

# VELO A ASSISTANCE ELECTRIQUE E-BIKE

## Dossier Technique



**Produit  
industriel  
réel**

Produit grand public



Produit didactisé  
sur banc d'essai



## SOMMAIRE

	<b>Page</b>
<b>1 Définition de la solution industrielle</b>	<b>5</b>
1.1 Présentation générale des vélos à assistance au pédalage	5
1.1.1 Les différents produits	5
1.1.2 La législation	7
1.1.3 Extrait de presse	8
1.1.4 Le vélo E-Bike	11
1.2 Expression fonctionnelle du produit	13
1.2.1 Expression fonctionnelle du besoin	13
1.2.1.1 Analyse du besoin	13
1.2.1.2 Problématique	13
1.2.1.3 Expression du besoin	13
1.2.2 Graphe des interacteurs	14
1.2.2.1 Validation du besoin	14
1.2.2.2 Identification des fonctions de service	14
1.2.3 Caractérisation des fonctions de service	15
1.2.4 Diagramme FAST simplifié	17
1.3 Le produit grand public réel	18
1.3.1 Le principe	18
1.3.1.1 Principe de fonctionnement	18
1.3.1.2 Gestion de l'assistance	18
1.3.1.3 Exemple de performance du système	19
1.3.1.4 Performance du cycliste	19
1.3.2 Structure fonctionnelle : Diagramme FAST développé	20
1.3.3 Description SADT	21
1.3.4 Notice (d'après les documents Gitane)	23
1.3.4.1 Notice d'utilisation	23
1.3.4.2 Caractéristiques techniques du produit	28
1.3.5 Présentation structurelle	29
1.3.5.1 Structure générale	29
1.3.5.2 Chaîne d'énergie et chaîne d'information	30
1.3.5.3 Eléments des chaînes énergétiques	31
1.3.5.3.1 La batterie	31
1.3.5.3.2 Le bloc moteur	31
1.3.5.3.3 Modélisation du bloc moteur	32
1.3.5.3.4 Chaîne cinématique minimale	33
1.3.5.3.5 Schéma cinématique avec roue libre et corps d'épreuve du capteur	34
1.3.5.3.6 Schéma cinématique généré par SolidWorks	35
1.3.5.3.7 La transmission	38
1.3.5.3.8 Le moyeu nexus	39
1.3.5.3.9 Synoptique cinématique	40

# VELO A ASSISTANCE ELECTRIQUE E-BIKE

	Page
1.3.5.4 Eléments de la chaîne informationnelle	41
1.3.5.4.1 Capteur de couple magnéto-élastique	41
1.3.5.4.2 Carte de puissance et de commande	42
1.3.5.4.3 Boîtier de commande de l'assistance au pédalage	42
1.3.5.4.4 Boîtier de commande du changement de vitesse	43
1.3.5.4.5 Alternateur roue avant	43
1.3.6 Modélisation 3D	44
1.3.6.1 Bloc moteur	44
1.3.6.2 Moyeu Nexus	46
<b>2 Définition de la solution didactisée</b>	<b>47</b>
2.1 Le vélo E-bike didactique	47
2.1.1 Identification du produit	47
2.1.2 Présentation générale du vélo à assistance électrique e-bike didactisé	48
2.1.3 Déclaration de conformité CE	49
2.1.4 Notice d'instruction du vélo à assistance électrique e-bike	50
2.1.4.1 Mise en service de l'équipement	50
Contenu du colis	50
Manutention	50
Assemblage et raccordement	50
2.1.4.2 Notice d'utilisation de l'équipement	51
2.1.4.2.1 La commande d'assistance	51
2.1.4.2.2 La commande du rapport de transmission	51
2.1.4.2.3 Les grandeurs mesurées	52
Présentation des grandeurs	52
Gains et brochage des grandeurs	53
2.1.4.2.4 Notice d'utilisation du logiciel	54
Contrat de licence d'utilisation	54
Description informatique	55
Installation	55
Description des fonctionnalités du logiciel	56
Fenêtre principale	56
Mesures	57
Choix des paramètres	57
Formules	59
Affichage des courbes	59
Valeurs	60
Impression	60
Options	61
Configuration	62
2.1.4.3 Entretien de l'équipement	63
2.1.4.3.1 Nettoyage et contre-indications	63
2.1.4.3.2 Charge de la batterie	63
2.1.4.4 Sécurité	63

## VELO A ASSISTANCE ELECTRIQUE E-BIKE

---





	<b>Page</b>
2.2 Le bloc moteur monté sur support	64
2.3 Le bloc moteur démonté en mallette	64
<b>Annexe</b>	65




## 1 - DEFINITION DE LA SOLUTION INDUSTRIELLE

### 1.1 Présentation générale des vélos à assistance au pédalage

#### 1.1.1 Les différents produits

Marque	Modèle	Autonomie (km) - Eco / Std	Batterie	Tension (Volts)	Capacité (A.h)	Puissance moteur (W)	Temps de charge (h)	Vitesse	Roues	Poids (kg)
Gitane	E-bike 	25 km	Li-ion	24	3	250	3	3 moyeu	26"	21
Piggio	Albatros 	25 / 30 km	Pb	36	5	250	n.c	5 moyeu	26"	28
Heinzmann	Estelle confort 	35 km	NiCd	36	4,4	250	3	7 dérailleur	26"	27
ISD	City 3 	60 km	Pb	36	12	250	8	Mono vitesse	n.c	40

Marque	Modèle	Autonomie (km) - Eco / Std	Batterie	Tension (Volts)	Capacité (A.h)	Puissance moteur (W)	Temps de charge (h)	Vitesse	Roues	Poids (kg)
MBK Yamaha	Ax-Ion XPC26 	40 km	NiCad	24	5	235	3,5	4 moyeu	26"	27,3
Yamaha	Supereasy 	25 / 50 km	NiMh	24	7	235	3,5	4 moyeu	28"	29,8
Silverfly	A30 	30 km	n.c	24	n.c	120	6	3		28
Silverfly	A60 	60 km	n.c	24	n.c	120	8	3 moyeu		33



### 1.1.2 La législation

**Sous la dénomination commune "vélo électrique",** il faut entendre "vélo à assistance électrique". Cela signifie en d'autres termes que l'assistance ne peut fonctionner sans apport d'énergie humaine. Ainsi lorsque vous pédalez, le moteur électrique démarre et vous apporte une puissance supplémentaire. C'est ce que l'on appelle "le démarrage" à la pédale, obligatoire selon la législation Européenne.

