

Le vélo électrique, un nouveau venu sur nos routes ?

Le vélo à assistance électrique (ou en abrégé V.A.E) a vu le jour à la fin du 19^{ème} siècle. Il s'agit d'un vélo pourvu d'une batterie rechargeable (comme dans nos pc portable), d'un moteur électrique auxiliaire qui assure l'assistance électrique et d'un contrôle électronique qui en gère le fonctionnement.

Pour être qualifié de V.A.E. en Europe, ce vélo doit comporter un moteur d'une puissance de maximum 250 watts (grosso modo la puissance de deux « vieilles » ampoules à incandescence) ; n'assister le cycliste que lorsque qu'il pédale et ce jusqu'à une vitesse maximale de 25 km/h. Cela lui confère d'être considéré comme une bicyclette traditionnelle. Dans ce cas il n'y a pas de permis spécifique à obtenir contrairement aux cyclomoteurs. De plus, nul besoin d'une assurance spécifique complémentaire (votre assurance responsabilité civile est suffisante), ni celui du port d'un casque dit lourd. On vous recommandera toutefois d'utiliser un casque de cycliste pour votre sécurité tout comme pour l'usage d'un vélo traditionnel.

Lorsque vous chevauchez un V.A.E, il faudra y mettre du vôtre... Pas question comme dans le cas des Solex de vous laisser aller, il faudra pédaler ! En effet le vélo comporte une série de capteurs qui permettent de déterminer si vous pédalez ou non. Certains, plus sophistiqués permettent même de déterminer la force que vous exercez sur les pédales pour vous aider en conséquence.



Image 1 - Vélo à assistance électrique avec un moteur sur la roue avant et la batterie sur le porte bagage.

Pour qui ?

Bien que sa vocation première était principalement d'assister les moins sportifs, les personnes plus âgées ou en rééducation des membres inférieurs, le V.A.E. s'avère intéressant pour parcourir de courts trajets quotidiens de 5 à 20 km. Il est également particulièrement adapté aux personnes se déplaçant en « ville » car il permet de se déplacer sans trop d'effort (N.D.R. : sans suer) et d'éviter les contraintes des bouchons ou des horaires restreints des transports en commun. Il est donc tout

adapté pour faire de petites courses ou pour se rendre au travail. De plus, il permet de palier à certains préjugés sur l'utilisation des vélos comme l'inconfort lié à l'effort physique et à la fatigue lorsque l'on arrive à destination dus à la distance ou au dénivelé. En outre, il permet de pratiquer un sport quotidien qui contribue à votre santé.

D'un autre côté, de plus en plus d'entreprises (SNCF, Bouygues,...) se dotent de V.A.E. pour permettre à leur personnel de se rendre d'un de leur site à un autre plus rapidement qu'en voiture. Certaines vont d'ailleurs jusqu'à proposer des vélos à leurs employés pour leur déplacement domicile-travail ou pour les courses du temps de midi. En effet les entreprises ont tout à y gagner : rapidité pour les déplacements ponctuels ou quotidiens de leurs employés, image « verte » de leur société, employés en meilleure santé menant à moins d'absentéisme, diminution de l'encombrement des parkings, et parfois même des avantages fiscaux en fonction des pays.

Ce qu'il faut savoir...

Comme nous l'avons vu précédemment, le V.A.E. est constitué d'une **batterie rechargeable**. Il s'agit d'un des éléments essentiels du vélo : elle correspond au réservoir d'essence d'une voiture. C'est grâce à elle que vous pourrez rouler plus ou moins longtemps, typiquement de 30 à 80 km. Bien qu'elles fussent initialement en plomb ou en nickel, celles-ci ont été au fur et à mesure remplacées par des batteries au Lithium en raison de leur poids : de trois à cinq fois moins lourdes pour une même capacité, autrement dit pour une même énergie stockée. Généralement une batterie de 400Wh¹ (Watt.heure) vous permettra de tenir environ 50 km. Bien sûr cela dépend du dénivelé que vous affronterez et du niveau d'assistance que vous souhaitez mais nous y reviendrons plus loin. En général la batterie est positionnée sur le porte bagage ou près du pédalier. Ce dernier positionnement permet d'abaisser le centre gravité et d'obtenir une maniabilité du vélo accrue.

L'autonomie est généralement comprise entre 30 et 80 km.

Passons maintenant au cas du **moteur électrique** qui vous assistera dans vos déplacements : son emplacement est également important car il a une répercussion sur les performances du vélo, surtout d'un point de vue maniabilité. Il peut être positionné soit sur la roue avant (voir l'image 1), sur la roue arrière ou dans le pédalier.

