

Rendement cycliste chaîne

Rendement en cyclisme : On peut définir le rendement par le rapport en l'énergie totale produite par le coureur et l'énergie mesurée sur la roue arrière. En effet, on observe des pertes énergétiques, biomécaniques et mécaniques entre la production totale d'énergie et la production réelle qui permet d'avancer.

Le rendement en cyclisme est estimé en 21 et 24 % en laboratoire avec une mesure directe de l'oxygène consommée, ce qui signifie que 76 à 79 % de l'énergie est perdue. Polar estime le rendement en 17 et 22 %, toutefois ces estimations sont mesurées de manière indirecte à partir de la FC et de la puissance sur un capteur dont la marge d'erreur est importante.

Où part l'énergie ? Nous pouvons distinguer 3 niveaux de perte d'énergie :

1er niveau Bioénergétique :

Le muscle produit beaucoup d'énergie sous forme de chaleur, près de 70 % il ne reste guère plus de 30 % d'énergie mécanique. Le corps doit aussi dépenser de l'énergie pour assurer son refroidissement, ce qui en pleine chaleur peut s'accompagner de perte de rendement importante et perceptible. Les records sur Marathon ne sont jamais battus par plus de 20 °C. De plus, une partie de l'énergie sert à nourrir nos organes vitaux (cerveau, cœur, poumons, foie, reins, intestin etc...)

2ème niveau Biomécanique :

Lorsque le cycliste pédale les forces appliquées sur les pédales ne sont pas toutes orientées perpendiculairement à la manivelle. Or, pour que le rendement du geste soit de 100% il faudrait que toutes les forces appliquées sur les manivelles soient orientées de manière perpendiculaire à la manivelle. Dans la réalité, nous appliquons des forces contradictoires et mal orientées, ce qui contribue à dégrader encore le rendement puisque ces forces ne peuvent pas être transmises dans le bon sens.

3ème niveau : Mécanique :

Le plateau, la chaîne, les pignons, déformation du cadre, des roues etc.... sont les derniers maillons de la perte de rendement. Toutefois, il faut noter que la part mécanique dans le rendement est la plus faible. Ces pertes sont aussi très difficiles à réduire car le rendement d'une chaîne de vélo est déjà de plus de 97 %, et il est impossible d'atteindre 100%.

Le rendement du cycliste s'améliore généralement par sa technique de pédalage et son fonctionnement bioénergétique qui s'améliore.

La résistance de l'air, la résistance au roulement, le poids, ne rentrent pas dans le calcul du rendement, car nous mesurons le rendement entre l'énergie chimique produite par le corps et l'énergie mécanique mesurée sur la roue arrière. Ces aspects rentrent plutôt dans le calcul du "coût énergétique". Le coût énergétique pour grimper l'Alpe d'Huez avec un vélo de 6 kilos est meilleur qu'avec un vélo de 9 kilos.

Rendement cycliste cardan et courroie

<https://www.citycle.com/60422-cardan-et-courroie-des-exemples-de-transmission-velo-sans-chaîne/>

Cardan et courroie : des exemples de transmission vélo sans chaîne



La bicyclette moderne est née il y a plus d'un siècle avec la transmission par chaîne. Ce mécanisme a peu évolué jusqu'à aujourd'hui et semble donc irremplaçable. C'est aussi pour cela que vous pouvez lire notre [dossier complet sur la chaîne de vélo](#). Pourtant, d'autres types de [transmission vélo](#) l'ont très vite concurrencé. On a en effet commercialisé dès le XIXe siècle des vélos sans chaîne ! On parlait alors de transmission « acatène ». Le vélo sans chaîne revient aujourd'hui en force sous deux formes principales : le vélo à courroie et le vélo à cardan. Quels avantages et quels inconvénients pour ces deux mécanismes ? Pour quelles pratiques sont-ils adaptés ? On vous raconte tout sur ces alternatives méconnues qui déchaînent l'imagination des constructeurs !

Le vélo à cardan : une solution robuste et presque inusable

Par rapport à une [transmission](#) classique avec chaîne de vélo, une transmission à cardan présente de nombreux avantages. Ce système qui articule des bras et des roulements entre le pédalier et la roue arrière ne nécessite en effet que **très peu d'entretien**. Une vis de vidange permet de changer l'huile si nécessaire. Cette opération ne se fait qu'une fois par an, voire tous les 15 000 kilomètres selon les recommandations des constructeurs.