**Extrait d'une lettre de La Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement** du Poitou Charente :

*« ..., j'ai l'honneur de vous confirmer que les bicyclettes à deux roues de faible puissance (200 W) équipées d'une assistance électrique au pédalage sont considérées comme des cycles et non comme des cyclomoteurs à condition que le fonctionnement du moteur soit interrompu :*

- dès que le cycliste arrête de pédaler,
- lorsque la vitesse atteint la valeur de 25 km/h,
- lorsque l'on actionne un des freins.

*Dans ces conditions, les cycles sont soumis aux articles R188 à R200-I du Code la Route et aux décrets n° 95.937 du 24 Août 1995 relatif à la prévention des risques résultant de l'usage des bicyclettes... ».*

En conséquence, il n'est pas besoin :

- de permis,
- d'immatriculation,
- d'assurance spéciale (outre la responsabilité civile),
- du port du casque (bien qu'il soit vivement recommandé pour des problèmes de sécurité).

**1.1.3 Extrait de presse**

# Les vélos à assistance électrique

Gadget pour certains, concept génial pour d'autres, le vélo électrique ne laisse pas indifférent. Et il ne cesse de séduire de nouveaux adeptes. PAR HENRY SALAMDNE

C'est un des produits le plus méconnu de la grande famille des vélos. Il est assurément son représentant le plus moderne et peut-être l'un des plus prometteurs. C'est le vélo électrique. Apparu il y a quelques années, il a connu des débuts timides. Cela n'a pas empêché tous les grands constructeurs d'en concevoir un ou plusieurs modèles ; Renault, MBK, le néerlandais Batavus, spécialiste du vélo haut de gamme, le japonais Yamaha ou encore le français ISD. Tous visent les mêmes consommateurs : les utilisateurs, hommes ou femmes, qui veulent se remettre à vélo en douceur, les retraités et, bien sûr, les actifs urbains désireux d'aller travailler en vélo mais qui ne veulent pas arriver en nage !

Un vélo électrique, qu'est-ce que c'est ? C'est une bicyclette à laquelle on a ajouté un petit moteur et une batterie électrique. Contrairement à un vélomoteur, le vélo électrique ne fonctionne que si l'on pédale. Son petit moteur soulage le coup de Jarret du cycliste, notamment lorsque celui-ci grimpe une côte. En descente, le moteur se coupe automatiquement et la batterie se recharge. Le système permet donc de rouler en limitant les efforts.



L'appellation technique de ces deux roues est d'ailleurs vélo à assistance électrique (VAE).

L'inconvénient des vélos électriques réside essentiellement dans leur poids. Avec 30 kilos sur la balance, ils pèsent en moyenne deux fois plus qu'un vélo de ville classique. Autre problème : le prix. Avec une étiquette comprise entre 1 000 et 1 700 euros selon le modèle, s'offrir un vélo électrique reste, hélas, un petit luxe

Reste que l'on en a pour son argent. Les VAE sur le marché affichent une autonomie de plusieurs dizaines de kilomètres et disposent d'un équipement haut de gamme. Les freins, le système d'éclairage, mais aussi l'ergonomie générale des produits sont de premier plan. En une grosse heure, pourvu que l'on dispose d'une prise électrique, on peut recharger leur batterie à bloc.

## > Produits et technologies

**VAE** - Avec des ventes en progression historique, le vélo électrique commence une ascension commerciale qui devrait conduire la France au niveau d'équipement de ses voisins européens. 4 000 VAE ont été vendus en France cette année, contre 50 000 aux Pays-Bas, 30 000 en Allemagne et tout de même 15 000 en Belgique.

**C**ombien s'est-il vendu de vélos à assistance électrique (VAE) cette année en France ? Les plus raisonnables parlent de 3 000 unités, les plus optimistes vont jusqu'à 10 000. A vrai dire, faute de statistiques crédibles, nul ne le sait. Pour autant, la dynamique est là. En un an, trois nouveaux acteurs – le groupe Matra, la PME Evol et le fabricant de cycles néerlandais Sparta – ont fait leur entrée sur ce marché émergent et mouvant, que se disputent des groupes établis et une kyrielle d'importateurs parfois occasionnels. Du coup, les grandes manœuvres s'organisent pour monter des réseaux de distribution. Autre signe des temps, le fabricant français de vélos Cycleurope a livré ce mois-ci une première tranche de 400 VAE à La Poste, sur un total de 600 commandés. « Il y a quatre ans, quand on parlait de vélo électrique, on était considéré comme un extraterrestre », rappelle en souriant Gaston Goudal, le président de la société ISD, active dans le secteur depuis plus de dix ans, et qui s'affirme comme le numéro un du secteur avec plus de 3 500 ventes cette année. Les choses ont bien changé.

