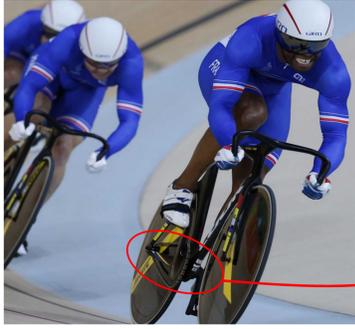


Modélisations des pertes de puissance par frottements d'une transmission de cycle mono-vitesse

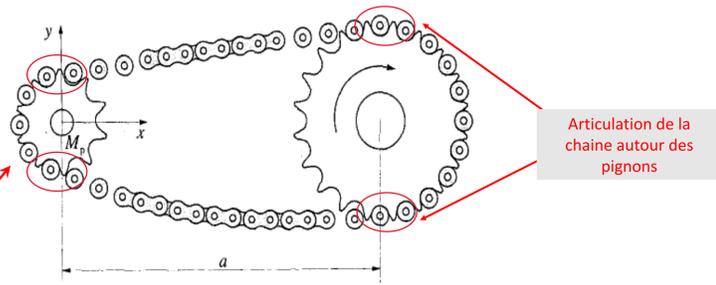
ELIOTT D'HAUSSY, LIONEL MANIN – INSA LYON

Contexte

Objet d'étude : Transmission de cycle mono-vitesse



[1]



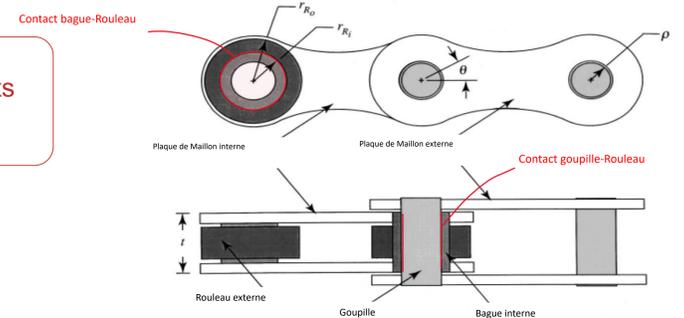
Articulation de la chaîne autour des pignons

Objectifs :

- Comprendre les phénomènes physiques à l'origine des **pertes de puissance** d'une transmission par chaîne et **modéliser** ces pertes afin de calculer le rendement
- Identifier les paramètres d'influence (**Pignons, propriétés matériaux, conditions d'utilisation**) qui gouvernent le rendement d'une transmission de vélo de piste.

Méthodologie

Les modèles de Spicer & Al. [3] et Kidd & Al. [4] étudiés reposent sur l'**hypothèse** que les pertes d'énergie de la transmission sont dominées par les **pertes par frottements** entre les composants de la chaîne (**goupille, bague, rouleau**) lors de l'engagement d'un maillon sur un pignon. Les autres facteurs (vibrations, impacts) ne sont pas pris en compte dans ces modèles.



Modélisation sous MATLAB®

Calculs du rendement d'une transmission par chaîne suivant les modèles de Spicer & Al. Et Kidd & Al.

Principe du calcul du rendement :

- Déterminer les **forces de contacts**,
- Estimer le **travail** dû au frottements : $\overline{W}_f = \int \mu * F_f * \overline{dl}$
- Calculer les **pertes de puissance** pour une fréquence donnée : $P_f = W_f * \text{frequence}$
- Déterminer le **rendement** à partir de la puissance d'entrée (de pédalage) et les pertes : $\eta = 1 - \frac{P_f}{P_{in}}$

Facteurs d'influence :

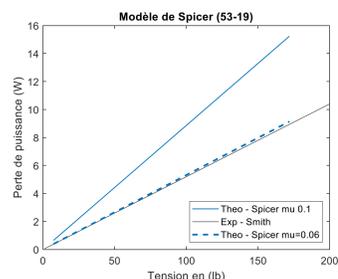
- Nombre de dents des pignons
- Coefficient de frottement
- Pré tension de la chaîne
- Puissance de pédalage
- Cadence de pédalage

Confrontation simulations/essais :

- Vérification des évolutions du rendement en fonction des paramètres modifiables,
- Vérification de l'ordre de grandeur des rendements simulés.

