

05/10/2019

VAE

V comme Vélo

ou

V comme véhicule ?

Par Loïc Gauthier
ÉDITION 2

SOMMAIRE

Avant-propos	Page 2
Un peu d'histoire	Page 3
Peut-on transformer un vélo classique en VAE :	
Les risques encourus	Page 9
Le pédalage symbolique	Page 12
Le VAE à capteur d'effort	Page 14
Les motorisations	Page 15
Intérêt de l'assistance	Page 16
L'autonomie	Page 18
Annexe 1 Législation européenne et française	Page 22
Annexe 2 Le code de la route Article R 311-1	Page 23

« La bicyclette n'est pas seulement un outil de locomotion.

Elle devient un moyen d'émancipation, une arme de délivrance »

Paul de Vivie

Avant-propos

L'arrivée massive des VAE dans l'espace public modifie et va modifier profondément de façon durable la façon de se déplacer en agglomération dans les années à venir. Je suis de ceux qui s'en réjouissent mais aussi des inquiets, car mal préparée elle laisse les services publics démunis pour répondre correctement à une nouvelle insécurité routière.

Principalement les villes qui n'ont pas pris ou peu pris en compte les déplacements doux, n'ont pas établi de plans cyclables ou celles dont la discontinuité des itinéraires cyclables rend parfois dangereuse leur utilisation. Villes où la population n'a pas, ou peu été préparée à cette profonde mutation.

Ce danger est d'autant plus important que sous les trois lettres V. A. E se cache une multitude de véhicules dont certains sont tout sauf des cycles à assistance électrique.

Pendant longtemps j'ai cru que la lettre "V" voulait dire vélo. Depuis, je sais que les termes VAE et vélo sont inconnus du code de la route qui ne reconnaît que les mots "cycles et véhicules. Réflexion qui amène à se poser la question suivante :

"Un vélo peut-il être autre chose qu'un cycle "

L'assistance nécessite que le véhicule ait deux modes de propulsion. C'est un cycle, uniquement, si le premier mode est musculaire.

Les VAE sont des véhicules qui peuvent être des cycles, des cyclomoteurs ou des véhicules non répertoriés au code de la route.

Toute la question pour un consommateur est de reconnaître les VAE qui sont des cycles des véhicules qui n'en sont pas. Ce qui n'est pas toujours évident.

Le premier but de ce document est d'éclairer le consommateur sur les risques potentiels de l'achat d'un VAE non conforme à la législation ou de transformer son cycle en VAE.

Le second, plus technique est de montrer que les VAE ne sont pas tous identiques et que chacun répond à une utilisation spécifique. Le cyclotourisme impose des choix qui ne sont pas ceux d'une utilisation quotidienne.

Nous concluons par les besoins d'autonomie du cyclotouriste.

I - Un peu d'histoire

Tout commence en 1816 avec l'Allemand Karl Friedrich DRAIS qui réalise un engin qui est entraîné par le déplacement des pieds sur le sol. On l'appellera la DRAISIENNE.

Ce véhicule par le dépôt en 1818 d'un brevet français devient le Vélocipède qui n'est pas sans nous rappeler les déplacements à trottinette.



Il faut attendre 1839 et l'écossais Kirk Patrick Mac Millan pour qu'il soit associé à ces vélocipèdes un mécanisme d'entraînement par un mouvement de va et vient de type alternatif. Le vélocipédiste ne marche plus sur la route, il exécute ce même mouvement sur son engin à l'aide de pédales.



En 1861 le Français Pierre Michaux crée le mouvement circulaire continu sur la roue avant qui donne naissance à la bicyclette et conduit à la disparition des vélocipèdes à transmission alternative.

Le vélocipède et la bicyclette diffèrent par leur concept de fonctionnement.

Le vélocipède se déplace sur la route par des mouvements de jambes sur le sol de type trottinette ou par le mouvement alternatif des jambes sur des pédales.

La bicyclette se déplace sur la route par un mouvement circulaire des jambes sur des pédales.

Ce sont deux moyens de locomotion sont définis par des brevets différents.

En 1869 le premier brevet de bicyclette est déposé. Suit en 1871 celui de la bicyclette pour dame par Viarengo de Forville Consul Italien résidant en France.

Il faut attendre 1880 pour voir la première bicyclette équipée d'un système de transmission par chaîne du pédalier à la roue arrière.

Ce n'est qu'en 1890 que la bicyclette aura acquis sa forme définitive.



Vers les années 1950 apparaît le SOLEX, premier bicycle à assistance. À cette époque la loi ne contraignait pas le cycliste à pédaler, mais le pédalage était indispensable pour démarrer ou monter une côte. C'est le premier cycle à pédalage symbolique, l'ancêtre des VAE.

Dans les années 1930 la bicyclette était courtisée par toute la population. On l'appelait

“ La petite reine”.

Puis progressivement d'étoile, la bicyclette est devenue anonyme, et son nom a pratiquement disparu de la scène, laissant la place à son vénérable ancêtre le vélocipède, diminutif : vélo. Terme inconnu au code de la route.

Les vendeurs de bicyclettes sont devenus des vélocistes qui vendent des vélos qui n'auraient aucun droit de circuler sur la voie publique s'ils n'étaient pas des cycles. Surtout des bicycles puisqu'ils ont généralement 2 roues.

Mais le temps a eu aussi en partie raison du terme vélo avec l'arrivée de nouvelles appellations comme VTT, VTC, etc...

Aujourd'hui c'est celui des VAE (Vélo à Assistance Électrique), mais aussi des VAE (Véhicule à Assistance Électrique) d'être en pleine lumière. On leur associe souvent des noms très savants comme gyropodes ou hoverboards, etc ..

Appeler un chien un chat ne porte pas à conséquences tant que bicyclettes et vélos étaient intimement liés et indissociables.

Avec l'appellation VAE cette indissociabilité est remise en cause par le nombre de configurations autorisées ou non autorisées, mélangeant le “V” de vélo avec celui de véhicule, confondant cycle et vélocipède.

Un VAE peut être

- Un cycle qui répond décret N° 2016-364, à l'article R331-1-6-11 du code de la route et la législation européenne.
- Un cycle qui répond uniquement à l'article R331-1-6-11 du code de la route et à la législation européenne.

- Un véhicule qui ne répond ni au décret N° 2016-364 ni à l'article R331-1-6-11 du code de la route, ni à la législation européenne.

VAE est un terme générique qui ne précise pas suffisamment l'objet.

1- Le VAE au sens de la directive européenne et de l'article R331-1-6-11 du code la route

6. 11. Cycle à pédalage assisté : cycle équipé d'un moteur auxiliaire électrique d'une puissance nominale continue maximale de 0, 25 kilowatt, dont l'alimentation est réduite progressivement et finalement interrompue lorsque le véhicule atteint une vitesse de 25 km / h, ou plus tôt si le cycliste arrête de pédaler.

Le VAE au sens de la directive européenne et de l'article R311-1-6-11 du code la route autorise ce que j'appelle le **pédalage symbolique**.

2- Le VAE au sens de la législation française

L'article premier du décret N° 2016-364 définit la « BICYCLETTE » comme un VAE qui n'autorise pas le pédalage symbolique. (Ce décret 2016-364 remplace le décret 95-937)

Art. 1er. - Pour l'application du présent décret, on entend par bicyclette tout produit comportant deux roues et une selle, et propulsé principalement par l'énergie musculaire de la personne montée sur ce véhicule, en particulier au moyen de pédales.

CONSEQUENCES DE CES DEUX ARTICLES :

Un VELO ELECTRIQUE qui ne répond pas au décret N° 2016-364 est un cycle qui n'est pas une BICYCLETTE dans le droit Français.

Comme il répond à l'article R311-1- 6-11, l'assurance, l'immatriculation ou le port d'un casque spécifique ne sont pas nécessaires.

L'utilisation d'un VAE à pédalage symbolique est contraire à la charte du cyclotourisme.

3- VAE qui ne répondent ni au décret, ni à l'article R311-1-6-11 du code de la route, ni à la législation européenne.

Ces véhicules ne sont pas des cycles. Ils sont autorisés à circuler sur la voie publique s'ils sont nommés dans l'article R331-1 du code de la route (voir annexe 2). Dans le cas contraire ils en sont interdits.

Pour circuler sur la voie publique les conducteurs de véhicules autorisés doivent avoir une assurance spécifique, une immatriculation, un permis AM (sauf personnes nées avant le 1^{er} janvier 1988) et le port d'un casque moto homologué.

Quelques exemples de VAE qui ne semblent pas définis dans le code de la route et difficiles à classer.

Les trottinettes :

Au 1/09/2019 les trottinettes électriques n'ont aucun droit à la route car ce ne sont pas des cycles bien qu'elles soient parfois des vélocipèdes électriques qui répondent aux exigences des articles qui définissent les VAE.



Elles doivent utiliser les trottoirs sauf arrêté municipal d'interdiction.

Le déplacement de la trottinette jaune est réalisé par un mouvement de va et vient des jambes sur la planche horizontale. C'est une Draisienne électrique.

Le déplacement de la trottinette grise est réalisé par un mouvement de va et vient de haut en bas et bas en haut sur des pédales. C'est un vélo électrique de type Mac Millan.

C'est deux vélocipèdes électriques sont-ils des cycles ? On sait seulement que ne sont pas des bicyclettes car ils n'ont pas de selle (voir décret N° 2016-364 spécifiant le VAE).

Dans le cas contraire ils seront sans doute dès la publication du décret en attente seulement autorisés à circuler sur les pistes cyclables ou sur les routes dont la vitesse ne dépasse pas 50 Km/h.

Le gyropode

C'est un monocycle fabriqué depuis les années 1860. Comme le bicycle, c'est un véhicule conditionnellement stable. Le cycliste doit en permanence gérer l'influence de la gravitation et de la force centrifuge pour ne pas tomber. L'assistance n'a pas changé



les lois de la physique mais lui assure une meilleure stabilité qui facilite son déplacement. Notre siècle, par sa technologie avancée perfectionne les inventions du 19^{ème} et 20^{ème} siècles. C'est le siècle du perfectionnement, non celui de l'invention.

Si ce gyropode est équipé de pédales et répond aux articles du code de la route c'est un monocycle, donc un cycle. Dans le cas contraire un cyclomoteur.

Mais dans tous les cas il est interdit sur la route car il n'a qu'une roue.

La valise cyclomoteur où la classer ?