« Alors que le vélo électrique a été créé dans un but de loisir, on le vend aujourd'hui comme un moyen de déplacement », reprend Gaston Goudal. Selon lui, le profil type du client est un cadre, citadin, âgé de 42 ans. Les



**GEFABI Easy Mouv**  
790 €.



## > Vélos à assistance électrique (VAE) Les promesses d'un marché émergent

### > Antonio Hodgers, consultant à Genève « Le VAE a un impact symbolique très fort »

Créé par une équipe de jeunes ingénieurs ou universitaires, dont Antonio Hodgers, le bureau d'études Mobilidées est spécialisé dans la gestion de la mobilité. Basé à Genève (avec une antenne récente à Lyon), il met en place des solutions de transport originales dans des entreprises ou collectivités, avec un souci du sur-mesure et du facteur humain.

Dans sa boîte à outils, le vélo à assistance électrique (VAE) tient une place importante pour élargir le public du vélo et des modes alternatifs en général. « Le vélo classique souffre de deux critiques principales, explique Antonio Hodgers. Même si le grief n'est pas formulé explicitement, nombre de gens le considèrent encore comme le transport du pauvre. Le vélo électrique, au contraire, a une image moderniste voire futuriste. Son impact symbolique est fort : de ringard, le vélo devient branché. La seconde critique faite au vélo classique porte sur le confort. Dans notre travail, nous nous adressons à des professionnels, des travailleurs : le VAE leur permet de se déplacer à une vitesse correcte sans arriver essouffés ou en transpiration. »

Mobilidées travaille depuis un an avec une fondation genevoise de maintien à domicile de personnes âgées : 1 800 infirmières qui galèrent chaque jour pour circuler et stationner. L'opération a démarré dans un site pilote de



**Antonio Hodgers** : « Le vélo électrique, au contraire du classique, a une image moderniste voire futuriste. »

100 personnes. « Alors que le vélo classique n'intéressait personne, le vélo électrique a suscité un regain d'intérêt. C'était flagrant ! Une vingtaine de personnes les ont testés dans leur tournée », raconte Antonio Hodgers, par ailleurs député vert du canton de Genève. Selon lui, le VAE est donc un « facilitateur », une sorte de « teaser » pour attirer les automobilistes dans le monde des autres mobilités. Le projet a reçu le prix de la mobilité d'entreprise décerné par les cantons de Genève et Vaud.

pour séduire les « grands comptes ». EDF et La Poste, réputés pour leur politique innovante dans la gestion de leurs immenses flottes, sont bien sûr les plus courtisés. Matra annonce ainsi qu'il va « électrifier » une partie du parc de La Poste, tandis que Cycleurope® dont les vélos seront testés par des facteurs présentant de légers handicaps, évoque des ventes à EDF... par ailleurs engagé dans un partenariat promotionnel avec le prestataire Velocito (voir encadré). Les sociétés ayant monté des Plans de déplacement d'entreprise (PDE) et les collectivités locales soucieuses de « transport propre » ne sont pas en reste, même si les quantités vendues restent faibles. ISD indique par exemple avoir Rennes, Orléans et Tours pour clients, ainsi que l'armée et des entreprises grenobloises.

Cette nouvelle donne fonde l'optimisme et la stratégie des acteurs. Sparta par exemple : « Il y a quelques années, nous avions regardé le marché hexagonal, mais nous avons décidé d'attendre : les Français n'étaient pas prêts à abandonner leur voiture... Aujourd'hui, les gens se rendent compte qu'il y a d'autres façon de se déplacer ! », explique Hugo Pereira, responsable du développement en France. Ce dernier mise sur 1 000 ventes cette année, et le double en 2007. Il estime que la taille du marché pourrait atteindre 30 000 vélos dans dix ans, contre 4 000 cette année. Des chiffres à comparer aux ventes 2006 chez nos voisins : 50 000 aux Pays-Bas (Sparta domine ce marché), 30 000 en Allemagne, 15 000 en Belgique, etc.

« Le retard français en matière de vélo et de mobilité alternative va se résorber », renchérit François Lombard, directeur de la communication à Matra. Après l'abandon des voitures électriques, en 2003, le groupe s'est trouvé de nouveaux relais de croissance avec les quatre-roues légers et les VAE. L'appellation de ce dernier produit indique clairement la stratégie : STEP signifie « solutions de transport électrique de proximité ». Pour Michael Duvivier, chef de projet, le VAE est un segment du marché du vélo, sa particularité étant qu'« il enlève l'effort ». « Le haut de gamme, c'est la qualité qu'il faut pour un usage quotidien », affirme-t-il, en expliquant que les Français ont du mal à apprécier la vraie valeur d'un bon vélo de tous les jours. Le prix public conseillé du Step s'élève à 1 850 euros.



**ISD Speedy**, environ 1 000 €.



**EVOL Jubilee**  
1 990 €.

bataillons de jeunes retraités aux revenus confortables, désireux de se mettre au vélo pour garder la forme et les « bobos » se partagent désormais le gâteau. « Sur 10 ventes, 9 se font à des cadres urbains », confirme Pierre Boulesteix, responsable commercial de Cycleurope (Gitane). Ce dernier note au passage le renouveau qu'apporte le VAE aux détaillants : c'est un cadeau de Noël apprécié, alors que le vélo classique a été supplanté par les « game boys » et autres jeux électroniques. Le VAE reste toutefois une « niche » : il s'est vendu plus de 3,6 millions de bicyclettes toutes catégories confondues en 2005. La fédération « Tous à vélo », qui rassemble l'industrie du cycle et publie des statistiques annuelles complètes, n'a pas encore mené d'enquête détaillée. Didier Huré, son délégué général, n'avance qu'un chiffre : les ventes de VAE auraient atteint près de 4 000 unités en 2005, en progression de 90 %.



