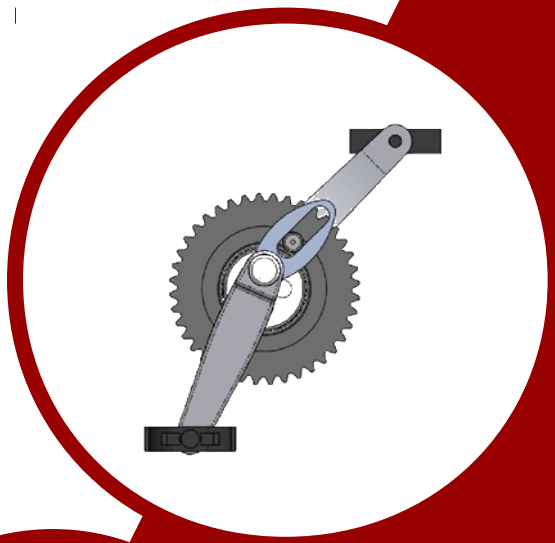
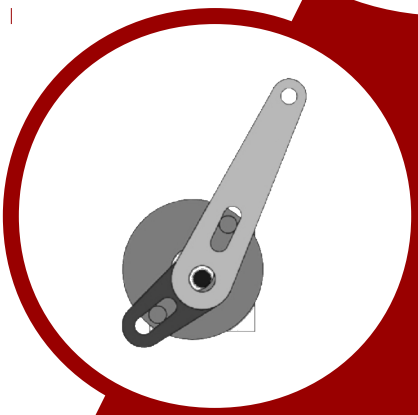
PLUS FORT QUAND ÇA NE TOURNE PAS ROND

ANGÈLE **NAITALI**
MARTIAL **ROBERGE**





PROJET SCIENTIFIQUE 2020 – 2021

Ce mémoire est le fruit d'un travail mené durant plusieurs mois sur un nouveau système innovant de pédalier encore jamais étudié. Il retrace tout le cheminement pour arriver au résultat suivant au travers d'études, d'ingénierie, de calculs et de modélisation.

INTRODUCTION

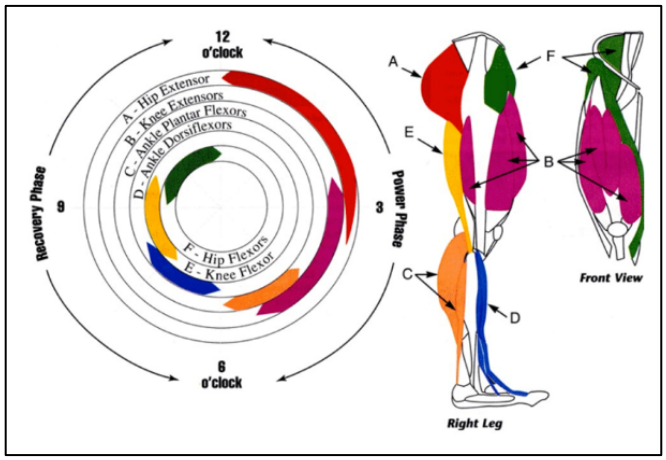
Le vélo est une machine géniale et fascinante car elle surmulitiplie les possibilités de déplacement de l'homme. Si de nombreuses améliorations ont été apportées au fil du temps sur de nombreux organes, pas ou peu d'évolution sur le pédalier lui-même.

Problématique

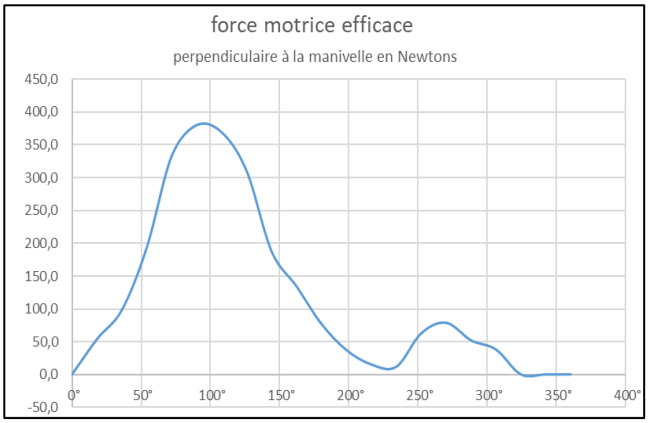
Pendant un tour de pédale, des muscles puissants et des muscles qui le sont moins sont sollicités.
Nous avons voulu créer un système qui permette de tirer le meilleur parti des muscles puissants lorsqu'ils sont au travail et d'optimiser l'efficacité des « petits muscles lorsqu'ils sont au travail.