Résultats

Comparaison Expériences (Smith [5]) / Simulations)

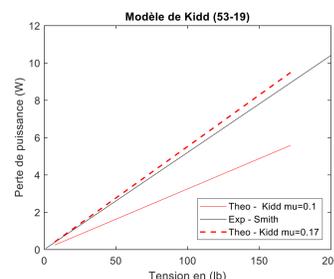


Comparaison simulations / Expériences convaincante pour les deux modèles

Le modèle de Spicer **Surestime les pertes** - Recalage avec les mesures pour $\mu = 0,06$

Le modèle de Kidd **Sous-estime les pertes** - Recalage avec les mesures pour $\mu = 0,17$

➔ Importance du coefficient de frottement!

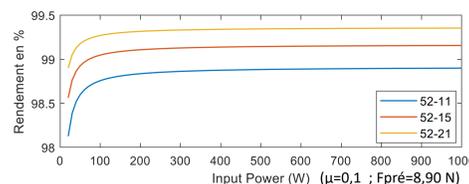


Influence de la puissance (Sim.)

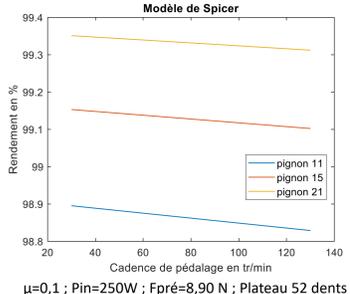
Le comportement suivant est vérifié par les deux modèles étudiés (ci-contre les résultats du modèle de Kidd):

Rendement ↗ si la puissance de pédalage ↗

L'augmentation de la pré-tension de la chaîne influe principalement sur le rendement à basse puissance de pédalage (le rendement sera plus faible)

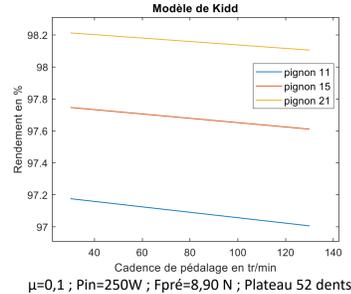


Influence de la cadence (Sim.)

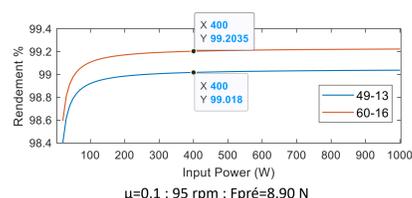


Le rendement ↘ si la cadence de pédalage ↗

Plus la pré-tension de la chaîne sera grande plus la décroissance sera importante



Influence de la taille des pignons (Sim.)



La comparaison de deux ratios identiques (49-13 et 60-16) met en avant l'influence de la taille des pignons dans le calcul du rendement :

Rendement global ↗ si le nb de dents ↗

Comparer deux ratios identiques permet de supprimer l'effet de la cadence de pédalage sur le rendement et met en avant l'importance du choix de la bonne transmission pour les compétiteurs.

Conclusions & perspectives

- Mise en place de modèles numériques paramétrés permettant de calculer le rendement d'une transmission par chaîne mono vitesse
 - Les modèles respectent les évolutions du rendement en fonction de la cadence, la puissance et/ou du nombre de dents des pignons
 - Imprécisions des valeurs simulées via les modèles
- ➔ Valeur de μ et de pré-tension à déterminer

Références bibliographiques

- [1] Look Cycle, "T20, Performance made in France <https://www.lookcycle.com/fr/fr/velo-piste-t20>
- [2] 4. L. TROEDSSON & L. VEDMAR, A method to determine the static load in a chain drive, Transactions of ASME, Journal of Mech. Design, Vol 121, 1999
- [3] M. D. KIDD, Bicycle chain efficiency, Degree of Doctor of Philosophy in Mech. Eng. At Heriot-Watt University Edinburgh, 2000
- [4] 6. J. B. SPICER, C. J. K. RICHARDSON, M. J. EHRlich, J. R. BERNSTEIN, M. FUKUDA, & M. TERADA, Effects of Frictional Loss on Bicycle Chain Drive Efficiency, Transactions of ASME, Journal of Mech. Design, Vol 123 pp. 598-605, 2001
- [5] Friction Facts, Gates Carbon drive system vs Traditional chain drive efficiency test, Copyright ©2012 Friction Facts, LLC, rev 1-2-13