**SPARTA Comfort Ion**  
1 999 €.

**Un outil au service des mobilités alternatives**

Evolution du motif d'achat – du loisir vers l'utilitaire – est décisive. Le VAE n'est plus un jouet, c'est un outil sérieux au service des mobilités alternatives... et donc une affaire collective. De fait, les industriels ou assembleurs de vélos électriques se battent

**Un marché segmenté**

Est-ce le hasard ? Le troisième nouveau venu sur le marché français, la PME toulousaine Evol, mise lui aussi sur la qualité haut de gamme, avec le Jubilee (prix public conseillé : 1 990 euros). Il annonce d'ores et déjà d'autres versions : utilitaire, grande taille, pliable, pour les livraisons...

« Dans les trois ans à venir, toutes les grandes métropoles auront des VAE. Souvent, elles veulent marier le tram et le VAE, ou intégrer des VAE dans leur dispositif de libre service », prédit Pierre Boulesteix (Cycleurope). JCDecaux ou la Ville de Paris seraient intéressés. Le leader français du mobilier urbain tient à sa stratégie de moyen de gamme : « En termes de marketing, il vaut mieux banaliser le produit au départ et toucher un maximum de

## > Produits et technologies

### Les principaux acteurs du marché du VAE

Société (nationalité)	Métier d'origine	Date d'arrivée sur le marché français	Ventes 2006 nombre de vélos à assistance électrique	Produit phare (prix public conseillé)	Réseau de distribution
ISD (France)	PME fabricant des moteurs électriques pour applications industrielles	1994	3 500	Speedy (environ 1 000 €)	<ul style="list-style-type: none"> <li>200 points de vente</li> <li>50% des ventes par Internet</li> <li>salons</li> </ul>
Cycleurope/Gitane (France)	fabricant/assembleur de cycles (Gitane, Bianchi...)	2002	1 500 (dont 500 pour La Poste)	E-Bike 1 100 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>600 magasins Vélo et Oxygen (distributeur intégré)</li> <li>400 PV indépendants</li> </ul>
Gekafi (France)	Start up important et « customisant » des matériels chinois	2003	objectif : environ 2 000 dont 500 à une clientèle de camping cars	Eazy Mouv 790 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>plus de 300 points de vente (dont 90 vendeurs de camping cars)</li> <li>Nature &amp; Découvertes</li> </ul>
Giant (Taïwan)	fabricant et assembleur de cycles (fabrication en Chine)	NC	700 (septembre à août)	NC	<ul style="list-style-type: none"> <li>NC</li> <li>Réseau</li> </ul>
Evol (France)	PME familiale, électronique embarquée et assemblage de véhicules électriques	nov. 2005	quelques centaines	Jubilée 1 990 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>en développement</li> <li>environ 25 boutiques + Internet en complément</li> <li>Réseau en développement</li> </ul>
Sparta Pays-Bas	fabricant/assembleur de cycles (Sparta, Hercules, Batavus)	avril 2006	objectif >1 000	Sparta Ion 1 999 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réseau en développement</li> <li>NC</li> </ul>
Matra MS (France)	groupe industriel, division spécialisée dans les véhicules électriques légers	juin 2006	NC	1 Step 1 850 €	NC

Source : Ville & Transports-MAGAZINE à partir des indications des entreprises.

### > Ce que dit la loi

Conformément à la directive européenne EG2002/24 et à la norme française NF R30-020, est considéré comme bicyclette conventionnelle le véhicule qui respecte les conditions suivantes :

- l'assistance électrique est limitée à une puissance de 250 W,
- l'assistance électrique est liée au pédalage (pas de poignée d'accélérateur par exemple),
- une coupe progressive ou immédiate de l'assistance à lieu au-delà de 25 km/h ou lors du freinage. Si votre VAE respecte ces critères, il dispose des mêmes droits qu'un vélo classique (pas d'assurance, pas de casque obligatoire, pas de carte grise ni de numéro d'immatriculation, droit à tous les accès vélo).

Source : Espace mobilités électriques.

clientèle. Nous ne voulons pas griller les étapes. » Quant à la start-up Gekafi, elle tient au positionnement d'entrée de gamme de l'Eazy Mouv (prix public conseillé : 790 euros), un « business model » comparable à celui du Solex. « Si l'on considère que le VAE est un moyen de trans-

port intelligent, alors il ne faut pas oublier les gens qui sont à 300 euros près ! », lance Philippe Dardel, le fondateur et président de cette jeune PME en pleine évolution. Familier de l'industrie chinoise, ce dernier fait fabriquer ses vélos la-bas, à partir d'un cahier des charges précis et avec un contrôleur sur place. Mais il commence à relocaliser une partie de l'assemblage dans une usine de Romorantin, pour pouvoir personnaliser les vélos. Depuis deux ans, une version de l'Eazy Mouv est ainsi distribuée à Nature & Découvertes, avec des logos ad hoc et un petit compteur en plus. Gekafi voit grand, puisqu'il estime le marché français à

### > Abel Guggenheim, président de Vélo XV et VII

#### « Ce n'est pas un vélo »

Président d'une petite association de cyclistes passionnés (Vélo XV et VII) et militant connu pour ses positions tranchées, Abel Guggenheim considère que le VAE n'est pas un vélo. « C'est une mobylette avec un moteur électrique, dont les particularités administratives font qu'on le range dans la catégorie vélo. Mais ce n'est pas un vélo ! Personne n'a jamais dit qu'un roller était un piéton ou qu'un solex était une bicyclette... » Abel Guggenheim conteste également le discours sur les différentiels de performances entre VAE et vélo classique. Implicitement, ce que l'on compare alors, c'est un beau VAE tout neuf avec un vieux clou pas

cher... » On oublie l'étape intermédiaire ! », à savoir le bon vélo de ville, récent, entretenu... et très performant. « Avec mon vélo neuf à 700 euros, je passe les vitesses à l'arrêt et je ne démarre plus en danseuse, explique le militant. C'est le prix d'une carte Orange pendant un an. Je le change tous les 3-4 ans, et à chaque fois je sens la différence. » Pour lui, le VAE « est un marché de niche depuis 30 ans », qui « continuera à stagner ». Le mouvement associatif n'a pas de position unanime sur la question. Certains militants ont des avis tranchés, la plupart observent le mouvement avec attention.