Constats physiologiques

Le schéma fourni par Physio vélo montre les différents muscles sollicités sur le cercle du pédalage. Cela nous à donc confirmé que la force appliqué tout au long du cycle n'était pas linéaire.



Premiers travaux



En s'appuyant sur le travail réalisé *par Kautz et Coyle de 1991,* nous avons mesuré les forces utiles produites par le cyclise professionnel sur le cycle de 360° et les avons retranscrites sous forme de courbe. Ces données sont valables à condition que le cycliste possède des calles et va donc exercer une force de traction sur celles-ci *(attention ! 0° à 12 heures et 90°à 3 heures).*

II°/ Développement

Cheminement vers la solution

Le chemin vers la solution a fait l'objet de plusieurs étapes parfois très longues.

L'idée première était d'allonger les manivelles (organe qui relie la pédale au pédalier) lorsque le pied du cycliste se trouvait en avant.

Après consultation de différents experts, il s'est avéré que c'est l'inverse qui était recherché par les pros de la petite reine.

⇨ C'est lorsque les muscles forts sont au travail qu'ils doivent « entraîner beaucoup de chaîne ».

La solution… … dissocier l'axe des manivelles de celui de la couronne

Si le Schéma paraît simple, ce n'est qu'après quelques dizaines de croquis et nuits blanches qu'il est sorti de nos stylos.
Les deux manivelles et la couronne ne forment plus un même bloc, mais sont reliées entres elles indirectement grâce à la couronne.

Schéma n°1

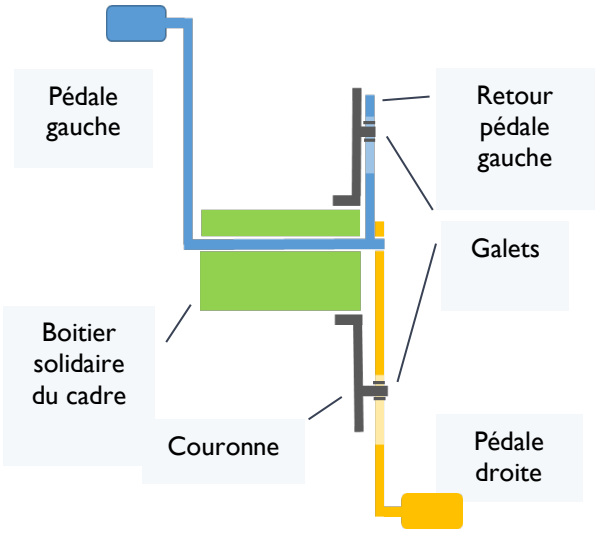
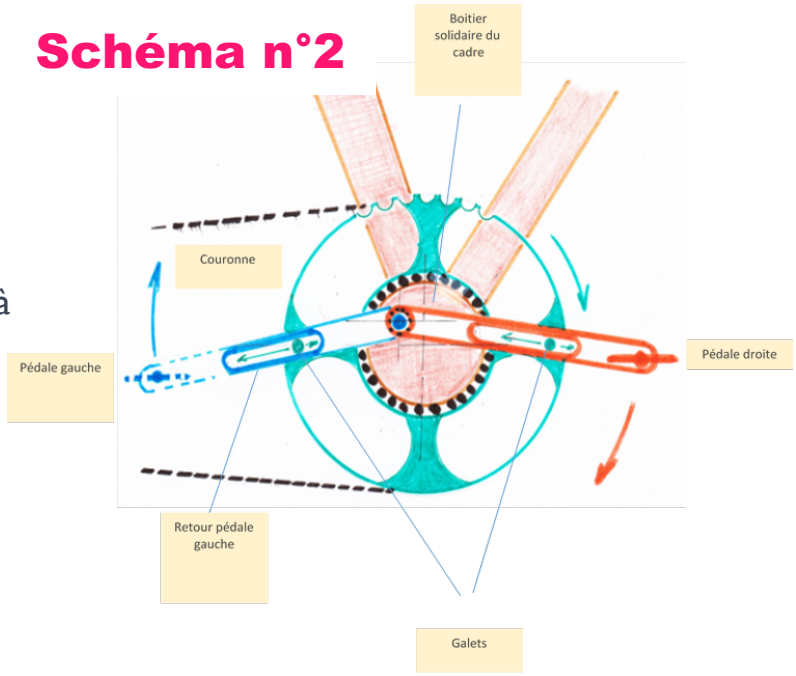