Tous ces exemples montrent bien la difficulté des consommateurs à s'y retrouver, de bien saisir les règles et limitations d'utilisation et les assurances à prendre.

Ces derniers exemples proviennent de Chine, pays très en avance en matière de déplacements doux. Ils ne semblent pas encore arrivés sur le marché français.

Si nous connaissons le début de notre histoire nous en ignorons sa suite.

Pourquoi ne pas penser que dans quelques années les déplacements en agglomération se feront en Europe sur des véhicules électriques à faible coût d'achat et de consommation, ressemblant à ceux décrits ci-dessous.

Véhicules utilitaires de faible dimension, capable de transporter un handicapé avec sa chaise, comme une personne valide pour y ranger ses courses ou se rendre à son travail.

Véhicules qui modifieront totalement notre façon de penser pour se déplacer en ville.



NOTA : Transport en avion des VAE

Les batteries avec électrolyte et les batteries au lithium d'une puissance supérieure à 160 W.H ne sont pas acceptées en cabine. Il est autorisé de transporter 2 packs power maximum (information Air France)

Toutes ces batteries sont interdites en soute.

Le transport en avion d'un VAE est problématique.

II - Peut-on transformer un vélo classique en VAE

Les risques encourus

La meilleure réponse est "Peut-être".

Pour circuler sur une route ouverte à la circulation publique tous les véhicules doivent avoir un certificat d'homologation.

L'homologation pour un cycle est un document qui l'autorise à circuler sur la route. Il est délivré aux cycles ayant les mêmes pièces de référence que le prototype qui a subi les tests d'ensemble. Ce qui signifie que le cycle doit être livré à l'utilisateur final entièrement monté et réglé.
(Voir article 2 du décret **2016-364** en annexe.)

La question est de connaître les composants que l'utilisateur peut modifier sans perdre son homologation. La réponse est en partie donnée dans l'article 4 du décret (annexe 2) qui précise les composants que l'utilisateur peut monter. On y trouve les roues.

Réponse sans réflexion : Je peux transformer mon vélo en VAE avec un kit homologué.

Réponse après réflexion : Oui si votre cycle répond aux normes de fabrication des VAE.

- **La fabrication des VAE répond à la norme EN 14764** comme celle des VTC pour la partie cycle et à la norme **EN 15194 pour la motorisation.**
- Celle des VTT à la norme EN 14766 sans doute plus exigeante que l'EN 14764
- Celle des vélos de course à la norme EN 14781 (Jusqu'au 28/04/2018) Aujourd'hui la norme en vigueur est la ISO 4201-1 à 9.

L'application stricte de cet article conduit à dire :

- "OUI" pour un VTC ou un VTT et "NON" pour un vélo de course.
- "OUI" sous réserve que le cadre du cycle est déjà homologué sur un VAE de série. Réponse difficile pour un non professionnel qui veut modifier son VTC ou VTT.
- Sauf erreur d'interprétation des termes des textes légaux la transformation d'un vélo de course en VAE conduit à la perte de son homologation en tant que cycle. Le vélo modifié n'est plus la réplique du prototype et ne peut se prévaloir VAE (avec un V comme vélo) puisque sa norme de fabrication est incompatible avec celle du VAE. Il devient un véhicule à assistance électrique non répertorié dans l'article R311-1 de l'annexe 2 qui définit les véhicules autorisés à circuler sur la voie publique.

Or certains velocistes continuent à effectuer cette transformation. Ont-ils raison ou ai-je tort ?
En tout état de cause un doute sérieux plane sur la légalité de cette opération.

L'utilisateur acheteur doit prendre des précautions.

- Si vous désirez transformer votre vélo en VAE, faites le faire par un professionnel.
La transformation sera faite sous sa responsabilité. il a une assurance professionnelle de responsabilité. Faites-lui noter sur la facture que le vélo modifié en VAE (VTT, VTC Vélo de course) est conforme à la législation en vigueur. En cas de contestation vous êtes couvert.
- Un véhicule non homologué comme cycle à pédalage assisté n'est pas couvert par son assurance responsabilité civile personnelle. Si vous avez le moindre doute, demandez par écrit à votre assureur si votre véhicule modifié est couvert.

En cas d'un grave accident vous ne serez plus le seul responsable.

Quel genre de problèmes pouvez-vous rencontrer ?

- Un contrôle de conformité par les forces de l'ordre.
- Pour de petits accidents il est peu probable que l'assureur cherche à se disculper et vous serez indemnisé. Mais quel sera son comportement dans le cas d'un accident ayant entraîné un décès. Il peut refuser l'indemnisation si le véhicule déclaré ne correspond pas aux caractéristiques de celui accidenté.
Accident mortel par rupture mécanique imputable à la modification du cycle ou par collision avec un tiers (cycliste, automobiliste, piéton).

L'assureur peut-il assurer un VAE non homologué

La réponse se trouve dans le code général des assurances

“La condition sine qua non de mise en jeu de nos garanties est le respect de la législation applicable dans un domaine d'activités donné. Cette exigence est concrétisée par l'article 4.2 des Conditions Générales qui stipule” :

« 4.2. Les dommages imputables à la violation délibérée : des règles particulières de sécurité et de prudence imposées par une loi ou un règlement ; des règles de l'art ou des consignes de sécurité définies dans les documents techniques édités par les organismes compétents à caractère officiel ou les organismes professionnels, lorsque cette violation constitue une faute d'une gravité exceptionnelle dérivant d'un acte ou d'une omission volontaire, de la conscience du danger que devait en avoir son auteur en raison de sa profession ou encore de l'absence de toute cause justificative et était connue ou ne pouvait être ignorée par les représentants légaux de l'entreprise. »

qui se résume par : Un véhicule non homologué n'est pas assurable.

IMPORTANT

L'assurance d'un VAE homologué n'est pas obligatoire pour circuler sur une route ouverte à la circulation publique. Elle est cependant nécessaire pour avoir une licence sportive.

- Certains assureurs des fédérations sportives assurent les VAE. Mais il n'est pas écrit spécifiquement sur leurs contrats que les vélos de course transformés en VAE sont assurés.
- Si vous souscrivez une licence avec assurance prenez soin d'inscrire après VAE s'il a été modifié “vélo de course modifié par KIT”. Ainsi l'assureur ne pourra pas vous accuser plus tard d'avoir fait une déclaration inexacte et refuser l'indemnisation.

Informations générales à connaître

- **Art. 5 du décret** – *Toute bicyclette destinée à être mise en vente ou distribuée à titre gratuit sur le territoire français porte de façon visible, lisible et indélébile, le nom, la dénomination sociale ou la marque de commerce du responsable de la mise sur le marché ainsi que la référence du lot de fabrication.*
- Les tests d'homologation sont généralement destructifs, donc irréalisables pour un particulier.

- **Extraits de l'avis du comité de sécurité du 20 Mai 2010 (NOR ECEC1015994V)**
Les fabricants et distributeurs de kits de motorisation ne peuvent **se prévaloir de la conformité de leurs produits que s'ils indiquent avec quels types de cycles précis ils sont compatibles.**
- Les VAE débridés ou 45 KM/H sont considérés comme des cyclomoteurs. Ils nécessitent une assurance spécifique.

RISQUES DE ROULER AVEC UN VELO NON HOMOLOGUE

Pour un particulier

VAE non homologué ou ne répondant pas à la législation Européenne et Française : Ils proviendront :

- De l'assureur en cas d'accident grave et d'enquête. Il peut refuser sa couverture.
- Des forces de l'ordre en cas de contrôles inopinés.

Pour un revendeur

- En cas d'accident, il peut être tenu responsable et s'expose à une contravention de 5ième classe en cas de contrôle de la DGCCRF, soit jusqu'à 1500 €.

Pour un importateur / constructeur

- Les risques sont similaires à celles du revendeur.

RISQUES DU DEBRIDAGE

- Rouler sur un VAE débridé est interdit et sanctionné par la loi. Si vous êtes contrôlé au guidon d'un VAE trafiqué vous encourrez une amende de 1 500 €. Vous devrez, en outre, remettre votre VAE aux normes dans les 48 heures.
- Si vous vendez votre VAE débridé, vous vous rendez coupable d'un délit passible de 6 mois d'emprisonnement et de 7 500 € d'amende.

Un VAE débridé n'est plus un vélo mais un cyclomoteur.

Il nécessite :

- Une assurance spécifique obligatoire.
- Le port d'un casque homologué
- Un permis AM (ex BSR *sauf pour les personnes nées avant le 1er janvier 1988*).
- De posséder une plaque d'immatriculation

En cas d'accident, les dommages matériels et/ou corporels dont vous êtes responsable ne seront pas pris en charge par votre assureur sans la souscription de l'assurance spécifique obligatoire.

III Le pédalage symbolique

Il concerne généralement les VAE ayant un kit de motorisation homologué qui ne disposent pas du certificat d'homologation VAE.

Pour avancer, le cycliste doit délivrer musculairement une puissance motrice qui croît avec sa vitesse.

Cette puissance dépend aussi :

- Des frottements des pneus sur la chaussée et de la vitesse du vent.
- Des frottements inhérents au cycle.
- En montée, de la masse de l'ensemble "vélo conducteur" qui augmente avec la pente.

Pour bien comprendre le pédalage symbolique prenons le cas concret d'un cycliste qui effectue une randonnée de 123 Km qui comporte 100 Km de plat et 23 Km de montée à 8 % moyen avec un vélo sans assistance. On suppose dans cet exemple que le cycliste pèse 70 Kg et son vélo 10 Kg

Figure 1- Énergie et puissance dépensée par les frottements sur le plat (Sans vent)

À une allure de

V= 20 Km/h

Le cycliste a dépensé

330 Kilocalories.

Délivré une puissance

moyenne de 76 Watts.

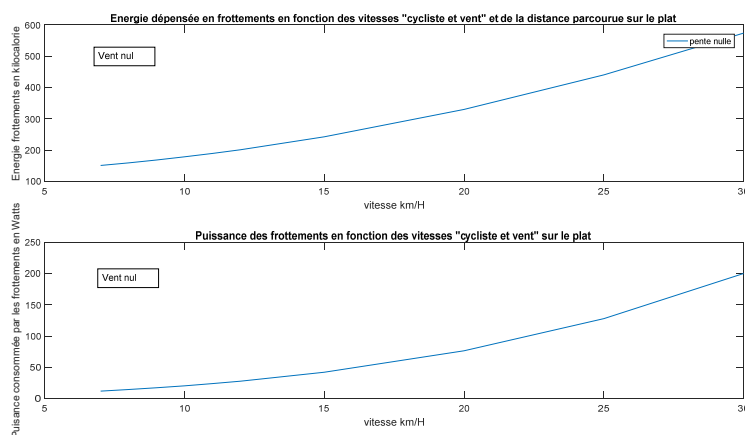


Figure 2 En côte : Énergie globale (frottements + déplacement poids) - Puissance globale développée par le cycliste.