10 000 unités vendues en 2006, et situe son potentiel entre 50 000 et 100 000 ventes.

« Les grands marchés sont les pays les mieux équipés en aménagements cyclables, remarque le dirigeant. Si Paris avait autant de pistes que Berlin, on vendrait aujourd'hui cinq fois plus de VAE ! » Cette segmentation du marché est largement liée aux technologies employées, notamment pour la batterie. En bref, trois procédés existent. La batterie au plomb, ancienne et lourde, est la moins coûteuse mais la moins performante en termes d'autonomie. Viennent ensuite, par ordre croissant d'efficacité : la batterie au nickel métal hydrure (Nimh), dont la version la plus reconnue est fabriquée par Panasonic, et la batterie au lithium-ion, dont certaines formules ne sont pas stabilisées. Chaque marque a ses arguments. Au client de s'informer et de choisir, selon son budget, ses besoins et son goût personnel : « Tous les VAE sont différents, il faut les essayer », conseille Betty Bernard, chargée de mission à l'Espaces mobilités électriques, à Paris. Créée en 1997 par la Ville de

Paris et EDF pour promouvoir les voitures électriques, cette association a été relancée en 2005 autour des deux-roues électriques. Elle propose des conseils et des essais à ses visiteurs.



faciles, avec des matériels peu fiables et sans garantie. La Chine reste incontournable sur le marché du vélo électrique, mais pas forcément pour les raisons que l'on croit. Toutes les grandes marques importent des matériels d'Asie : hormis quelques « dinosaures » qui fabriquent encore des cadres, les industriels sont devenus des assembleurs. Mais leurs produits n'ont rien des standards du vélo utilisé sur place. « La-bas, la qualité des composants est très faible. Mais sur la route, tous les 600 mètres, vous trouvez un chariot avec

un réparateur qui vous vend une pièce de rechange pour trois sous », explique Philippe Dardel (Gekafi). Certains redoutent encore que des importateurs ne sabotent le marché, via des « coups » avec la grande distribution, à l'image de ce qui s'est passé pour la trottinette électrique. « A mon avis, les gens sont devenus prudents, rassure Pierre Boulesteix (Cycleurope). Certains ont fait la mauvaise expérience d'acheter un vélo dans un supermarché, pour découvrir ensuite que la réparation coûtait le prix du vélo ! » Le client cherche à être rassuré et s'oriente vers les professionnels. Une chose est sûre : après l'effervescence, le marché connaîtra une phase de consolidation. On n'en est pas encore là.

MATRA 1 step, 1 080 €.



### Le syndrome du « vélo chinois »

Sans rentrer dans les débats d'experts, il est clair que l'aspect technologique jouera un rôle clé dans l'évolution du marché, qui reste marqué par le syndrome du « vélo chinois » et a déjà connu de faux départs. De fait, le ticket d'entrée est faible, et des importateurs malins ont pu faire affaires

### Pour en savoir plus

www.eazymouv.com  
www.evol-electric.com  
info@giant.fr  
www.gitane.com

www.matra-ms.com  
www.sparta.nl/fr/  
www.velo-electrique.com (ISD)

### > Velocito mise sur le service

« Au début, on voulait importer des vélos de Chine, mais nous avons vite constaté qu'il y avait une offre pléthorique... et pas du tout de communication », raconte Damien Bariko, fondateur et co-gérant de Velocito. Ce trentenaire formé au marketing et à la publicité, qui a passé quatre ans chez Matra et connaît le marché de l'automobile, et son associé Nathalie Martinez, 33 ans, qui a séjourné en Chine après des études de gestion, décident donc de miser sur les prestations de service. Basée à Paris, près de la gare Saint-Lazare, Velocito voit le jour en septembre 2005 grâce à des partenaires financiers motivés. Ses métiers : promouvoir le vélo à assistance électrique, distribuer quelques produits haut de gamme (Sparta, Matra, Giant, Gitane...) et exploiter des flottes pour collectivités et entreprises. Contrats de maintenance à la carte, fourniture de « vélos de courtoisie » en cas de réparation, organisation de journées d'essai, gestion de flottes voire formation



Velocito fait la promotion du vélo à assistance électrique.

des équipes... » On applique certaines méthodes de l'industrie automobile au produit vélo », explique encore Damien Bariko. La recette Velocito, c'est aussi le relationnel et les partenariats. L'entreprise travaille depuis un an avec EDF pour proposer des prestations globales aux villes (une quinzaine d'opérations cette année). Elle a aussi été en contact avec Vinci, pour une opération sur la place Kléber, à Strasbourg, et avec Keolis. Pendant trois jours, lors de la semaine de la mobilité, plus de 500 habitants de Casn ont essayé un vélo électrique, grâce à l'opération organisée par le réseau Twisto avec Velocito. A ses clients, privés ou publics, l'entreprise veut offrir des solutions vélos complètes... ce qui l'amène à proposer aux collectivités des vélos classiques également. Elle prépare un produit de libre service inédit. Selon Damien Bariko, le chiffre d'affaires 2006 s'établira autour de 150 000 euros, avec un résultat équilibré.

www.velocito.fr

1.1.4 Le vélo e-bike



Le vélo E-bike est un moyen de transport permettant de se déplacer en milieu urbain en limitant les dépenses énergétiques de l'utilisateur. Ce vélo a été conçu et réalisé par la société Cycleurope sous la marque Gitane.