Schéma n°2



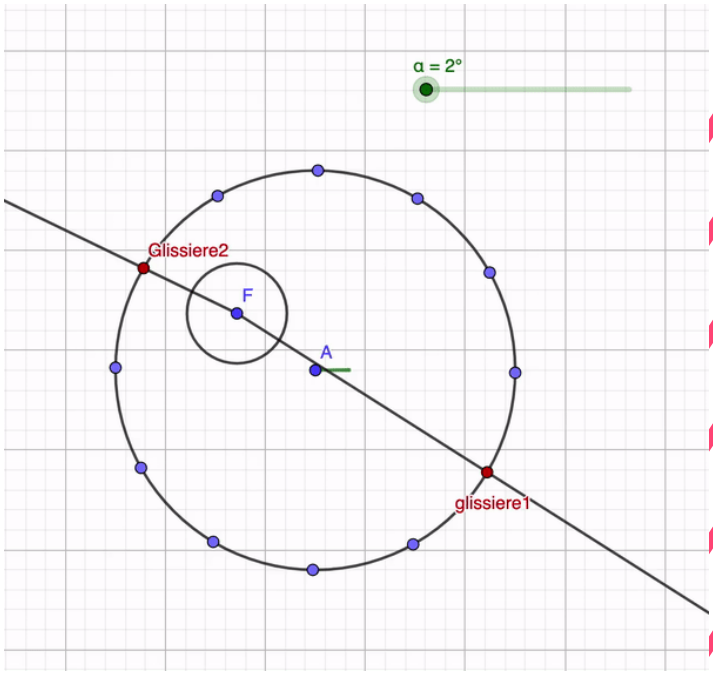
Un vélo comporte deux pédales mais une seule chaîne !
Pas d'autres solutions pour relier la pédale de gauche à la couronne que de passer par un axe qui traverse un autre axe.
(Même si ces deux axes ne sont pas coaxiaux)

Nous avons mis en scène notre système sur **Géogebra ®**

Comme nous pouvons le voir sur l'image ci-contre, le principe de système tourne, et nous découvrons sans surprise qu'à vitesse constante de la couronne, les deux manivelles progressent à des vitesses différentes.

Nous tenons donc le système qui permet de faire évoluer « le braquet » (la démultiplication du cycliste) en fonction de la manivelle et de la position des muscles du cycliste.

- Animation de l'image en .gif sur le lien googledrive fournit à la fin du rapport.



(l'angle α sert ici uniquement à montrer la rotation)

Du concept aux résultats chiffrés

Nous pensons avoir atteint l'objectif, mais avant de passer à la table à dessin, il nous faut mesurer précisément tout au long du tour de pédale comment et quand évolue le braquet.

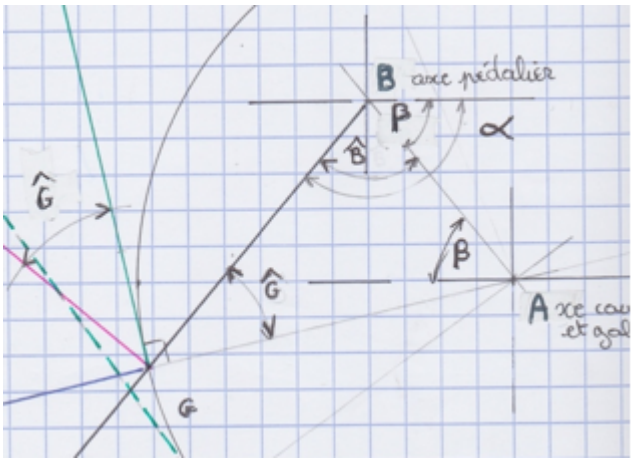
Deux approches possibles pour mesurer l'évolution du braquet et l'impact de notre système.

- Calculer l'évolution de la force appliquée par la couronne sur la chaîne en fonction de l'angle de la manivelle.
- Calculer l'évolution de la vitesse de la couronne en fonction de l'angle de la manivelle.

Nous avons retenu la première approche.

Ensuite, pour déterminer la formule qui donnera l'évolution de la force appliquée sur la chaîne en fonction de l'angle de la manivelle, nous sommes partis d'un schéma à l'échelle 2.

Ce schéma nous a permis à la fois, de déterminer la formule mathématique, mais aussi de vérifier graphiquement avec une règle les résultats de la formule.



