5^{\circ}$ de tour.

L'enseignant rappelle les situations vécues dans la cour et propose de quantifier les distances parcourues dans les différentes situations. Les élèves doivent mesurer la circonférence de la roue du vélo (diamètre $\times \pi$) et, sur base des constats réalisés précédemment, ils peuvent anticiper la distance parcourue par le vélo.

Exemple pour un vélo dont les roues ont une circonférence de 2 mètres :



Dans la première situation, pour un tour de pédale, le plateau (de 30 dents) fait un tour et entraîne le pignon de 30 dents. Puisque le plateau et le pignon ont le même nombre de dents, lorsque le plateau fait un tour, le pignon fait aussi un tour. Le pignon entraîne la roue arrière du vélo qui fait également un tour.

Donc, lorsque le plateau et le pignon ont le même nombre de dents, pour un tour de pédale, le vélo avance d'un tour de roue.

Si la roue a une circonférence de 2 mètres, le vélo avance de $1 \times 2 = 2$ mètres

Dans la deuxième situation, pour un tour de pédale, le plateau (de 30 dents) fait un tour et entraîne le pignon de 20 dents. Puisque le plateau a plus de dents que le pignon, ce dernier fera plus de tours que le plateau. Lorsque le plateau fait deux tours, le pignon fait trois tours. Et, lorsque le plateau fait un tour, le pignon fait un tour et demi.

Donc, lorsque le plateau a un nombre de dents une fois et demie plus élevé que le nombre de dents du pignon, pour un tour de pédale, le vélo avance d'un tour et demi de roue.

Si la roue a une circonférence de 2 mètres, le vélo avance de $1,5 \times 2 = 3$ mètres

Dans la troisième situation, pour un tour de pédale, le plateau (de 30 dents) fait un tour et entraîne le pignon de 40 dents. Puisque le plateau a moins de dents que le pignon, ce dernier fera moins de tours que le plateau. Lorsque le plateau fait quatre tours, le pignon fait trois tours. Et, lorsque le plateau fait un tour, le pignon fait trois quarts de tour.

Donc, lorsque le plateau a un nombre de dents trois quarts moins élevé que le nombre de dents du pignon, pour un tour de pédale, le vélo avance de trois quarts de tour de roue.

Si la roue a une circonférence de 2 mètres, le vélo avance de $0,75 \times 2 = 1,5$ mètres

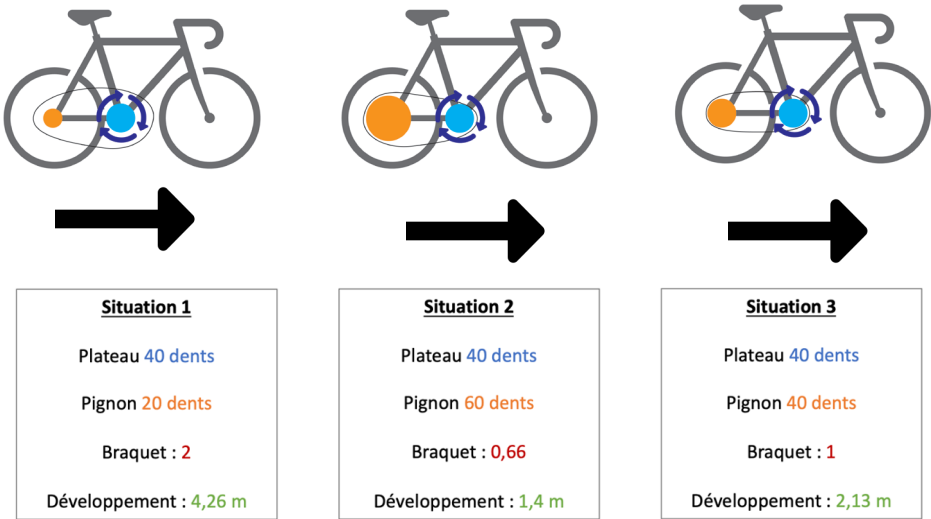
Quel est l'effort à fournir dans ces différentes situations ? Est-ce facile ou difficile ?

Lorsque le nombre de dents du plateau est supérieur au nombre de dents du pignon, je dois donner plus de force. C'est difficile, mais je vais plus loin avec un seul tour de pédales.

Lorsque le nombre de dents du plateau est inférieur au nombre de dents du pignon, je dois donner moins de force. C'est facile, mais j'avance moins loin avec un seul tour de pédales. Je dois « mouliner » pour avancer.

Exercices supplémentaires, plus conceptuels

Les élèves doivent mesurer la circonférence de la roue du vélo (diamètre $\times \pi$) et calculer le braquet (le rapport entre le nombre de dents du plateau et le nombre de dents du pignon). Avec ces deux données, ils peuvent calculer la distance parcourue par le vélo (le développement) dans les différentes situations vécues.