À une allure de

V= 9 Km/h

Le cycliste a

dépensé 345 Kilocalories,

délivré une puissance

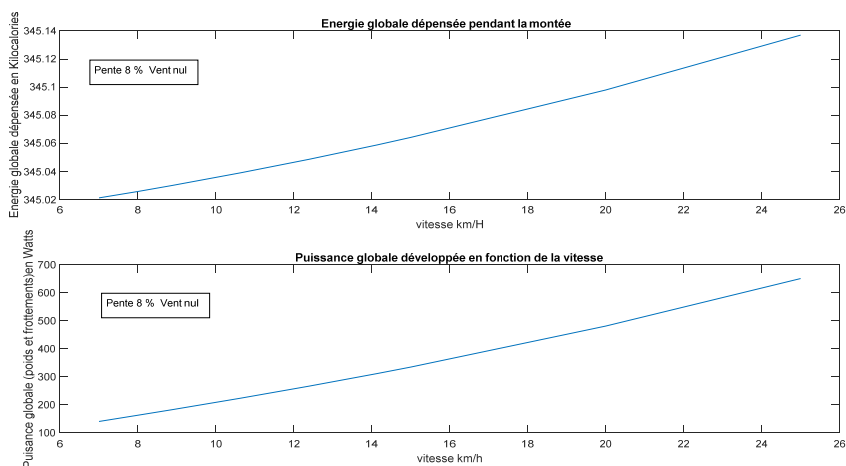
ascensionnelle moyenne de

157 Watts, et de 29 Watts

pour les frottements.

Soit dépensé une puissance

globale de 186 W



Pour effectuer sa randonnée il aura dépensé de l'ordre de 675 Kilocalories.

Le même cycliste utilise maintenant un VAE équipé d'une commande manuelle qui définit la puissance d'assistance entre 0 et 250 watts par pas de 50 watts.

La vitesse du cycliste est définie comme précédemment par la cadence de pédalage et réglée à 20 Km/h sur le plat.

Si ce cycliste utilise le niveau 2 pour rouler sur le plat, c'est à dire 100 watts. Il ne délivre que l'énergie cinétique nécessaire pour tourner les manivelles.

En côte en position 4 (200 W) la puissance délivrée est supérieure au nécessaire pour faire l'ascension sans faire le moindre effort à 9 Km/h (186 W).

J'appelle VAE à pédalage symbolique tous les VAE qui peuvent fournir une puissance instantanée égale ou supérieure à celle nécessaire pour avancer sans nécessiter un minimum de pression sur les pédales ou une vitesse de pédalage suffisante.

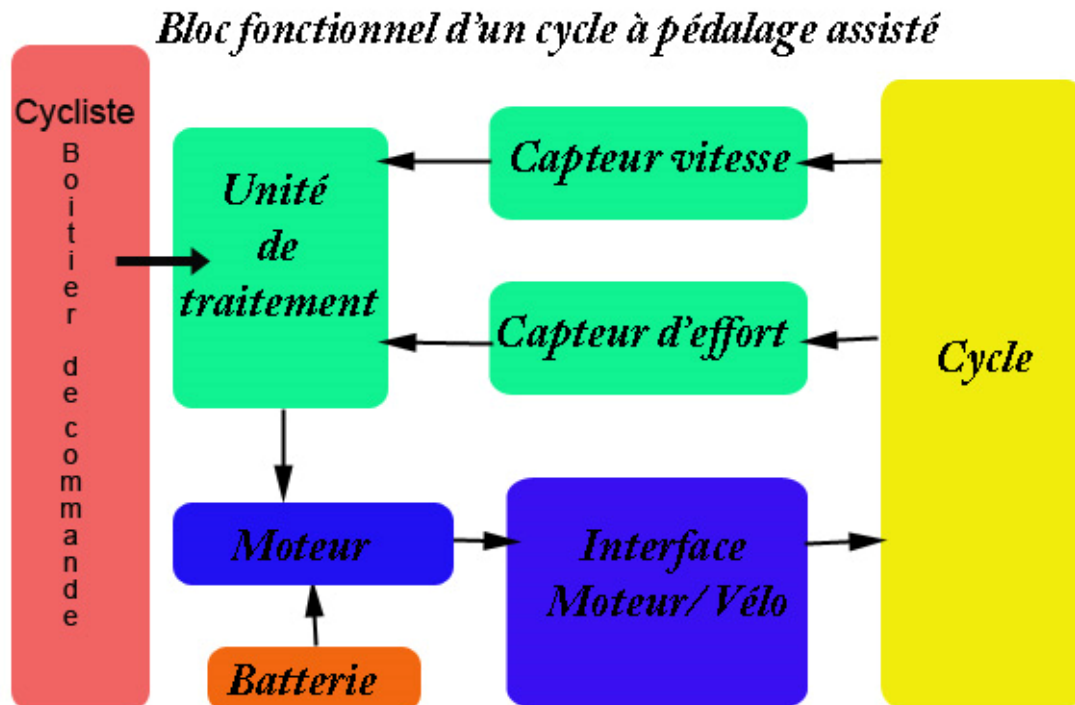
Il me semble évident que si la personne utilise son VAE pour faire du sport et profiter des bienfaits de la pratique de l'endurance, il est dans l'erreur et ne peut pas s'étonner de ne pas perdre de poids après chaque sortie.

Par contre si l'utilisation est son moyen de transport pour se rendre à son travail, ce VAE est parfait car il permet d'arriver à son bureau ou atelier sans la moindre transpiration. Idem pour faire ses courses où se déplacer en ville.

Pour faire du cyclotourisme le VAE à pédalage symbolique n'est pas approprié contrairement aux VAE à capteur d'effort qui sont pour cette discipline très bien adaptés. Ces VAE sont cependant un excellent choix pour toutes les autres applications.

IV - Le capteur d'effort ou de pression

Il concerne uniquement les VAE homologués. Par "effort" on entend la force exercée sur les pédales ou de la vitesse du pédalier.



Le capteur de vitesse est obligatoire pour répondre à la norme. Il est présent sur tous les modèles homologués (pédalage symbolique ou pas). Il remplit 2 fonctions :

- Vérifier que la personne pédale. Dans le cas contraire l'alimentation moteur est coupée. C'est un interrupteur. Il est obligatoire.
- Couper le moteur lorsque la vitesse dépasse 25 Km/h

Avec un capteur d'effort la puissance délivrée par le moteur d'assistance est fonction de la pression qu'exerce le cycliste sur la pédale et de la consigne d'assistance affichée par le cycliste sur son boîtier de commande.

Il y a en général au moins trois valeurs d'assistance « éco », « normal », « sport »

Même en mode sport le cycliste doit fournir un minimum d'énergie.

Le capteur d'effort n'existe pas sur les VAE à pédalage symbolique.

L'unité de traitement commande au moteur de délivrer une puissance qui est fonction de l'effort du cycliste et du taux d'assistance demandé par le cycliste.

Il s'agit d'une puissance variable qui s'adapte au relief.

Ces VAE sont particulièrement bien adaptés à la pratique du cyclotourisme. Principalement pour les personnes qui désirent entretenir leur santé et ont des problèmes cardiovasculaires ou d'articulations.

V - LES MOTORISATIONS

1- Les VAE à moteur dans la roue arrière

La mise en œuvre de l'assistance se fait par un capteur qui détecte la rotation du pédalier. L'assistance est coupée si le cycliste arrête de pédaler.

Ne sont homologués (voir norme Française) que les VAE qui délivrent une puissance moteur proportionnelle à la vitesse de pédalage, cas rarissime sur les kits d'adaptation.

Sur les kits le moteur libère son énergie sans vérifier si un effort musculaire est produit par le cycliste. Le cycle peut être propulsé sans que le cycliste produise le moindre effort autre que celui de tourner les jambes.

Les VAE homologués sont performants sur des terrains plats. Par contre en montée lorsque la pente est importante et la cadence de pédalage faible leur performance est limitée. Il est nécessaire de choisir, en côte, un faible développement pour bénéficier pleinement de l'assistance.

L'association des forces musculaires et électriques est réalisée sur la roue arrière.

Les modèles commandés par une poignée qui déclenche l'assistance ne sont pas des cycles à assistance électrique mais des véhicules à assistance électrique de type cyclomoteur.

2- Les VAE à moteur dans la roue avant

Le principe et explications sont identiques au moteur roue arrière.

Ce qui change est l'association des forces. L'assistance électrique agit sur la roue avant alors que l'énergie musculaire entraîne la roue arrière.

On retrouve à quelques exceptions près le comportement des vélos Solex de 1950.

3- Les VAE à moteur central

La mise en œuvre de l'assistance est exercée par la force (ou pression) appliquée sur les pédales par le cycliste en fonction du niveau d'assistance qu'il a choisi jusqu'à la vitesse de 25 Km/h.

En général ces VAE ont 3 niveaux d'assistance, mais il peut en avoir davantage.

- Niveau 0 Pas d'assistance
- Niveau 1 : le moteur fournit la moitié de la puissance musculaire du cycliste
- Niveau 2 : le moteur fournit une puissance quasi identique à celle du cycliste
- Niveau 3 : le moteur fournit une puissance triple à celle du cycliste

Dans tous les cas le cycliste produira un effort, même en niveau 3 comme cela a été expliqué au chapitre IV.

VI –INTERÊT DE L'ASSISTANCE

1 L'assistance a-t-elle un réel intérêt sur le plat ?

La plupart des cyclotouristes, même âgée, sont capable de rouler à 20 Km/h sur le plat sans vent sans assistance. À partir de 25 Km/h il probable qu'un certain nombre d'entre eux auront du mal à dépenser les 130 watts nécessaires pendant de nombreux kilomètres. L'assistance est un moyen pour eux de conserver cette allure sans user leurs réserves énergétiques.