Le système étant fermé, il est aussi **plus solide et moins salissant**. Finies donc les taches dues au cambouis qui s'accumule sur la chaîne ! L'usure est aussi beaucoup plus lente que pour une chaîne. Alors que celle-ci se détend au fil du temps et se remplace régulièrement, les engrenages du vélo à cardan sont quasiment inusables. C'est encore plus vrai lorsque le vélo est garé en extérieur et doit affronter les intempéries 24 heures sur 24. Contrairement à une chaîne en acier exposée à l'humidité, le cardan ne présente aucun risque de rouille.

Les vélos à cardan ont cependant deux défauts principaux. Tout d'abord, il s'agit d'un système nettement **plus lourd qu'une transmission vélo par chaîne**. Ensuite, il présente une plus grosse **perte de rendement**. Alors que la déperdition d'énergie due aux frictions d'une transmission par chaîne ne dépasse pas 2 %, elle s'élève jusqu'à 10 % pour une transmission à cardan.



Un vélo Arcade avec transmission à cardan

Chaîne ou courroie de transmission vélo : quelles différences ?

Seconde alternative dans l'univers des vélos sans chaîne : les vélos avec courroie. A priori, le système ne semble pas très différent d'une chaîne. En effet, la courroie de transmission relie deux **poulies crantées** de tailles différentes, qui jouent le même rôle que le plateau et le pignon arrière reliés par une chaîne.

Une courroie de transmission vélo est cependant fabriquée en kevlar. Elle se compose surtout d'**une seule pièce** et non de maillons rivetés entre eux. Les avantages sont évidents : **pas de rouille, moindre risque de casse, pas besoin de lubrification**. Les vélos avec courroie sont donc **moins salissants**, mais aussi **très silencieux**.

Une courroie est aussi **plus durable** qu'une chaîne. Il faut seulement faire bien attention au **réglage initial de la tension** et la réverifier de temps en temps. Le réglage se fait au diapason par une mesure de la fréquence vibratoire produite par un pincement de la chaîne, comme pour une corde de guitare. Des applications pour smartphones permettent de la mesurer et de l'ajuster facilement.

Contrairement à une chaîne, une courroie de transmission vélo ne peut pas s'ouvrir et se refermer avec un dérive-chaîne. **On ne peut donc pas la monter sur un cadre classique de vélo**, puisque qu'elle doit passer à travers le triangle arrière côté transmission. Le cadre doit donc présenter une ouverture entre le hauban et la base côté droit. Certains cadres présentent une conception spécifique qui permet de faire passer la courroie en dehors du triangle arrière.



La courroie de transmission vélo Gates Carbon Drive

Ville, VAE : quels usages pour un vélo sans chaîne ?

Malgré leurs avantages en termes d'entretien et de propreté, les transmissions à courroie et à cardan restent réservées à certains usages bien spécifiques. En dehors de la perte de rendement qui limite leur usage sportif, l'autre gros inconvénient est que l'**on ne peut pas les monter avec un dérailleur**. Un vélo à cardan ou à courroie est toujours un vélo sans chaîne ni dérailleur ! Il s'agit donc d'un vélo **monovitesse** ou équipé d'un **moyeu à vitesses intégrées** de type Shimano Nexus ou Rohloff.

Cette solution est donc adaptée au vélo de ville. En effet, ce type de moyeu présente les mêmes avantages qu'une transmission sans chaîne : robustesse, faible entretien, résistance à l'humidité et aux intempéries. Pour des trajets quotidiens, un vélo sans chaîne avec par exemple un moyeu Nexus 3 vitesses se montrera particulièrement robuste et efficace : pas de salissures, entretien minimal, peu de risques de casse ou d'usure, même s'il est garé en extérieur.

Ces avantages expliquent aussi que plusieurs municipalités ont fait le choix du vélo à cardan pour équiper leur **flotte de vélos en libre-service**, comme [Dk' vélo à Dunkerque](#). C'est aussi la solution proposée par [Ecovélo, une solution de vélo en libre-service électrique français](#).

Enfin, le **vélo électrique sans chaîne** est aussi une solution idéale, plus particulièrement les VAE avec courroie. En effet, le moteur compense la perte de rendement. De plus, on sait que la puissance des moteurs électriques met la chaîne de vélo à rude épreuve. En revanche, **une courroie absorbe mieux les importantes variations de couple** grâce à son élasticité, qui rend aussi le **pédalage plus souple**.