La formule, sûrement la partie la plus laborieuse, nous ne nous attendions pas à une formule si conséquente pour calculer **la force appliquée sur la chaine !**

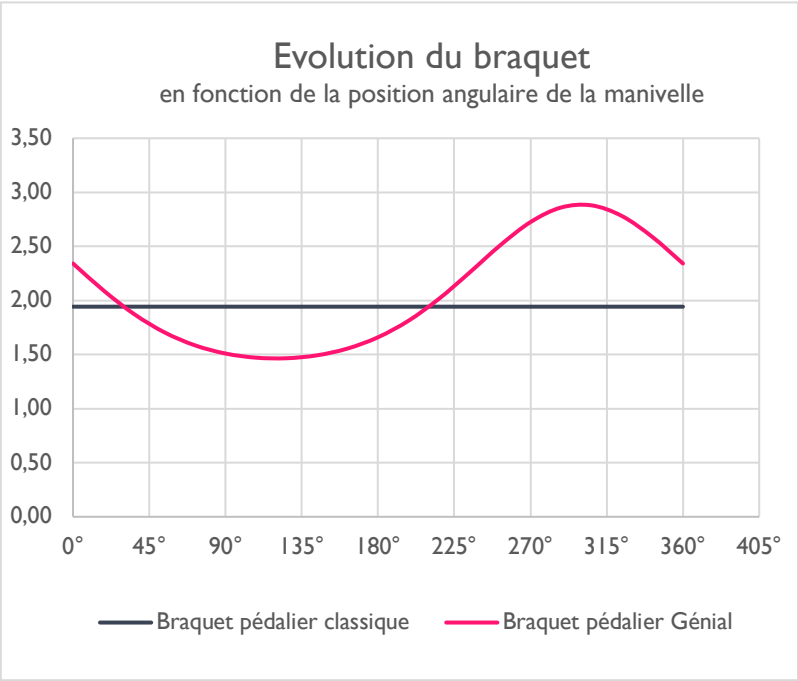
$$FC = \frac{2\times FP\times BP}{2AB\times\cos(\alpha-\beta)+\sqrt{-2AB\times\cos(\alpha-\beta)-4(AB^2-AG^2)}} \times \frac{GA^2+(AB\times\cos(\alpha-\beta)+2\sqrt{((-2AB\times\cos(\alpha-\beta))^2-4\times1(AB^2-AG^2)})^2-AB^2}{2\times GA\times(AB\times\cos(\alpha-\beta)+2\sqrt{((-2AB\times\cos(\alpha-\beta))^2-4\times1(AB^2-AG^2)})} \times \frac{AG'}{AC}$$

Bien entendu, nous n'avons pas trouvé cette formule seuls mais y avons grandement participé

Objectif atteint !

Lorsque la manivelle forme un angle de 110° *(là où les muscles responsables du pédalage sont les plus forts)* par rapport à la verticale, la démultiplication est plus faible, les muscles puissants peuvent entraîner plus de chaîne.

Lorsque la manivelle forme un angle de 310° *(là où les muscles responsables du pédalage sont les plus faibles)* par rapport à la verticale, la démultiplication est plus forte, les muscles moins puissants peuvent donc être plus efficients proportionnellement à leurs forces