Pour ma part je n'utilise pas le moteur sur le plat, mais je réduits ma vitesse. L'assistance Yamaha est très efficace en côte, mais me semble molle sur le plat. Je pense que cela provient de la faible puissance demandée en niveau 1. De plus, en coupant l'assistance (avec un boîtier de commande qui reste actif) on élimine le bruit du moteur particulièrement important.

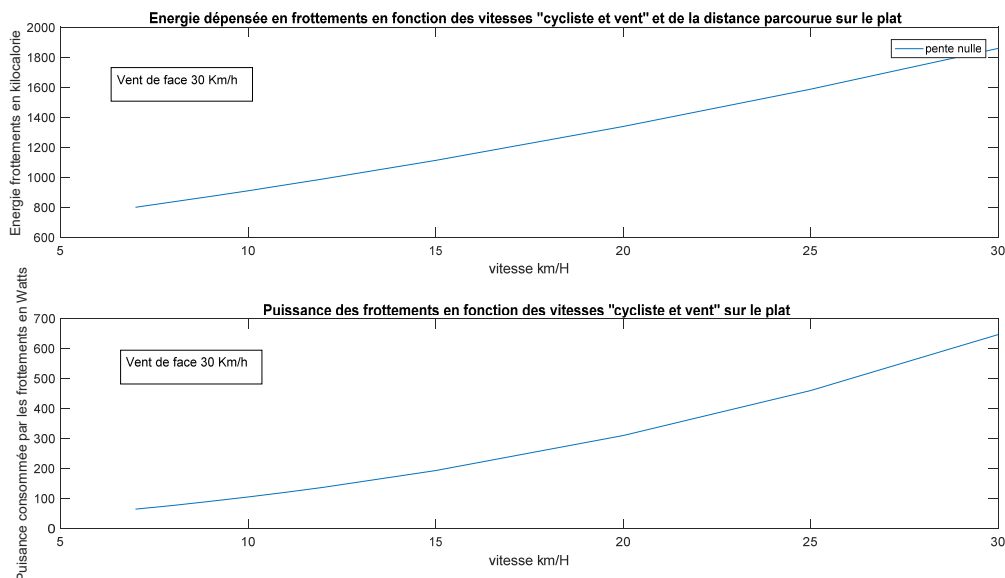
Par contre elle est très utile par vent de face ou pour passer une bosse.

Avec un vent de 30Km/h de face le cycliste devra délivrer pour conserver sa vitesse de 20 Km/h, une puissance de 311 watts pendant 100 Km, valeur inaccessible pour la plupart des cyclotouristes. Une réduction du braquet et de la vitesse s'impose, ainsi que probablement le recours à l'assistance (figure 3).

S'il réduit sa vitesse à 12 Km/h il aura encore besoin 137 Watts pour respecter cette allure.

Fort heureusement ce cas de figure est souvent temporaire car le vent n'est pas toujours de face.

Figure 3 Énergie et puissance dépensées par le cycliste sur le plat avec un vent de face de 30 Km/h



En choisissant une assistance de niveau 1 il dépensera encore 95 watts.

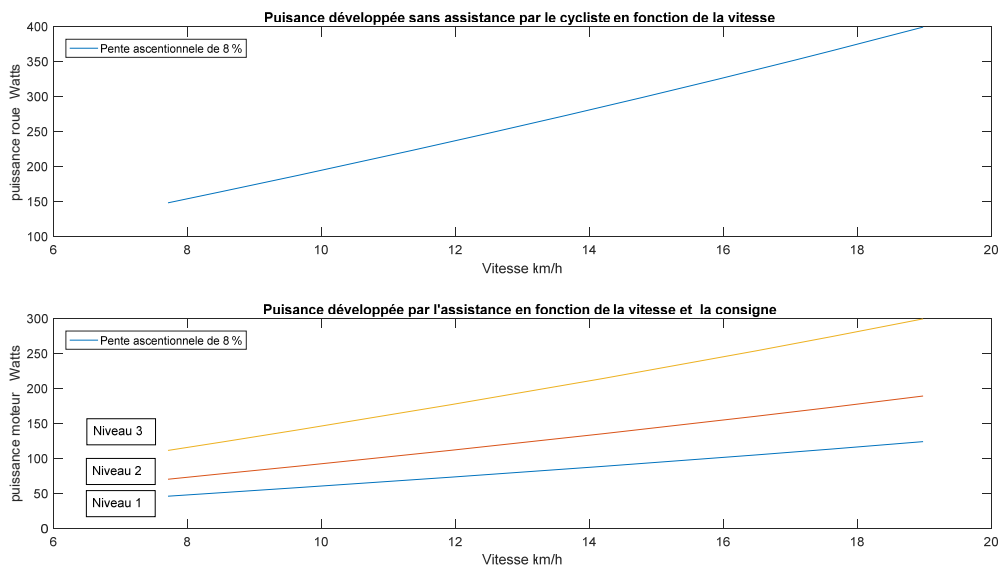
2 - L'assistance a-t-elle un intérêt en côte ?

Pour monter une côte de 8 % à 9 Km/h, sans vent, le cycliste sans assistance doit délivrer une puissance de 186 watts (figure 2). Avec une assistance de niveau 1 il ne délivrera plus que 128 Watts. Avec le niveau 2 : 97 watts.

L'assistance présente un réel intérêt pour les personnes dont la puissance qu'ils peuvent fournir est limitée par une fréquence cardiaque à ne pas dépasser. Sans l'assistance elles ne pourraient pas se permettre l'ascension d'un col et continuer à pratiquer leur sport favori.

L'intérêt des systèmes à capteur d'effort est la possibilité sans modification de la consigne d'assistance d'obtenir un surplus de puissance instantanée lorsque le besoin est présent. Vous montez une rampe de 8 %, si pendant quelques mètres la pente passe brutalement à 15 %, l'assistance lui apportera quelques dizaines de watts supplémentaires pour passer la difficulté (si le cycliste peut aussi brièvement délivrer une puissance plus importante).

Figure 4 Puissance développée en fonction de la vitesse



3- Conclusion

Sans assistance vous pouvez réguler votre rythme cardiaque uniquement en choisissant un braquet adapté au pourcentage de la montée. L'assistance vous offre une seconde possibilité, celle de diminuer l'effort musculaire.

En roulant sur le plat sans assistance et avec assistance en côte de niveau 1 ou 2, votre effort sera relativement constant (Entre 76 et 128 Watts) pendant toute votre randonnée.

VII- L'AUTONOMIE

1- Généralités

L'autonomie est fonction de nombreux paramètres dont certains sont difficiles à appréhender.

Les facteurs les plus importants sont :

- La consommation qui dépend :
 - Du mode de propulsion Mc (moteur central) ou Mr (moteur roue)
 - Du rendement du moteur et du programme d'assistance mis en œuvre par le cycliste.
 - De l'utilisation permanente ou sélective de l'assistance par le cycliste.
 - De l'aérodynamisme en présence de vents contraires.
 - De la pente moyenne de la randonnée.
 - Des frottements internes.
 - De la capacité de la batterie.

Le tableau ci-après donne l'autonomie approximative en fonction des facteurs ci-dessus.

EnergyPak 300		Motor Type	Mode	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200km
EnergyPak 300	Avant	Centrale	Eco	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Normal	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Sport	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
	Centrale	Arriere	Eco	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Normal	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Sport	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			

EnergyPak 400		Motor Type	Mode	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200km
EnergyPak 400	Avant	Centrale	Eco	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Normal	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Sport	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
	Centrale	Arriere	Eco	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Normal	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Sport	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			

EnergyPak 500		Motor Type	Mode	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200km
EnergyPak 500	Avant	Centrale	Eco	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Normal	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Sport	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
	Centrale	Arriere	Eco	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Normal	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			
			Sport	[Bar chart showing range from 10 to 200 km]																			

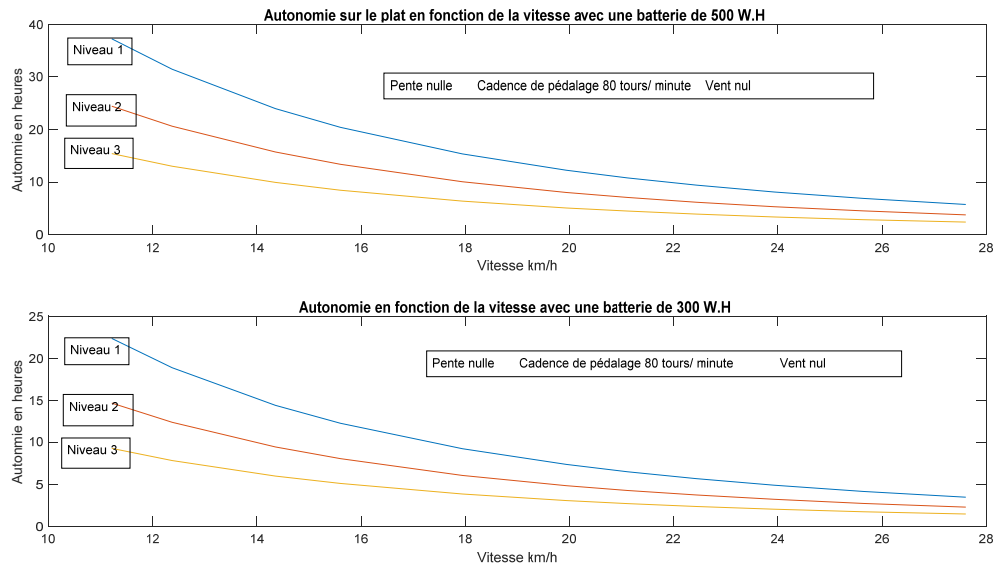
Provenance Giant pour 3 capacités d'énergie 300W.H, 400 W.H, 500 W.H

Première constatation : A batterie équivalente les moteurs centraux ont le double d'autonomie. Jusqu'à 200 Km contre 100 Km.

Seconde constatation : Pour un cyclotouriste qui fait des sorties de 150 à 200 Km une batterie de 500.h est incontournable pour rouler l'esprit tranquille.