Principales caractéristiques	
Type	Vélo de ville à assistance électrique
Taille	26 pouces
Couleur	Gris-Bleu
Cadre	aluminium hauteur 45 cm
Poids	21.5 Kg
Puissance moteur	250W
Interface utilisateur	module de commande au guidon
Pédalier	41 dents
Transmission	Nexus 3 vitesses AUTO-D
Vitesse	Avec assistance : 25 Km/h maxi
Autonomie	25 à 30 Km
Batterie Li-ion	26V 3A/h (1.2Kg)
Temps de recharge	3 heures



**1.2 Expression fonctionnelle du produit**

**1.2.1 Expression fonctionnelle du besoin**

**1.2.1.1 Analyse du besoin**

**Se déplacer en ville demande souvent beaucoup de temps à cause des bouchons et génère beaucoup de pollution.**

L'idéal ne serait-il pas d'avoir un moyen de locomotion passe-partout, écologique et économique permettant d'éviter les bouchons en ville ou de se promener sans effort tout en ne polluant pas ?

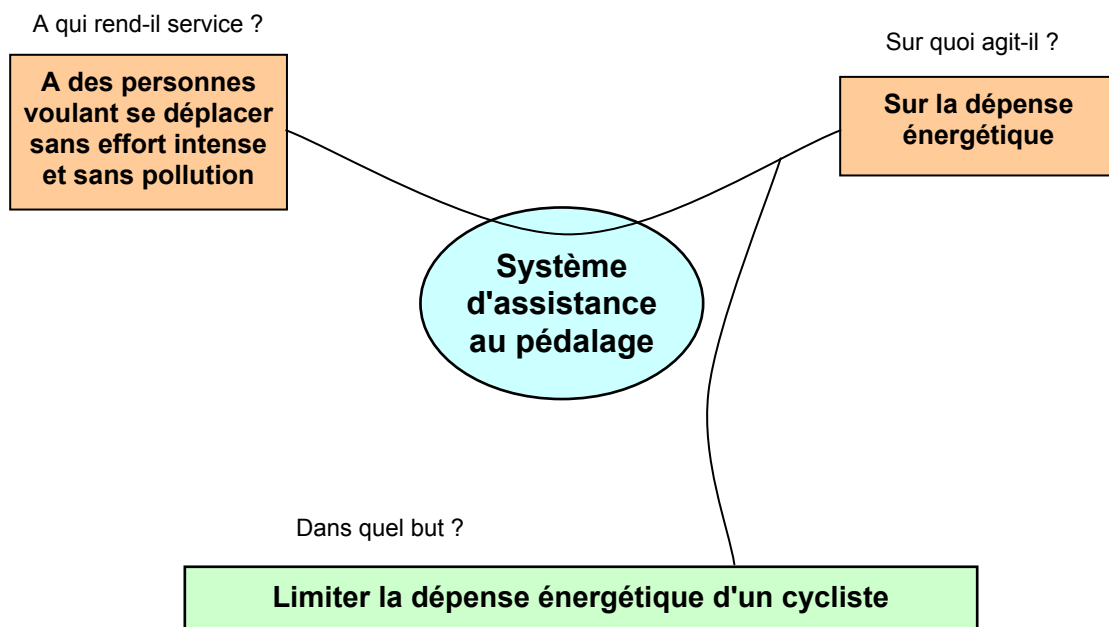
**1.2.1.2 Problématique**

Assister un cycliste au pédalage. En tenant compte des désirs des utilisateurs en manière de coût, d'ergonomie, d'économie...

**1.2.1.3 Expression du besoin**

Point de vue retenu :

- ✓ Contexte : **Constructeur**
- ✓ Produit : **Vélo a assistance électrique Gitane**
- ✓ Spécification selon un point de vue : **Utilisateur**
- ✓ Expression du besoin : **Point de vue de l'utilisateur**



**1.2.2 Graphe des interacteurs**

**1.2.2.1 Validation du besoin**

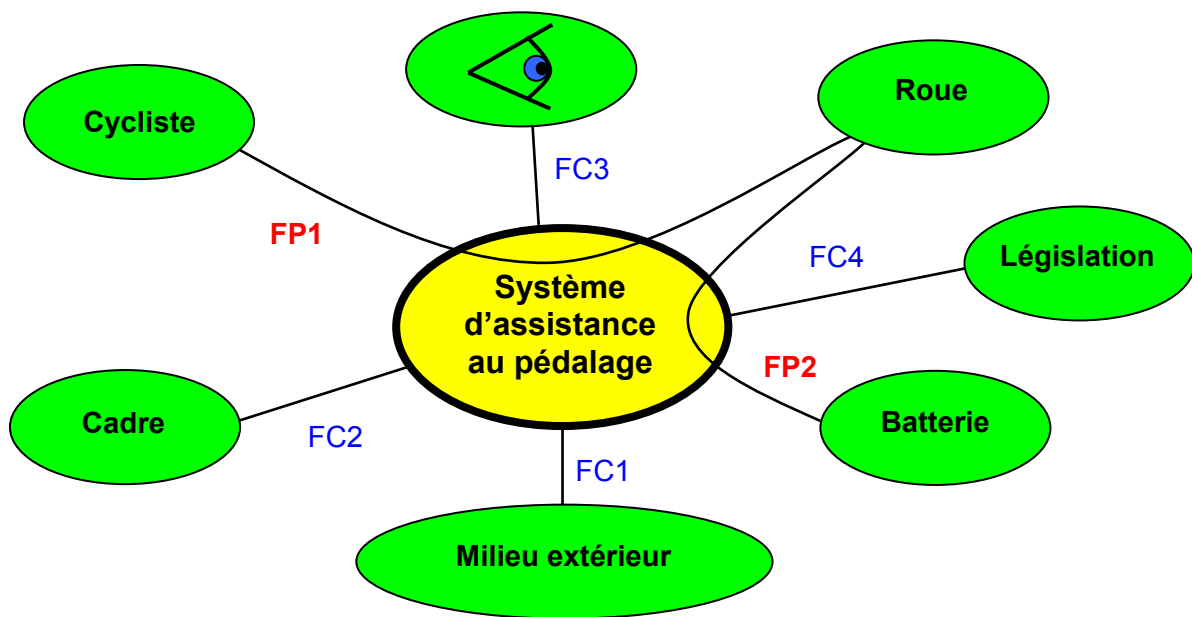
**Pourquoi le besoin existe-t-il ?**

Pour se déplacer sans effort et sans polluer.