S'il est positionné à l'avant, c'est en général pour une question de coût et de simplicité : on conserve le cadre du vélo sans modifier le système de chaîne-pignon. Cependant on limite généralement la puissance du moteur pour éviter que la roue avant ne patine vu que l'essentiel du poids du vélo repose sur la roue arrière (cycliste, batterie, bagages éventuels). Cela arrive typiquement lorsque le sol est mouillé ou lors de côtes à fort dénivelé. Dès lors ils conviennent essentiellement pour des trajets peu accidentés.

A l'arrière, le risque de patinage n'est pas absent vu qu'il est nécessaire dans ce cas de trouver un compromis entre la puissance fournie par le moteur en toute circonstance : vu que le changement de vitesse se situe sur la roue arrière, il faut que l'aide soit efficace dans les côtes sans négliger l'aide sur sol plat pour atteindre les 25km/h. Dans cette configuration-ci aussi, le vélo est moins efficace en côte.

¹ Le watt-heure est une unité exprimant l'énergie emmagasinée dans la batterie qui correspondrait dans ce cas-ci à 400 W (4 ampoules à incandescence de 100 W) durant une heure.

Lorsque le moteur est positionné dans l'axe du pédalier, l'ensemble de l'énergie produite par le cycliste et fournie par le moteur est transmise à la roue arrière via le système chaîne-pignon. Dans ce cas, l'électronique de contrôle peut s'adapter de manière efficace au changement de vitesse et au dénivelé, ce qui fait de ce système le plus adapté pour les parcours à fort dénivelé. Toutefois ce système est généralement plus cher... En outre, ce positionnement permet d'abaisser le centre de gravité du vélo, ce qui favorise encore la maniabilité.

L'électronique embarquée permet de gérer l'assistance du moteur électrique. Elle est composée d'un indicateur de bord (voir l'image 2), du contrôleur et d'un capteur de pédalage déterminant si le moteur électrique peut ou non vous assister. En général, l'indicateur de bord vous indique la vitesse instantanée, la distance parcourue, le niveau d'assistance et la charge de votre batterie. Sur ce dernier point, signalons toutefois que la charge de la batterie est très souvent fantaisiste et joue au yo-yo. En fonction des constructeurs, vous pourrez avoir de 2 à 7 niveaux d'assistance, de quoi moduler l'autonomie de votre batterie et vos efforts physiques. Le capteur de pédalage peut être de deux types : détection de la rotation du pédalier ou de la force que vous appliquez. Dans le cas d'un capteur de force, plus cher, dès que vous appliquez une force sur le pédalier, le moteur électrique peut se mettre en route très rapidement contrairement au capteur de rotation qui demande plusieurs secondes. Ce point peut s'avérer très pratique lors du démarrage du cycliste à un carrefour par exemple.



Image 2 – Exemple d'indicateur de bord avec l'état de charge de la batterie (en haut à gauche), la vitesse (en haut à droite), le niveau d'assistance (en bas à gauche) et la distance totale parcourue (en bas à droite).

Les accessoires des V.A.E. ne sont pas en reste. Outre le fait qu'il dispose d'un système de phares performants permettant de rouler de nuit ou par temps sombre, on retrouve souvent une béquille et un cadenas dit « rapide ». Celui-ci est généralement incorporé au cadre pour bloquer une roue en quelques secondes et éviter de devoir installer un cadenas certes plus robuste mais plus long à mettre en place lorsque l'on se rend dans une boutique pour quelques instants. D'un autre côté, les vendeurs proposent fréquemment des sacoches dédiées à leur vélo car ils ont compris qu'elles étaient indispensables dans le cas où le cycliste se sert du V.A.E. pour aller faire ses courses ou pour se rendre à son travail.

Des freins ? Le prix et le poids...

Comme pour les voitures, il y en a pour tous les goûts et tous les budgets... Comptez environ 500 à 1000€ pour obtenir un kit de transformation de votre vélo personnel. Dans le cas d'un achat d'un V.A.E tout-en-un le budget sera compris entre 1000 et 3000€. Cependant, le coût de l'électricité nécessaire à l'assistance est assez faible de l'ordre de 1 c€ / km parcouru. De quoi faire réfléchir

lorsque l'on pense que le coût d'un combustible classique comme l'essence ou le diesel tourne autour des 10 c€/km.

Toutefois, comme dans le cas d'une voiture, il faudra également entretenir votre vélo et remplacer certains éléments : typiquement la batterie qui permet généralement environ 500 à 1000 cycles de charge/décharge. Lors d'un usage quotidien, cela signifie qu'elle devra être changée environ tous les 2 à 4 ans. Cela est loin d'être négligeable vu son prix qui est généralement de plusieurs centaines d'euros.

