

## Le vélo à assistance électrique

Habitantes dans une ville à fort dénivelé, il nous arrive de nous déplacer à vélo. La question s'est donc posée si l'utilisation du vélo électrique faciliterait notre temps de trajet ainsi que notre confort.

Le vélo à assistance électrique est un moyen de déplacement idéal en ville qui permet de ne pas être coincé dans les embouteillages et qui ne rejette pas de gaz à effet de serre. De ce fait, il est de plus en plus présent en ville.

**Ce TIPE fait l'objet d'un travail de groupe.**

**Liste des membres du groupe :**

- DEMANZE Sandrine

### Positionnement thématique (ETAPE 1)

*SCIENCES INDUSTRIELLES (Electronique), PHYSIQUE (Physique Interdisciplinaire), SCIENCES INDUSTRIELLES (Génie Mécanique).*

### Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
Vélo à assistance électrique	Electrically assisted cycles
P u i s s a n c e électrique/musculaire	Electrical/Muscle power
Capteur de pédalage	Peddalling sensor
Assistance	Assistance
Autonomie	Autonomy

### Bibliographie commentée

Depuis 1930-40 l'utilisation du vélo traditionnel a extrêmement chuté [1], en faveur d'une utilisation plus démocratisée de la voiture. Cette utilisation massive de la voiture contrairement aux transports publics présente un fort impact écologique et constitue un enjeu d'urbanisme important. En 2019, la part du transport dans les émissions de gaz à effet de serre représentait 31%, soit la plus grande part d'émissions [2], alors même que les émissions du secteur des transports ne tiennent pas compte de la fabrication des véhicules [2].

Les deux-roues restent un des modes de transports les moins polluants. On sait que 97 % des gaz à effet de serre émis par les transports sont constitués de CO<sub>2</sub>, directement lié à l'énergie provenant de la combustion de carburants [2]. L'apparition des vélos à assistance électrique (VAE) est ainsi un bon compromis en termes de facilité de déplacement, de confort et d'écologie se situant entre le

vélo classique et les deux-roues motorisés.

En plus de l'aspect écologique, le VAE augmente le confort de l'utilisateur. En effet, le moteur fournit un couple, qui aide à faire avancer le vélo. Le couple dépend essentiellement du rapport de réduction mécanique des engrenages du moteur. Plus la réduction est importante, plus le couple disponible en sortie du réducteur est important : un VAE avec beaucoup de couple sera performant et accélèrera fortement en côte et lors de chaque démarrage. Les VAE les plus performants proposent des couples d'assistance qui se situent actuellement entre 60 et 80 N.m. Notre VAE a un couple moteur de 45N.m [3].

Le VAE nécessite tout de même un effort de la part du cycliste. Il doit exercer une force sur le pédalier pour activer l'assistance. En effet, le moteur [3] est actionné par le pédalage à l'aide d'un capteur de pédalage [6] disposé dans l'axe du pédalier. Le capteur de pédalage utilisé est un capteur de rotation seul sans capteur de couple, cette technologie particulière s'apparente à un capteur pédalier intégré, c'est-à-dire qu'il est fixe par rapport au cadre du vélo. Celui-ci ressemble à un roulement, dont la bague intérieure est montée serrée, et lorsque les aimants sur le roulement passent devant le capteur ils émettent un signal directement transmis au moteur afin de le lancer. Ainsi plus la cadence de pédalage est élevée, plus le contrôleur enverra de puissance au moteur. Par conséquent, le moteur est simplement une aide car nous devons toujours pédaler. La force exercée par le cycliste est intéressante à mesurer [4] afin de déterminer la proportion entre la puissance du cycliste et celle délivrée par le moteur. Bien entendu, en fonction du profil de la route, des conditions météorologiques, la force du cycliste ne sera pas la même pendant l'utilisation.

Le moteur alimenté par la batterie lithium-ion est un moteur synchrone de type moteur pédalier. Cette machine est ce que l'on appelle un moteur synchrone à aimants permanents car elle dispose d'un rotor aimanté. Ce genre de moteurs possède un large domaine d'application grâce à de nombreux avantages et sont utilisés pour des puissances pouvant varier de quelques microwatts à des mégawatts. Un des avantages principal est que le moteur synchrone a un très bon rendement car les pertes joule sont très réduites et qu'il nécessite peu de maintenance (ce type de machine ne possède pas de balais par exemple). Mais d'un autre côté, ce moteur reste cher à cause des aimants. [7]

Comme tous véhicules électriques, le VAE a une certaine autonomie. Mais l'autonomie de la batterie du vélo reste difficile à prédire car le comportement du cycliste est difficilement modélisable. Le cycliste doit donc adapter son utilisation (le choix des modes d'assistance) en fonction de l'autonomie de la batterie car une assistance trop haute permet certes d'augmenter la facilité donc le confort du cycliste, mais diminue fortement l'autonomie. [5]

## Problématique retenue

Dans quelle mesure les différents usages d'un vélo électrique influencent-ils l'autonomie de la batterie ?

## Objectifs du TIPE

- Mise en œuvre de capteurs sur le VAE pour récupérer les grandeurs électriques à la sortie de la batterie de notre VAE.
  - Essais expérimentaux sur route (plat, côte) et mesure de la puissance consommée par la batterie.
  - Essais expérimentaux sur cale pour déterminer la loi de pilotage du moteur.
  - Comparaison entre le système réel et le modèle théorique.
- 
- Etude théorique dynamique du VAE , modélisation et mise en équation pour déterminer la relation du couple nécessaire à fournir au VAE dans différentes conditions.
  - Détermination théorique de l'autonomie de la batterie.

## Références bibliographiques (ETAPE 1)

- [1] FRANCIS PAPON : The evolution of bicycle mobility in France: Figure 2. Évolution de la répartition modale du moyen de transport principal en France : 1920-2008 (*article de conférence*)- Janvier 2012
- [2] MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE : Émissions de gaz à effet de serre du transport : Émissions de GES des modes de transport : *Mise à jour : 26 octobre 2021*
- [3] ENTREPRISE BAFANG : Document technique du moteur et site internet BAFANG : <https://fr.aliexpress.com/item/4001365891438.html>
- [4] FRÉDÉRIQUE HINTZY : Optimisation de l'efficiencia motrice : Variation de la force effective sur chaque manivelle et en sommant les 2 manivelles au cours d'un cycle de pédalage : *Séminaire d'une maître de conférence ayant eu lieu le 11 février 2019*
- [5] DAVID GROSSOLEIL : Etude de l'hybridation d'énergie humaine, synthèse de commandes minimisant l'énergie consommée par un vélo à assistance électrique : *Thèse soutenue à l'université de Limoges en 2014*
- [6] BLOG OZO : Article, principe de fonctionnement : <https://blog.ozo-electric.com/2020/04/21/capteur-pedalier-fonctionnement/>
- [7] SINAN DUGANYIGIT : Caractérisation expérimentale de moteur synchrone à aimants innovants permanents : *Mémoire soutenu conservatoire national des arts et métiers en 2014*