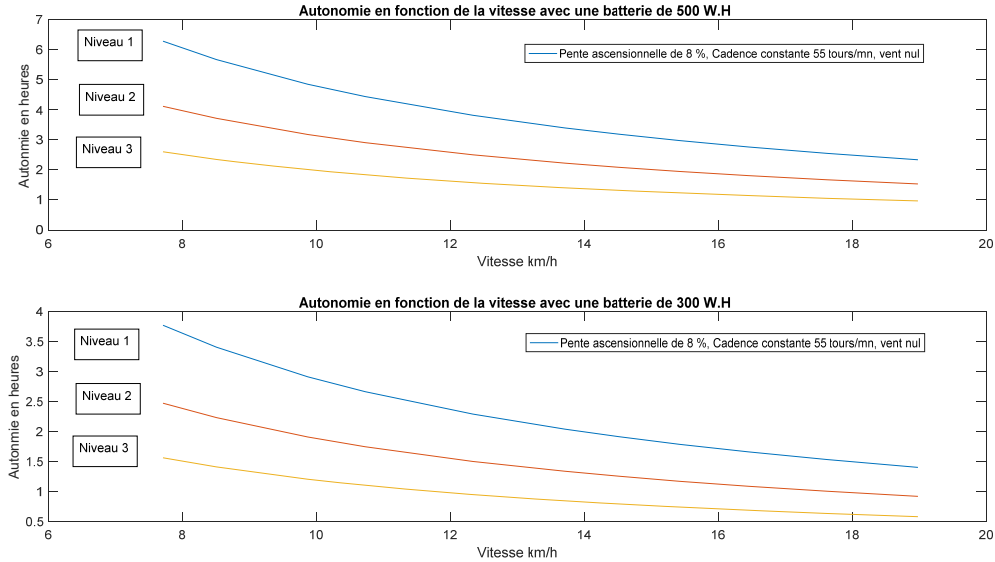
2- Autonomie établie à partir d'un modèle mathématique.

Figure 4 Autonomie sur le plat sans vent (conditions idéales jamais atteintes)



En mode éco (niveau 1) sans vent l'autonomie est d'environ 200 Km à 20 Km/h, 125 km à 25 Km/h (500W.H)

Figure 5 Autonomie en montée pour une pente moyenne de 8 %



L'ascension d'un col de pente moyenne de 8 % à 10 Km/h en n'utilisant que le niveau 1 donne une autonomie d'un peu moins de 5 heures. Ce qui signifie qu'un cycliste peut gravir 2 cols de 20 km sans problèmes. La consommation diminue lorsque la pente et de la vitesse d'ascension sont faibles.

On remarque que le modèle mathématique est en cohérence avec le tableau Giant.

Simulation de la montée du col de Vars

Section plate 16 Km

Section montante 14 km

Plat : 0 ou si niveau 1 : Puissance consommée 30 Watts

Montée en niveau d'assistance 1 :

Puissance consommée 140 W, soit 28% de la batterie.

Passé à 34% si le niveau 1 était enclenché sur le plat.

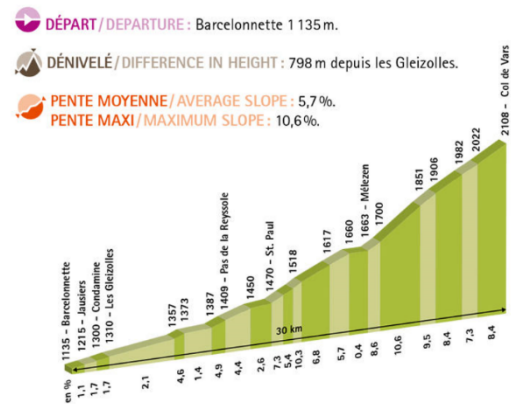
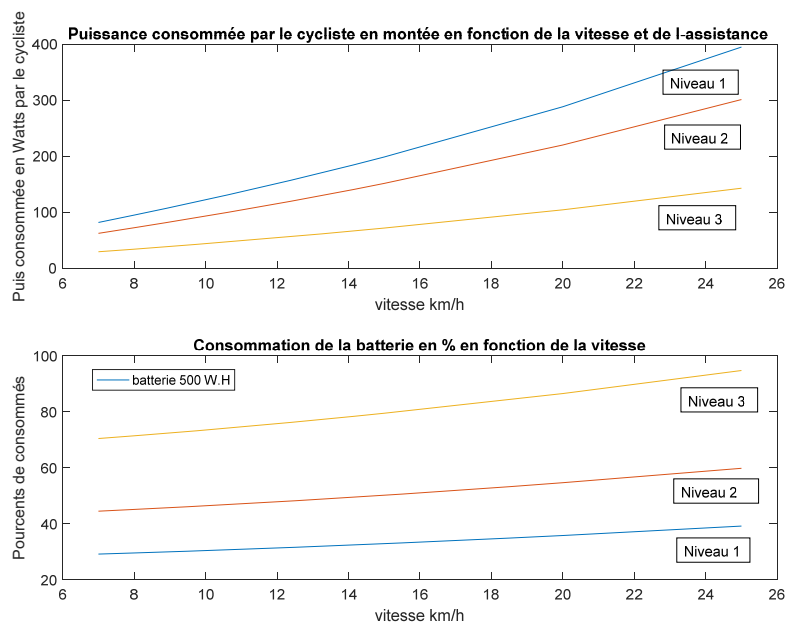


Figure 5 Puissance et consommation pour 14 Km de montée d'après le modèle mathématique



3- Résultats pratiques

Une randonnée à bicyclette est une suite de plats et de bosses successives.

L'autonomie dépend aussi des capacités physiques du cycliste.

Exemple-1 : Sortie tranquille (17 Km/h de moyenne sur 114 Km avec 1400 mètres de dénivelé) :
 Consommation : 43% de la capacité de la batterie)

Exemple-2 : Sortie rapide (22.5 Km/h de moyenne sur 146 Km avec 1900 mètres de dénivelé) :
 Consommation de 56 % de la capacité de la batterie.

Exemple -3 et 4 : Sorties sur une semaine sans recharger la batterie

301 Km à 20.5 Km/h de moyenne : Consommation : 99% de la batterie

351 Km à 20.8 Km/h de moyenne : Consommation : 81 % de la batterie

Exemple 5

Autonomie comparative entre 3 VAE dans la montée du col du VARS depuis Barcelonnette

Giant moteur YAMAHA double plateaux : 50/ 34

1 VAE avec moteur Bosch 1 plateau

1 vélo de course équipé d'un kit VAE 2 plateaux : 50/34

Consommation effective

YAMAHA	30 %
BOSH	40 %
KIT	50 %

NOTA : Consommations données pour une capacité batterie de 500 W.H

La différence d'autonomie entre les moteurs Bosch et Yamaha ne signifie pas que les moteurs Bosch consomment plus que les moteurs Yamaha. Elle s'explique plutôt par le fait que si le col a été gravi à la même vitesse moyenne, le Bosch montait légèrement plus rapidement et attendait. Nous montions de concert avec un cycliste sans assistance. La possibilité d'avoir un double plateau sur le système Yamaha permet des développements plus petits et de conserver une cadence de pédalage adaptée à l'allure du cycliste le moins rapide. Raison complémentaire l'utilisateur du VAE Bosch a utilisé sur le plat son assistance.

Sur le Yamaha entre 20 et 25 Km/h les frottements secs ne me paraissent pas plus importants que sur un cycle classique. Les utilisateurs de VAE Bosch que j'ai interrogé ne semblent pas de cet avis.

La consommation supérieure du VAE kit est à mon sens due au fait que le moteur délivre une puissance constante qui n'est pas optimisée aux besoins du cycliste et aux évolutions de la pente. Peut-être aussi au rendement de ces moteurs ?

4- Conclusions :

Une assistance à capteur d'effort couplé à un cycle équipé d'un double plateaux à l'avant présente l'avantage de pouvoir utiliser de très faibles développements en côte qui permettent au cycliste de rester en mode économique sur des pourcentages montants importants. Donc de réduire la consommation et augmenter l'autonomie.

L'autonomie d'un cycliste qui n'utilise pas l'assistance sur le plat peut être estimée de deux manières (pour le système Yamaha).

- 1- Consommation comprise entre 10 à 13 % tous les 30 Km sur un parcours varié.**
- 2- Consommation de 10 à 13 % tous les 350 mètres de dénivelée.**

Pour une batterie de 500 W.H

ANNEXE 1

2-1 LEGISLATION EUROPEENNE

La directive européenne [2002/24/EC](#) fixe les critères pour qu'un vélo à assistance électrique puisse circuler sur la voie publique :

- L'assistance ne doit se faire que si le cycliste pédale, et doit se couper à l'arrêt du pédalage. Néanmoins, il est autorisé de mettre en place une assistance au démarrage sans avoir recours au pédalage mais qui ne doit pas excéder 6 km/h.
- L'assistance doit se couper à 25 km/h maxi
- La puissance du moteur ne doit pas excéder 250 Watts

Normes en vigueur

Motorisation	EN 15194+A1
Cycle	EN 14764

2-2 LEGISLATION FRANCAISE

En France, l'homologation européenne ne suffit pas et un vélo à assistance électrique (VAE) est soumis aux normes de construction des cycles. Il doit notamment respecter le Décret [2016-364 du 29 mars 2016](#) fixant les exigences de sécurité concernant les **bicyclettes** qui remplace le [décret 95-937](#) relatif à la prévention des risques résultant de l'usage des bicyclettes.

2-2-1 Extrait du décret 2016-364

Art. 1er. – Pour l'application du présent décret, on entend *par bicyclette* tout produit comportant deux roues et une selle, et propulsé soit principalement par l'énergie musculaire de la personne montée sur ce véhicule, en particulier au moyen de pédales, soit de façon additionnelle avec un dispositif d'assistance électrique..

Art. 2. – Il est interdit de fabriquer, d'importer ou de détenir en vue de la vente sur le territoire français, de mettre en vente, de louer, de mettre à disposition dans le cadre d'une prestation de services ou de distribuer à titre gratuit sur le territoire français des bicyclettes qui ne satisfont pas aux prescriptions du présent décret. "Les bicyclettes ne peuvent être livrées qu'entièrement montées et réglées"

Art. 4. – La bicyclette vendue au consommateur final, louée, mise à disposition dans le cadre d'une prestation de services ou distribuée à titre gratuit par des professionnels satisfait à l'une des deux conditions suivantes:

1 Soit avoir été fabriquée conformément aux normes dont les références sont publiées au Journal officiel de la République française. Le responsable de la première mise sur le marché de ce produit tient à la disposition des agents chargés du contrôle les documents comprenant une description détaillée du produit et du référentiel technique utilisé pour vérifier la conformité du produit aux exigences de sécurité, les résultats des essais réalisés ainsi que l'adresse des lieux de production ou d'entreposage en vue de la mise sur le marché;

2 Soit avoir été fabriquée conformément à un modèle bénéficiant d'une attestation de conformité aux exigences de sécurité, délivrée à la suite d'un examen de type par un organisme français ou d'un

autre Etat membre de l'Union européenne ou d'un Etat partie à l'accord sur l'Espace économique européen ou de la Turquie, accrédité selon la norme EN/ISO 17025 par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou par un organisme d'accréditation signataire de l'accord multilatéral pris dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation pour le contrôle des produits mentionnés l'article 1er du présent décret.