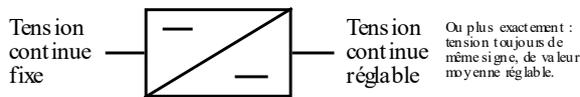
En dehors de la courroie et du cardan, d'autres solutions techniques sont apparues récemment comme la **transmission par corde** (le « stringbike »). La transmission vélo stimule en effet l'imagination des constructeurs et de nouvelles idées encore plus originales pourraient bientôt voir le jour !



Un exemple original de transmission sans chaîne : peut-être le vélo du futur !

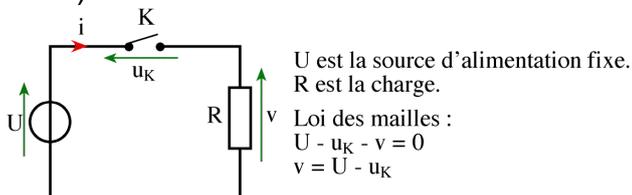
Réglage de l'énergie par hacheur

Le hacheur est un convertisseur continu-continu



Principe du hacheur série (en réalité l'interrupteur est remplacé par un transistor)

Le hacheur modifie la valeur moyenne de la tension en faisant varier les temps de marche et d'arrêt de K (plus K est ouvert « longtemps », plus la valeur moyenne de la tension est faible) :



On choisit une période T et une fraction α de cette période. α s'appelle le rapport cyclique, $0 < \alpha < 1$, sans dimension.

- de 0 à αT : K est fermé \Rightarrow

$$u_K = 0$$

$$v = U$$

$$i = \frac{v}{R} = \frac{U}{R}$$
- de αT à T : K est ouvert \Rightarrow

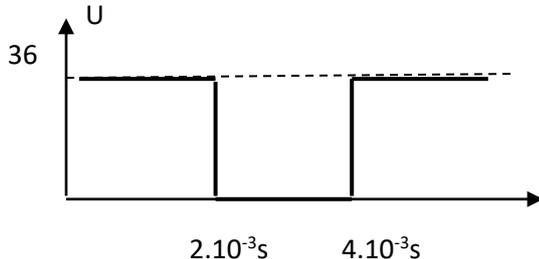
$$i = 0$$

$$v = Ri = 0$$

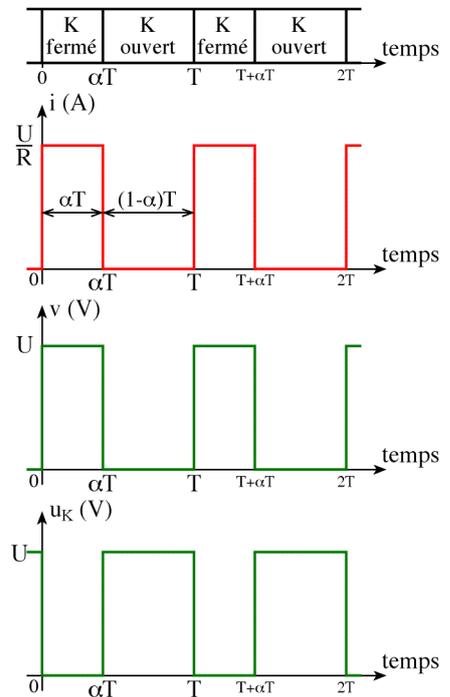
$$u_K = U$$

$$\alpha = \frac{\text{temps de fonctionnement}}{\text{période}} \quad \text{si } \alpha=1, V=U, \text{ si } \alpha=0,5, V=U/2 \dots$$

On relève la courbe de tension suivante. Le calcul de la valeur moyenne de la tension est



$$\langle U/2 \rangle = 36/2 = 18V$$



Bibliographie

<https://www.citycle.com/60422-cardan-et-courroie-des-exemples-de-transmission-velo-sans-chaine/>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Puissance_musculaire_humaine_et_bicyclette

http://books.google.fr/books?id=AM-41f2ZlEC&lpg=PA182&ots=pk_yOJCRxa&dq=rendement%20en%20cyclisme&pg=PA182#v=onepage&q=rendement%20en%20cyclisme&f=false

http://www.polar.fi/be-fr/sentrainer_avec_polar/articles_sur_lentrainement/ameliorer_votre_performance/cyclisme/le_rendement_energetique_polar

<http://leplat.quentin.over-blog.com/article-comment-detecter-une-puissance-extra-physiologique-54720578.html>