Comment pourrait-il disparaître ?	Comment pourrait-il évoluer ?
Par une modification dans le mauvais sens de la législation actuelle très avantageuse.	Par l'augmentation de l'autonomie. Par un durcissement de la législation contre les véhicules polluants. Par un allègement des différents composants pour se rapprocher d'un vélo classique.

**1.2.2.2 Identification des fonctions de service**

**Fonction de service : assister un cycliste au pédalage**



<b>FP1</b>	<b>Transmettre la puissance à la roue.</b>
<b>FP2</b>	<b>Fournir une puissance d'appoint en fonction du couple de pédalage et de la vitesse.</b>
FC1	Résister à la corrosion.
FC2	S'adapter au cadre de la bicyclette.
FC3	Plaire.
FC4	Respecter la législation.



### 1.2.3 Caractérisation des fonctions de service

FAST des principales fonctions de service (premier niveau)

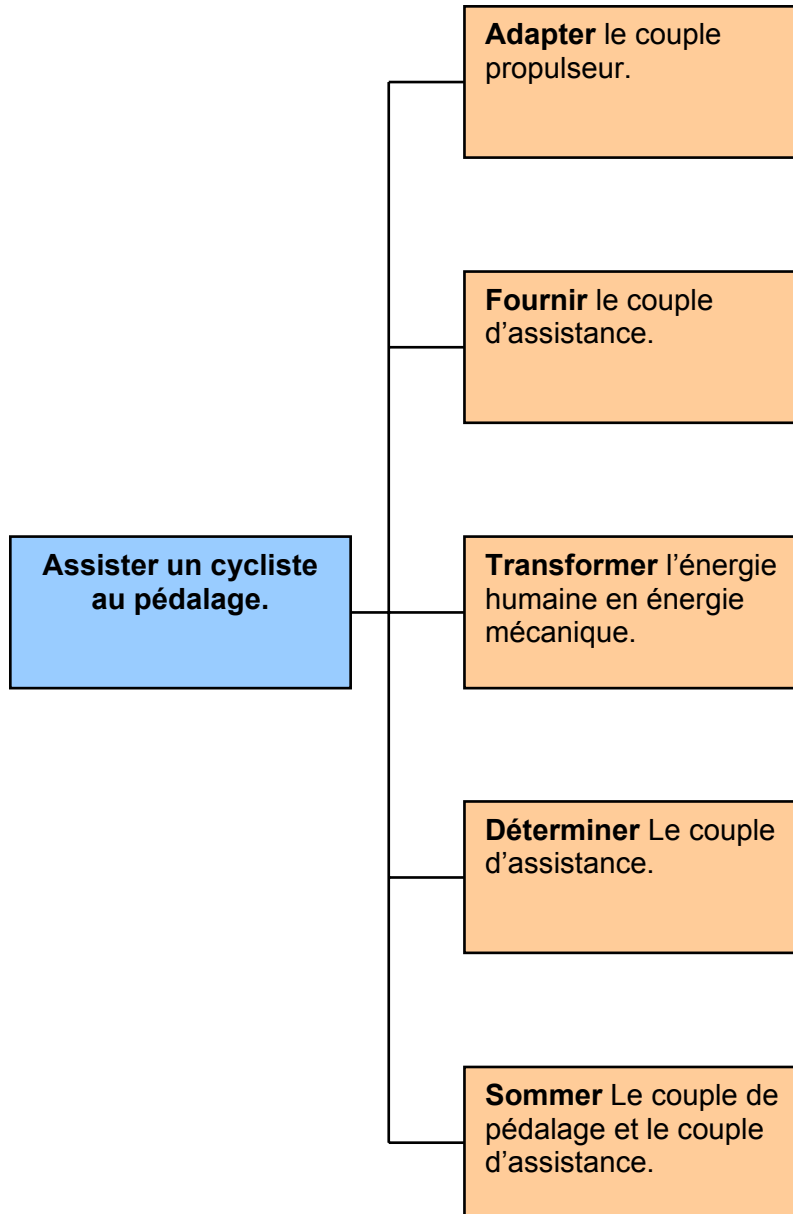
Fonctions principales :

Fonctions	Caractéristiques de la fonction		
	Critères d'appréciation	Niveau	Flexibilité
<b>FP1</b> Transmettre la puissance à la roue	Puissance développée par le cycliste	Puissance moyenne : 200 W	Cycliste entraîné : 350 W Cycliste peu entraîné : 100 W
	Fréquence de pédalage du cycliste	Fréquence moyenne : 50 tr/mn	Cycliste entraîné : 120 tr/mn
	Vitesse du cycliste	Vitesse moyenne : 30 km/h	± 20 km/h
<b>FP2</b> Fournir une puissance d'appoint en fonction du couple de pédalage et de la vitesse	Puissance d'appoint	250 W	± 10 %
	Loi d'assistance $P_a$ : puissance d'appoint $P_c$ : puissance cycliste $C_p$ : couple de pédalage	De 0 à 15 km/h : $P_a \cong P_c$  De 15 à 24 km/h : décroissance de $P_a$ jusqu'à 0 pour 24 km/h  Condition d'assistance : $C_p \text{ mini} = 20 \text{ Nm}$	± 30 %  ± 10 %
	Autonomie	Succession de plats et de montées : 20 km	En montée : 10 km Sur plat : 40 km
	Durée de vie	10 000 km	Mini