Le responsable de la première mise sur le marché de ce produit tient à la disposition des agents chargés du contrôle les documents comprenant l'attestation de conformité aux exigences de sécurité ou une copie certifiée conforme, une description détaillée du modèle et des moyens par lesquels le fabricant s'assure de la conformité de sa production au modèle ayant fait l'objet de l'examen de type, ainsi que l'adresse des lieux de production ou d'entreposage en vue de la mise sur le marché. Les documents mentionnés au présent article sont conservés dix ans à compter de la date de la dernière vente par le responsable de la première mise sur le marché du produit correspondant. Voir aussi nota normes en vigueur ci-après.

Art. 5. – Toute bicyclette destinée à être mise en vente ou distribuée à titre gratuit sur le territoire français porte de façon visible, lisible et indélébile, le nom, la dénomination sociale ou la marque de commerce du responsable de la mise sur le marché ainsi que la référence du lot de fabrication. L'adresse du responsable de la mise sur le marché peut ne figurer que sur l'emballage.

Art. 6. – Les bicyclettes vendues au consommateur final, louées, mises à disposition dans le cadre d'une prestation de services ou distribuées à titre gratuit par des professionnels sont montées et réglées. Toutefois, peuvent être laissées à la charge des consommateurs les opérations suivantes :

– La pose des roues;

- le gonflage des pneumatiques et des organes de suspension à la condition que les pompes de gonflage adaptées soient livrées avec la bicyclette;
- le montage des pédales (avec indication de la pédale de gauche et de celle de droite);
- le montage sur le cadre des sous-ensembles selle-tige, potence-guidon ou des dispositifs en faisant fonction et leur réglage à la morphologie de l'utilisateur;
- pour les bicyclettes pour jeunes enfants, la pose des stabilisateurs;
- la mise en place des batteries nécessaires au fonctionnement de la bicyclette et de ses accessoires dans leur logement;
- la pose des dispositifs d'éclairage et de signalisation visuelle ainsi que de l'appareil avertisseur, ceux-ci devant alors être livrés avec la bicyclette;
- la pose des accessoires tels que porte-bagages, garde-boue, sacoches, paniers, béquille, porte-bidon, rétroviseur, porte-cartes ou compteurs;
- la pose des dispositifs d'aide à la conduite ou à la navigation.

Sous réserve que ces opérations :

- a) Fassent l'objet d'une information précontractuelle du consommateur précisant les opérations laissées à sa charge. Il appartient aux professionnels de pouvoir apporter la preuve que cette information a été transmise au consommateur ;
- b) Ne nécessitent pas l'usage d'une pompe à vélo autre qu'usuelle ou d'outils sauf à ce que ceux-ci soient livrés avec la bicyclette ;
- c) Ne conduisent pas à démonter ou dérégler un élément essentiel pour la sécurité, notamment le système de freinage, la direction et la transmission de la bicyclette.**

ANNEXE 2

Code de la route

Article R311-1

- Modifié par [Décret n°2019-620 du 21 juin 2019 - art. 1](#)

Pour l'application du présent code, les termes ci-après ont le sens qui leur est donné dans le présent article :

1. Véhicules de catégorie M : véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de personnes et ayant au moins quatre roues :

1.1. Véhicule de catégorie M1 : véhicule conçu et construit pour le transport de personnes et comportant, outre le siège du conducteur, huit places assises au maximum ;

1.2. Véhicule de catégorie M2 : véhicule conçu et construit pour le transport de personnes, comportant, outre le siège du conducteur, plus de huit places assises et ayant un poids maximal inférieur ou égal à 5 tonnes ;

1.3. Véhicule de catégorie M3 : véhicule conçu et construit pour le transport de personnes, comportant, outre le siège du conducteur, plus de huit places assises et ayant un poids maximal supérieur à 5 tonnes ;

1.4. Voiture particulière : véhicule de catégorie M1 ne répondant pas à la définition du véhicule de la catégorie L6e ou L7e et ayant un poids total autorisé en charge inférieur ou égal à 3,5 tonnes ;

1.5. Véhicule de transport en commun : véhicule de catégorie M2 ou M3 ;

1.6. Autobus : véhicule de transport en commun qui, par sa construction et son aménagement, est affecté au transport en commun de personnes et de leurs bagages ;

1.7. Autocar : autobus, répondant à des caractéristiques définies par arrêté du ministre chargé des transports, affecté au transport de personnes sur de longues distances et permettant le transport des occupants du véhicule principalement en places assises ;

1.8. Autobus articulé ou autocar articulé : autobus ou autocar composé d'au moins deux tronçons rigides reliés entre eux par des sections articulées, lesquelles permettent la libre circulation des voyageurs ; les sections rigides sont reliées de façon permanente et ne peuvent être disjointes que par une opération nécessitant des installations spécifiques ;

1.9. Véhicule de transport en commun d'enfants : véhicule de catégorie M2 ou M3 affecté à titre principal au transport de personnes de moins de dix-huit ans, quel que soit le motif du déplacement.

1.10. Véhicule affecté au transport d'enfants : véhicule comportant, outre le siège du conducteur, huit places assises au maximum défini aux points 1.4 et 6.7 du présent article

assurant un transport organisé à titre principal pour des personnes de moins de dix-huit ans, quel que soit le motif du déplacement.

2. Véhicules de catégorie N : véhicules à moteur conçus et construits pour le transport de marchandises et ayant au moins quatre roues :

2.1. Véhicule de catégorie N1 : véhicule conçu et construit pour le transport de marchandises ayant un poids maximal inférieur ou égal à 3,5 tonnes ;

2.2. Véhicule de catégorie N2 : véhicule conçu et construit pour le transport de marchandises ayant un poids maximal supérieur à 3,5 tonnes et inférieur ou égal à 12 tonnes ;

2.3. Véhicule de catégorie N3 : véhicule conçu et construit pour le transport de marchandises ayant un poids maximal supérieur à 12 tonnes ;

2.4. Camionnette : véhicule de catégorie N1 ne répondant pas à la définition du véhicule de catégorie L6e ou L7e.

3. Véhicules de catégorie O : véhicules remorqués conçus et construits pour le transport de marchandises ou de personnes ainsi que l'hébergement de personnes.

3.1. Véhicule de catégorie O1 : véhicule remorqué ayant un poids maximal inférieur ou égal à 0,75 tonne ;

3.2. Véhicule de catégorie O2 : véhicule remorqué ayant un poids maximal supérieur à 0,75 tonne et inférieur ou égal à 3,5 tonnes ;

3.3. Véhicule de catégorie O3 : véhicule remorqué ayant un poids maximal supérieur à 3,5 tonnes et inférieur ou égal à 10 tonnes ;

3.4. Véhicule de catégorie O4 : véhicule remorqué ayant un poids maximal supérieur à 10 tonnes ;

3.5. Remorque : véhicule non automoteur sur roues, destiné à être tracté par un autre véhicule ;

3.6. Semi-remorque : remorque dont une partie appréciable de son poids et du poids de son chargement est supportée par le véhicule tracteur.

4. Véhicules de catégorie L : véhicules à moteur à deux ou trois roues et quadricycles à moteur :

4.1. Véhicule de catégorie L1e : véhicule à deux roues dont la vitesse maximale par construction est égale ou supérieure à 6 km/h et ne dépasse pas 45 km/h et équipé d'un moteur d'une cylindrée ne dépassant pas 50 cm³ s'il est à combustion interne à allumage commandé et d'une puissance maximale nette n'excédant pas 4 kilowatts ;

4.1.1. Véhicule de sous-catégorie L1e-A : véhicule de la catégorie L1e muni de pédales dont le mode de propulsion auxiliaire d'aide au pédalage d'une puissance maximale est inférieure à

1 kW et s'interrompt dès que le véhicule atteint une vitesse égale ou supérieure à 25 km/ h. Ce véhicule peut être équipé de trois ou quatre roues ;

4.1.2. Véhicule de la sous-catégorie L1e-B : véhicule de la catégorie L1e autre que L1e-A ;

4.2. Véhicule de catégorie L2e : véhicule à trois roues (L2e) dont la vitesse maximale par construction est égale ou supérieure à 6 km/ h et ne dépasse pas 45 km/ h et équipé d'un moteur d'une cylindrée ne dépassant pas 50 cm³ s'il est à combustion interne à allumage commandé ou d'une cylindrée ne dépassant pas 500 cm³ s'il est à combustion interne à allumage par compression et d'une puissance maximale nette n'excédant pas 4 kilowatts ;

4.2.1. Véhicule de sous-catégorie L2e-P : véhicule de la catégorie L2e destiné au transport de personnes ;

4.2.2. Véhicule de sous-catégorie L2e-U : véhicule de la catégorie L2e conçu à des fins utilitaires ;

4.3. Véhicule de catégorie L3e : véhicule à deux roues sans side-car autre que L1 ;

4.3.1. Véhicule de la sous-catégorie L3e-A1 : véhicule de la catégorie L3e équipé d'un moteur d'une cylindrée ne dépassant pas 125 cm³ et d'une puissance maximale ne dépassant pas 11 kW et d'un ratio puissance/ poids à vide ne dépassant pas 0,1 kW/ kg ;

4.3.2. Véhicule de la sous-catégorie L3e-A2 : véhicule de la catégorie L3e, autre que L3e-A1, équipé d'un moteur d'une puissance maximale ne dépassant pas 35 kW et d'un ratio puissance/ poids à vide ne dépassant pas 0,2 kW/ kg et non dérivé d'un véhicule équipé d'un moteur de plus du double de sa puissance ;