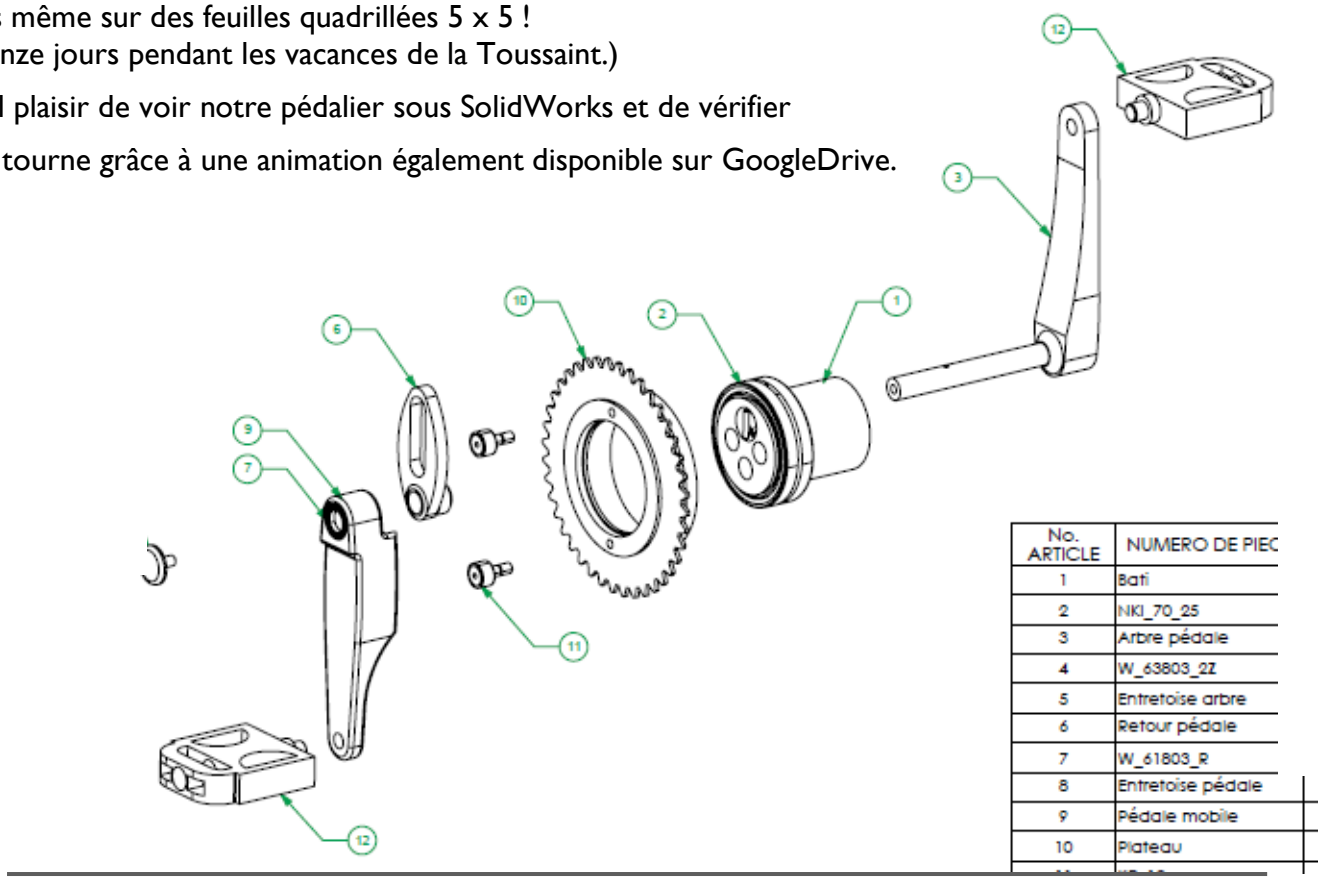


Du schéma à la table à dessin

Toutes les pièces reproduites par Maxime GAUTIER de l'entreprise ont été préalablement dessinées par nous même sur des feuilles quadrillées 5 x 5 !
(Quinze jours pendant les vacances de la Toussaint.)

Quel plaisir de voir notre pédalier sous SolidWorks et de vérifier

qu'il tourne grâce à une animation également disponible sur GoogleDrive.



No. ARTICLE	NUMERO DE PIEC
1	Bati
2	NKI_70_25
3	Arbre pédale
4	W_63803_2Z
5	Entretoise arbre
6	Retour pédale
7	W_61803_R
8	Entretoise pédale
9	Pédale mobile
10	Plateau

CONCLUSION

Pour

+ Notre système permet de mieux solliciter les muscles lors du cycle de pédalage.

Contre

- Nous avons ajouté du poids et des frottements au système existant.

Et après :

- Réaliser une impression 3D (nous avons les dessins)
- Obtenir des roulements SKF auprès d'un fournisseur de matériel industriel.
- Faire tourner notre maquette (plastique + roulements réels)
- Réaliser un prototype en aluminium et le monter sur un vélo.
- Le faire tester par un pro

Remerciements

Encore merci à tous les professionnels et passionnés qui nous ont consacré beaucoup de leur temps :

- ✓ Maxime GAUTIER ingénieur (KEPHAS) qui a mis nos dessins sous Solidworks
- ✓ Alain PHEREAU (ERMO) Chef d'atelier et ancien maître de stage de Martial
- ✓ David FREIN (ERMO) - Ingénieur / passionné de VTT et vélo allong
- ✓ Jean-Pierre GAUTIER - Fabricant de vélos sur mesure
- ✓ Bernard GIRAUDEAU – Président du club des cent cols

et enfin à notre professeure **Anne-Claire DU-BOBERIL** grâce à laquelle vous avez pu nous lire .