D'un autre côté, le poids d'un V.A.E. peut effrayer certains. Il n'est pas rare de voir le poids d'un V.A.E. dépasser les 20 kg à cause de la batterie et du moteur. Il est donc nécessaire de bien prévoir ses déplacements pour « ne pas tomber en panne » et devoir transporter cet excédent de poids. Il est d'ailleurs conseillé de tester le V.A.E. sans assistance pour être certain qu'il vous est bien adapté et que vous pourrez l'utiliser lorsque la batterie sera vide.

Cependant, bien que la vente des V.A.E. fût fort anecdotique au début des années 2000, on estime actuellement qu'un vélo sur quatre vendu en Belgique est un V.A.E. comme l'a fait remarquer M. Reuter, administrateur délégué de l'UWE (Union Wallonne des Entreprises) ce 10 février dernier lors d'une conférence intitulée « Le vélo électrique, un atout pour votre entreprise ! ». Le V.A.E. a donc le vent en poupe ces derniers temps.

Et l'environnement dans tout cela...

La première chose à laquelle on peut penser est que le V.A.E. ne produit pas directement de gaz à effet de serre, comme le fameux CO₂, ou de polluants car il ne produit aucun gaz d'échappement comme dans le cas d'une voiture. Donc localement le V.A.E. est un moyen de locomotion alternatif

Un V.A.E. ne produit que 22 grammes de CO₂ par km

permettant de dépolluer les atmosphères des grandes (ou petites) villes! On notera également un autre atout qui est sa discrétion car il permet de limiter la pollution sonore dans les endroits fréquentés.

Afin de refléter correctement les émissions d'un V.A.E., il est indispensable de considérer les émissions produites lors de sa fabrication (cadre, roues, batteries,...), celles rejetées pour la fabrication de l'électricité consommée par le moteur électrique pour les déplacements ou encore d'autres paramètres comme la durée de vie du vélo, le nombre de km qu'il va pouvoir parcourir,... Des études récentes ont montrés qu'il ne produit en moyenne que 22 g(rammes) de CO₂ par kilomètre parcouru contre 271 g de CO₂ par kilomètre parcouru dans le cas d'une voiture. Un autre constat intéressant est que le vélo traditionnel produira 21 g de CO₂ par kilomètre parcouru. Cette faible différence provient du fait que lorsque le cycliste pédale « seul », il consomme de l'énergie qui lui provient de sa nourriture. Dès lors n'étant pas aidé par le moteur électrique, il augmente sa consommation de nourriture qui nécessite pour sa fabrication de l'énergie et donc génère des rejets de CO₂.

Toutefois les émissions de CO₂ ne sont qu'un des nombreux indicateurs environnementaux permettant de vérifier les impacts écologiques. Il est également intéressant de tenir compte des

émissions d'autres gaz à effet de serre, de la toxicité des matériaux employés ou encore de la surface au sol nécessaire pour les récolte des minéraux permettant sa fabrication, ... C'est ce qu'on appelle réaliser une analyse de cycle de vie. L'une d'entre elles (l'EcoIndicator 99), annonce que l'impact écologique d'un V.A.E. est cependant plus important (environ le double) de celui d'un vélo traditionnel au vu de l'utilisation de batteries et de moteurs électriques. Toutefois il reste bien en dessous de celui d'une voiture (environ 10 fois).

Pour terminer : le test du rédacteur.

Voici les durées nécessaires pour la réalisation d'un trajet d'environ 8 km entre le domicile et le travail composé à 50% de Ravel contre 9 km en voiture. Le trajet en vélo comporte un dénivelé cumulé de 101 m (Image 3).

- Temps en V.A.E. : 18-19 minutes ;
- Temps en vélo : 23-24 minutes ;
- Temps en voiture (sans bouchons) : 14 minutes.



Image 3 – Profil en long d'un trajet réalisé pour le test du V.A.E. © Google Maps

On constate donc que le V.A.E. est une alternative viable pour un déplacement de quelques kilomètres avec un dénivelé moyen.

Remerciements

Je tiens à remercier l'Université de Liège pour le prêt et le test d'un V.A.E.

Contact

Kévin Sartor
Laboratoire de Thermodynamique
Chemin des Chevreuils, 7
B-4000 Liège
Kevin.Sartor@ulg.ac.be
+32 4 366 4820

Références

ECF, Cycle more Often 2 cool down the planet ! - Quantifying CO2 savings of cycling, Novembre 2011

A. Del Duce, Life Cycle Assessment of conventional and electric bicycles, Eurobike 2011, Friedrichshafen, 2. September 2011