4.3.3. Véhicule de la sous-catégorie L3e-A3 : véhicule de la catégorie L3e, autre que L3e-A1 et L3e-A2 ;

4.3.4. Véhicule des sous-sous-catégories L3e-A1E, L3e-A2E, L3e-A3E : motocyclette d'enduro ;

4.3.5. Véhicule des sous-sous-catégories L3e-A1T, L3e-A2T, L3e-A3T : motocyclette de trial ;

4.4. Véhicule de catégorie L4e : véhicule de la catégorie et sous-catégorie L3e équipé d'un side-car pouvant transporter au plus quatre personnes y compris le conducteur dont deux au plus dans le side-car ;

4.5. Véhicule de catégorie L5e : véhicule à trois roues autre que L2e et dont la masse en ordre de marche ne dépasse pas 1 000 kg ;

4.5.1. Véhicule de la sous-catégorie L5e-A : véhicule de la catégorie L5e destiné au transport de personnes dans la limite de cinq places assises y compris le conducteur ;

4.5.2. Véhicule de la sous-catégorie L5e-B : véhicule de la catégorie L5e conçu à des fins utilitaires et comportant au plus deux places assises y compris le conducteur ;

4.6. Véhicule de catégorie L6e : véhicule à moteur à quatre roues dont le poids à vide n'excède pas 425 kilogrammes, la vitesse maximale par construction est égale ou supérieure à 6 km/ h et ne dépasse pas 45 km/ h et la cylindrée n'excède pas 50 cm³ pour les moteurs à combustion interne à allumage commandé, 500 cm³ pour les moteurs à combustion interne à allumage par compression et conçu pour transporter au plus deux personnes y compris le conducteur ;

4.6.1. Véhicule de la sous-catégorie L6e-A : véhicule de la catégorie L6e autre que L6e-B et équipé d'un moteur d'une puissance maximale ne dépassant pas 4 kW ;

4.6.2. Véhicule de la sous-catégorie L6e-B : véhicule de la catégorie L6e muni d'un habitacle fermé accessible par trois côtés au maximum et équipé d'un moteur d'une puissance maximale ne dépassant pas 6 kW ;

4.6.2.1. Véhicule de la sous-sous-catégorie L6e-BP : véhicule de la sous-catégorie L6e-B destiné au transport de personnes ;

4.6.2.2. Véhicule de la sous-sous-catégorie L6e-BU : véhicule de la sous-catégorie L6e-B conçu pour le transport de marchandises ;

4.7. Véhicule de catégorie L7e : véhicule à moteur à quatre roues n'appartenant pas à la catégorie L6e dont le poids à vide n'excède pas 600 kilogrammes pour les quadricycles affectés au transport de marchandises et 450 kilogrammes pour les quadricycles destinés au transport de personnes ;

4.7.1. Véhicule de la sous-catégorie L7e-A : véhicule de la catégorie L7e n'appartenant pas aux sous-catégories L7e-B et L7e-C, conçu uniquement pour le transport de personnes et équipé d'un moteur d'une puissance maximale n'excédant pas 15 kW ;

4.7.1.1. Véhicule de la sous-sous-catégorie L7e-A1 : véhicule de la sous-catégorie L7e-A équipé d'un guidon de direction et pouvant transporter au plus deux personnes assises à califourchon ;

4.7.1.2. Véhicule de la sous-sous-catégorie L7e-A2 : véhicule de la sous-catégorie L7e-A n'appartenant pas à la sous-sous-catégorie L7e-A1 et pouvant transporter au plus deux personnes assises ;

4.7.2. Véhicule de la sous-catégorie L7e-B : véhicule de la catégorie L7e n'appartenant pas à la sous-catégorie L7e-C conçu pour le hors route ;

4.7.2.1. Véhicule de la sous-sous-catégorie L7e-B1 : véhicule de la sous-catégorie L7e-B équipé d'un guidon de direction et pouvant transporter au plus deux personnes assises à califourchon à une vitesse maximale de 90 km/ h ;

4.7.2.2. Véhicule de la sous-sous-catégorie L7e-B2 : véhicule de la sous-catégorie L7e-B, n'appartenant pas à la sous-sous-catégorie L7e-B1, pouvant transporter trois personnes assises dont deux sont côte à côte et équipé d'un moteur d'une puissance maximale n'excédant pas 15 kW ;

4.7.3. Véhicule de la sous-catégorie L7e-C : véhicule de la catégorie L7e n'appartenant pas à la sous-catégorie L7e-B, muni d'un habitacle fermé accessible par trois côtés au maximum, équipé d'un moteur d'une puissance maximale ne dépassant pas 15 kW et dont la vitesse maximale ne dépasse pas 90 km/ h ;

4.7.3.1. Véhicule de la sous-sous-catégorie L7e-CP : véhicule de la sous-catégorie L7e-C conçu pour le transport d'au plus quatre personnes assises y compris le conducteur ;

4.7.3.2. Véhicule de la sous-sous-catégorie L7e-CU : véhicule de la sous-catégorie L7e-C conçu pour le transport de marchandises et comportant au plus deux places assises y compris le conducteur ;

4.8. Cyclomoteur : véhicule de catégorie L1e ou L2e ;

4.9. Motocyclette : véhicule de catégorie L3e ou L4e ; l'adjonction d'un side-car à une motocyclette ne modifie pas le classement de celle-ci ;

4.9.1. Motocyclette légère : véhicule de la sous-catégorie L3e-A1 ; les motocyclettes qui, avant le 5 juillet 1996, étaient considérées comme motocyclettes légères ou qui avaient été réceptionnées comme telles restent classées dans ces catégories après cette date, à l'exception des véhicules à deux roues à moteur dont la cylindrée n'excède pas 50 cm³ et dont la vitesse n'excède pas 45 km/ h munis d'un embrayage ou d'une boîte de vitesses non automatique qui sont des cyclomoteurs ; les véhicules à deux roues à moteur d'une cylindrée n'excédant pas 125 cm³ mis en circulation sous le genre " vélomoteur " avant le 1er mars 1980 sont considérés comme des motocyclettes légères ; l'adjonction d'un side-car à une motocyclette légère ne modifie pas le classement de celle-ci ;

4.9.2. Motocyclette d'enduro : véhicule de la sous-sous-catégorie L3e-A1E ou L3e-A2E ou L3e-A3E ;

4.9.3. Motocyclette de trial : véhicule de la sous-sous-catégorie L3e-A1T ou L3e-A2T ou L3e-A3T ;

4.10. Tricycle à moteur : véhicule de catégorie L5e dont le poids à vide n'excède pas 1 000 kilogrammes et la charge utile n'excède pas 1 000 kilogrammes pour les tricycles destinés au transport de marchandises ou la valeur du poids à vide du véhicule pour les tricycles destinés au transport de personnes ;

4.11. Quadricycle léger à moteur : véhicule de la sous-catégorie L6eB dont la charge utile n'excède pas 250 kilogrammes s'il est destiné au transport de personnes et 300 kilogrammes s'il est conçu pour le transport de marchandises ;

4.12. Quadricycle lourd à moteur : véhicule de catégorie L7e dont la charge utile n'excède pas 1 000 kilogrammes s'il est destiné au transport de marchandises ou la valeur du poids à vide du véhicule s'il est destiné au transport de personnes ;

4.13. Quad routier léger à moteur : quadricycle léger de la sous-catégorie L6e-A ;

4.14. Quad routier lourd à moteur : quadricycle lourd de la sous-catégorie L7e-A ;

4.15. Quad tout terrain lourd à moteur : quadricycle lourd de la sous-catégorie L7e-B ;

5. Véhicules agricoles ou forestiers : un véhicule destiné à l'exploitation forestière est assimilé à la catégorie correspondante du véhicule agricole ;

5.1. Véhicules de catégorie T (à roues) ou C (à chenilles) : véhicules agricoles à moteur conçus pour une vitesse n'excédant pas 40 km/ h (indice " a ") ou excédant 40 km/ h (indice " b ") ;

5.1.1. Tracteur agricole : véhicule à moteur, à roues ou à chenilles, ayant au moins deux essieux et une vitesse maximale par construction égale ou supérieure à 6 km/ h, dont la fonction réside essentiellement dans sa puissance de traction et qui est spécialement conçu pour tirer, pousser, porter ou actionner certains équipements interchangeables destinés à des usages agricoles ou tracter des véhicules remorqués agricoles ; il peut être aménagé pour transporter une charge dans un contexte agricole ou forestier et/ ou peut être équipé d'un ou de plusieurs sièges passagers ;

5.1.2. Véhicule de catégorie T1 ou C1, a ou b : tracteur agricole dont la voie minimale de l'essieu le plus proche du conducteur est égale ou supérieure à 1 150 mm, la masse à vide en ordre de marche supérieure à 600 kilogrammes et la garde au sol inférieure ou égale à 1 000 mm ;

5.1.3. Véhicule de catégorie T2 ou C2, a ou b : tracteur agricole dont la voie minimale est inférieure à 1 150 mm, la masse à vide en ordre de marche supérieure à 600 kilogrammes et la garde au sol inférieure ou égale à 600 mm et dont la vitesse maximale par construction est limitée à 30 km/ h si la hauteur du centre de gravité du tracteur (mesurée par rapport au sol), divisée par la moyenne des voies minimales de chaque essieu est supérieure à 0,90 ;

5.1.4. Véhicule de catégorie T3 ou C3, a ou b : tracteur agricole d'une masse à vide en ordre de marche inférieure ou égale à 600 kilogrammes ;

5.1.5. Véhicule de catégorie T4 ou C4, a ou b : tracteur agricole spécial ;

5.1.5.1. Véhicule de " catégorie T4. 1 " (tracteur enjambeur) : tracteur conçu pour les cultures hautes en ligne, telles que la vigne. Il est caractérisé par un châssis entièrement ou partiellement surélevé de telle sorte qu'il peut circuler parallèlement aux lignes de culture avec les roues droites et gauches de part et d'autre d'une ou plusieurs lignes. Il est conçu pour porter ou actionner des outils qui peuvent être fixés à l'avant, entre les essieux, à l'arrière ou sur une plate-forme. Lorsque le tracteur est en position de travail, la garde au sol mesurée dans le plan vertical des lignes de cultures est supérieure à 1 000 mm. Lorsque la hauteur du centre de gravité du tracteur mesurée par rapport au sol et en utilisant des pneumatiques de monte normale, divisée par la moyenne des voies minimales de l'ensemble des essieux, est supérieure à 0,90, la vitesse maximale par construction ne doit pas dépasser 30 km/ h ;

5.1.5.2. Véhicule de la " catégorie T4. 2 " (tracteur de grande largeur) : tracteur se caractérisant par ses dimensions importantes plus spécialement destiné aux grandes surfaces agricoles ;