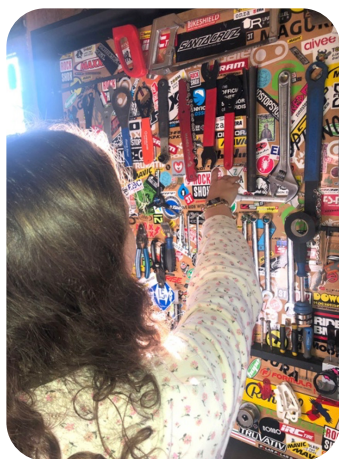


Dans les trois situations vécues, nous avons constaté et mesuré que plus le braquet (le rapport entre le nombre de dents du plateau et le nombre de dents du pignon) est grand, plus le développement (la distance parcourue par la roue) sera grand. À l'inverse, plus le braquet est petit, plus le développement sera petit.

ACTIVITÉ 3 : APPLICATION ET TRANSFERT **VISITE D'UN ATELIER VÉLO**

But de l'activité :

Transférer les apprentissages construits dans une situation nouvelle. Les élèves partent à la rencontre d'un réparateur de vélo.



Déroulement :

L'enseignant emmène les élèves dans un atelier vélo qui se situe à proximité de l'école. Le responsable de cet atelier permet aux élèves de réaliser des gestes d'entretien sur un vélo de l'atelier : vérifier le serrage des câbles de frein, regonfler les pneus, resserrer la roue, graisser la chaîne...



ACTIVITÉ 4 : UNE AUTRE IDÉE D'ACTIVITÉ **DE TRANSFERT : APPRENDRE À ROULER EN VILLE**

À l'heure où la mobilité en ville est repensée, il est intéressant d'habituer les élèves à la sécurité à vélo en ville ou ailleurs. L'association Pro Vélo accompagne et donne de précieux trucs et astuces pour rouler confortablement et en toute sécurité en ville. Une sortie de ce type, pourrait clôturer agréablement et utilement cette séquence.

Contact Pro-Vélo : <https://www.provelo.org/fr/page/ma-ville-a-velo1>





3. POUR L'ENSEIGNANT

COMMENT FONCTIONNE UN VÉLO ?

C'est grâce à la roue arrière que le vélo avance. Les pédales sont au milieu du cadre. En actionnant les pédales, le cycliste fait tourner le plateau. En tournant, le plateau entraîne la rotation de la chaîne qui entraîne à son tour la rotation du pignon et par conséquent de la roue arrière. La roue arrière en se mettant en mouvement entraînant la roue avant qui effectue le même mouvement.

Dans la séquence proposée pour comprendre le fonctionnement des vitesses d'un vélo, nous avons pour simplifier pris des exemples de rapport de nombres de dents du plateau et du pignon qui sont des entiers. Sur le «vrai» vélo que vous utiliserez pour le test, vous aurez des rapports plus complexes. Chaque vélo présente selon les marques, selon les usages et types de vélo, des combinaisons différentes de nombres de dents de plateau et pignon.

Ce rapport entre le nombre de dents du plateau de pédalier et le nombre de dents du pignon s'appelle le braquet. Un braquet 49x11, par exemple, signifie que vous êtes sur un plateau qui comporte 49 dents et un pignon qui en contient 11. Un cycliste cherche toujours à appliquer un braquet idéal selon le niveau de difficulté du terrain et la puissance musculaire qu'il est capable de fournir, il tente à garder une aisance de pédalage.

Une émission «C'est pas sorcier» qui explique le fonctionnement du vélo peut conclure cette séquence.

Lien : https://www.youtube.com/watch?v=wechtq95lqM&ab_channel=C%27est-passorcier (L'extrait qui aborde le rapport plateau/pignon et le développement de la roue se trouve à 11 minutes 30 secondes de la vidéo).

Pour d'autres séquences à propos des engrenages et machines simples, nous vous invitons à consulter la brochure : Ecole — Musée : «Rouages — Comprendre la notion de transmission et transformation du mouvement à travers quelques mécanismes et leurs applications» ASBL Hypothèse.

<https://www.hypothese.be/wp-content/uploads/2019/01/ASBL-cahier-3-engrenages-TDC2MM.pdf>

4. MATÉRIEL

Une malle « Engrenages » avec ce contenu est disponible en prêt à l'ASBL Hypothèse.



5. RESSOURCES

Ressources documentaires :

- LeCyclo (2022). La transmission. Récupéré le 26 septembre 2022 de <https://www.lecyclo.com/blogs/conseils/dictionnaire-du-velo#la-transmission>
- LeCyclo (2022). Comment ça marche? Récupéré le 26 septembre 2022 de <https://www.lecyclo.com/fr-be/blogs/conseils/tout-savoir-transmission-velo>

Personnes-ressources :

Contact Pro-Vélo : <https://www.provelo.org/fr/page/contact>

Editeur responsable

Sabine Daro
ASBL Hypothèse
2 rue Natalis 4020 Liège

Rédaction

Sabine Daro
Avec l'aide de : Raphaëlle Strijckmans, Marie Dethier et les conseils des membres de l'équipe Hypothèse

Relecture

Cécile Noël

Enseignants pilotes

Damien Bosard, Benoit Devoghel et Laura Pimenta de l'école d'enseignement spécialisé Robert Brasseur, rue Jean d'Outremeuse à Liège

Graphisme

Doris MICHEL

Date de parution

Novembre 2022