5.1.5.3. Véhicule de la " catégorie T4. 3 " (tracteur à basse garde au sol) : tracteur à quatre roues motrices, dont les engins interchangeables sont destinés à l'usage agricole ou forestier,

se caractérisant par un châssis porteur équipé d'une ou plusieurs prises de force et dont la masse techniquement admissible n'est pas supérieure à 10 tonnes, le rapport entre cette masse et la masse maximale à vide en ordre de marche est inférieur à 2,5 et le centre de gravité mesuré par rapport au sol en utilisant des pneumatiques de monte normale est inférieur à 850 mm ;

5.1.6. (Abrogé) ;

5.2. Véhicules de catégorie R : véhicules agricoles remorqués :

5.2.1. Remorque agricole : tout véhicule essentiellement conçu pour être tiré par un tracteur ou une machine agricole automotrice et principalement destiné au transport de charges ou au traitement de matières et dont le rapport entre la masse maximale en charge techniquement admissible et la masse à vide est égal ou supérieur à 3 ;

5.2.2. Semi-remorque agricole : remorque agricole dont une partie de son poids et du poids de son chargement repose en partie sur le véhicule tracteur ;

5.2.3. (Abrogé) ;

5.2.4. Véhicule de catégorie R1a : remorque ou semi-remorque agricole ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux inférieur ou égal à 1 500 kilogrammes et conçue pour une vitesse inférieure ou égale à 40 km/ h ;

5.2.5. Véhicule de catégorie R1b : remorque ou semi-remorque agricole ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux inférieur ou égal à 1 500 kilogrammes et conçue pour une vitesse supérieure à 40 km/ h ;

5.2.6. Véhicule de catégorie R2a : remorque ou semi-remorque agricole ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux supérieur à 1 500 kilogrammes et inférieur ou égal à 3 500 kilogrammes et conçue pour une vitesse inférieure ou égale à 40 km/ h ;

5.2.7. Véhicule de catégorie R2b : remorque ou semi-remorque agricole ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux supérieur à 1 500 kilogrammes et inférieur ou égal à 3 500 kilogrammes et conçue pour une vitesse supérieure à 40 km/ h ;

5.2.8. Véhicule de catégorie R3a : remorque ou semi-remorque agricole ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux supérieur à 3 500 kilogrammes et inférieur ou égal à 21 000 kilogrammes et conçue pour une vitesse inférieure ou égale à 40 km/h ;

5.2.9. Véhicule de catégorie R3b : remorque ou semi-remorque agricole ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux supérieur à 3 500 kilogrammes et inférieur ou égal à 21 000 kilogrammes et conçue pour une vitesse supérieure à 40 km/ h ;

5.2.10. Véhicule de catégorie R4a : remorque ou semi-remorque agricole ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux supérieur à 21 000 kilogrammes et conçue pour une vitesse inférieure ou égale à 40 km/ h ;

5.2.11. Véhicule de catégorie R4b : remorque ou semi-remorque agricole ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux supérieur à 21 000 kilogrammes et conçue pour une vitesse supérieure à 40 km/ h ;

5.3. Véhicules de catégorie S : machines ou instruments agricoles remorqués :

5.3.1. Machine ou instrument agricole remorqué : tout véhicule conçu pour être tiré par un tracteur ou par une machine agricole automotrice et qui modifie la fonction de ce dernier ou lui apporte une fonction nouvelle, qui comporte un outil à demeure ou est conçu pour le traitement de matières, qui peut comporter un plateau de chargement conçu et réalisé pour recevoir les outils et dispositifs nécessaires pour l'exécution des tâches et le stockage temporaire des matières produites ou nécessaires pendant le travail, si le rapport entre la masse maximale en charge techniquement admissible et la masse à vide de ce véhicule est inférieur à 3 ;

5.3.2. (Abrogé) ;

5.3.3. Véhicule de catégorie S1a : machine ou instrument agricole remorqué ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux inférieur ou égal à 3,5 tonnes et conçu pour une vitesse inférieure ou égale à 40 km/ h ;

5.3.4. Véhicule de catégorie S1b : machine ou instrument agricole remorqué ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux inférieur ou égal à 3,5 tonnes et conçu pour une vitesse supérieure à 40 km/ h ;

5.3.5. Véhicule de catégorie S2a : machine ou instrument agricole remorqué ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux supérieur à 3,5 tonnes et conçu pour une vitesse inférieure ou égale à 40 km/ h ;

5.3.6. Véhicule de catégorie S2b : machine ou instrument agricole remorqué ayant un poids maximal sur l'ensemble de ses essieux supérieur à 3,5 tonnes et conçu pour une vitesse supérieure à 40 km/ h ;

5.4. Machine agricole automotrice : appareil pouvant évoluer par ses propres moyens, normalement destiné à l'exploitation agricole et dont la vitesse de marche par construction ne peut excéder 25 km/ h en palier ; cette vitesse est portée à 40 km/ h pour les appareils dont la largeur est inférieure ou égale à 2,55 mètres et dont les limites de cylindrée ou de puissance sont supérieures à celles de la catégorie L6e. Des dispositions spéciales définies par arrêté du ministre chargé des transports, prises après consultation du ministre chargé de l'agriculture, sont applicables aux machines agricoles automotrices à un seul essieu.

6. Autres véhicules :

6.1. Engin de service hivernal : véhicule à moteur ou véhicule remorqué de transport de marchandises, d'un poids total autorisé en charge supérieur à 3,5 tonnes, ou tracteur agricole appartenant aux collectivités gestionnaires des voies publiques ou aux personnes agissant pour leur compte, lorsqu'ils sont équipés d'outils spécifiques destinés à lutter contre le verglas ou la neige sur les voies ouvertes à la circulation publique ; un arrêté du ministre chargé des transports définit les caractéristiques de ces outils ;

6.2. Engin spécial : engin automoteur ou remorqué servant à l'élévation, au gerbage ou au transport de produits de toute nature, à l'exclusion du transport de personnes autres que le conducteur et éventuellement un convoyeur, et dont la vitesse ne peut excéder par construction 25 km/ h ;

6.3. Véhicule présentant un intérêt historique (véhicule dit de collection) : véhicule qui remplit l'ensemble des conditions suivantes :

- il a été construit ou immatriculé pour la première fois il y a au moins trente ans ;
- son type particulier, tel que défini par la législation pertinente de l'Union européenne ou nationale, n'est plus produit ;
- il est préservé sur le plan historique et maintenu dans son état d'origine, et aucune modification essentielle n'a été apportée aux caractéristiques techniques de ses composants principaux ;

6.4. Véhicule d'intérêt général : véhicule d'intérêt général prioritaire ou bénéficiant de facilités de passage ;

6.5. Véhicule d'intérêt général prioritaire : véhicule des services de police, de gendarmerie, des douanes, de lutte contre l'incendie, d'intervention des services de déminage de l'Etat, d'intervention des unités mobiles hospitalières ou, à la demande du service d'aide médicale urgente, affecté exclusivement à l'intervention de ces unités et du ministère de la justice affecté au transport des détenus ou au rétablissement de l'ordre dans les établissements pénitentiaires ;

6.6. Véhicule d'intérêt général bénéficiant de facilités de passage : ambulance de transport sanitaire, véhicule d'intervention de sécurité des sociétés gestionnaires d'infrastructures électriques et gazières, du service de la surveillance de la Société nationale des chemins de fer français, du service de la surveillance de la Régie autonome des transports parisiens, de transports de fonds de la Banque de France, des associations médicales concourant à la permanence des soins, des médecins lorsqu'ils participent à la garde départementale, de transports de produits sanguins et d'organes humains, engin de service hivernal et, sur autoroutes ou routes à deux chaussées séparées, véhicule d'intervention des services gestionnaires de ces voies ;

6.7. Véhicule spécialisé : véhicule de catégorie M, N, O, T ou C prévu pour une fonction qui requiert un aménagement ou un équipement spécifique ;

6.8. Véhicule spécialisé dans les opérations de remorquage : véhicule spécialisé dont l'aménagement comporte un engin de levage installé à demeure permettant le remorquage d'un véhicule en panne ou accidenté avec ou sans soulèvement du train avant ou du train arrière de ce dernier ;

6.9. Matériel de travaux publics : matériel spécialement conçu pour les travaux publics, ne servant pas normalement sur route au transport de marchandises ou de personnes autres que deux convoyeurs et dont la liste est établie par le ministre chargé des transports ;

6.10. Cycle : véhicule ayant au moins deux roues et propulsé exclusivement par l'énergie musculaire des personnes se trouvant sur ce véhicule, notamment à l'aide de pédales ou de manivelles ;

6.11. Cycle à pédalage assisté : cycle équipé d'un moteur auxiliaire électrique d'une puissance nominale continue maximale de 0,25 kilowatt, dont l'alimentation est réduite progressivement et finalement interrompue lorsque le véhicule atteint une vitesse de 25 km/ h, ou plus tôt si le cycliste arrête de pédaler ;

6.12. Bateau amphibie : bateau normalement destiné à des activités de loisirs ou de sauvetage, équipé de roues ou de chenilles, à caractère routier non prédominant, pouvant transporter au plus trois personnes autres que le conducteur et dont la vitesse maximale par construction ne peut excéder 25 km/ h ;

6.13. Navette urbaine : véhicule à moteur conçu et construit pour le transport de personnes en agglomération, ne répondant pas aux définitions des catégories internationales M1, M2 ou M3 et ayant la capacité de transporter, outre le conducteur, neuf passagers au moins et seize passagers au plus, dont quatre ou cinq peuvent être assis.

7. Ensembles de véhicules :

7.1. Train double : ensemble composé d'un véhicule articulé et d'une semi-remorque dont l'avant repose soit sur un avant-train, soit sur le train roulant arrière coulissant de la première semi-remorque qui tient alors lieu d'avant-train ;

7.2. Train routier : ensemble constitué d'un véhicule à moteur auquel est attelée une remorque ou une semi-remorque dont l'avant repose sur un avant-train ;

7.3. Véhicule articulé : ensemble composé d'un véhicule tracteur et d'une semi-remorque ;

7.4. Train urbain : ensemble routier, conçu et construit pour le transport de personnes en agglomération, composé d'un véhicule automoteur destiné au transport de personnes tractant au plus trois véhicules non automoteurs.