Fonctions contraintes :

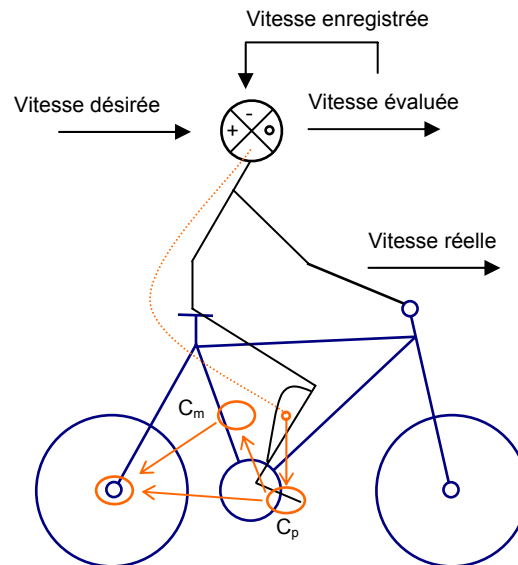
Fonctions	Caractéristiques de la fonction		
	Critères d'appréciation	Niveau	Flexibilité
<b>FC1.</b> <b>Résister au milieu environnant</b>	Protection contre la pénétration d'eau et des corps étrangers	Durée de vie : 10 000 km	Mini
	Corrosion	Pas d'amorce de corrosion avant 7 ans	Mini
<b>FC2.</b> <b>S'adapter à la bicyclette</b>	Masse embarquée	4.6 kg	Maxi
	Encombrement	Ne pas gêner le cycliste	
	Points d'ancrage	Fonction du vélo	
<b>FC3.</b> <b>Plaire</b>	Intégration		
<b>FC4.</b> <b>Respecter la législation</b>	Vitesse maxi du vélo sous assistance	25 km/h	Maxi
	Assistance lorsque que le cycliste s'arrête de pédaler ( $C_p = 0$ )	Puissance d'appoint = 0	Maxi

1.2.4 Diagramme FAST simplifié



### 1.3 Le produit grand public réel

#### 1.3.1 Le principe



##### 1.3.1.1 Principe de fonctionnement

Le vélo à assistance électrique au pédalage e-bike Gitane est un système de transmission mécanique à deux entrées et une sortie. La puissance motrice sur la roue est la somme de deux puissances : la puissance musculaire fournie par le cycliste et une puissance électrique d'appoint apportée par un moteur électrique en fonction du couple de pédalage et de la vitesse du vélo.

Lorsque l'assistance n'est pas en service, la puissance est fournie par le cycliste à travers l'axe du pédalier. Cette puissance est transmise à la chaîne par l'intermédiaire de la couronne, en liaison complète avec le pédalier. Un mécanisme roue libre complète la chaîne cinématique.

Lorsque l'assistance est en service, le moteur électrique fournit une puissance d'appoint par l'intermédiaire d'un réducteur à axes parallèles via un pignon qui attaque la chaîne. Un mécanisme à roue libre évite de détériorer le moteur.

La chaîne est l'élément central du système, elle fait office de sommateur en recevant les deux puissances et en redistribuant la somme de ces deux puissances à la roue.

Un sélecteur de vitesses automatique incorporé à la roue (Nexus) adapte le couple propulseur.

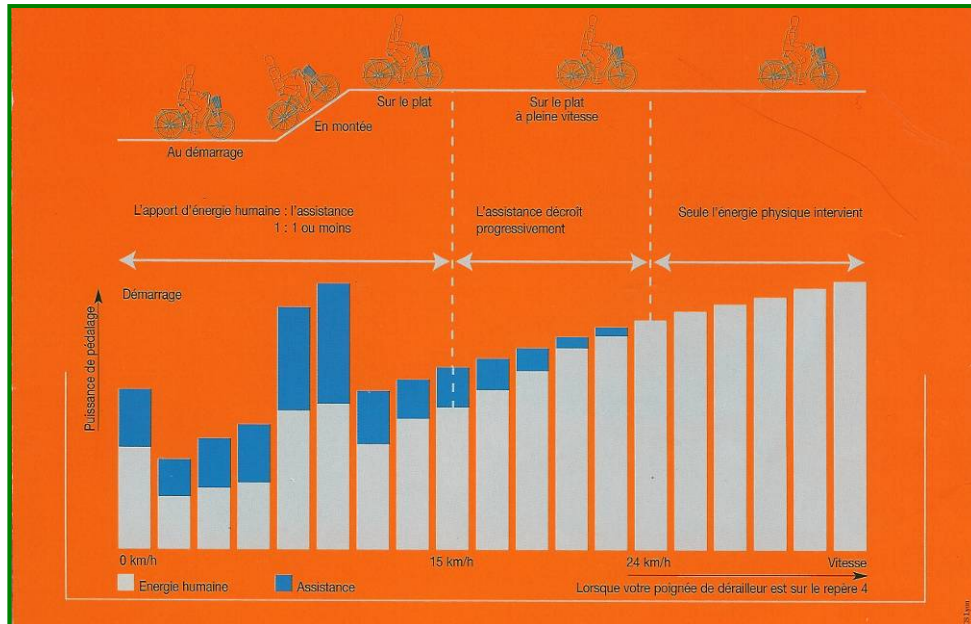
##### 1.3.1.2 Gestion de l'assistance

La puissance d'appoint est fonction du couple de pédalage.

Le couple de pédalage est déterminé à partir d'un capteur magnéto élastique monté sur l'axe du pédalier.

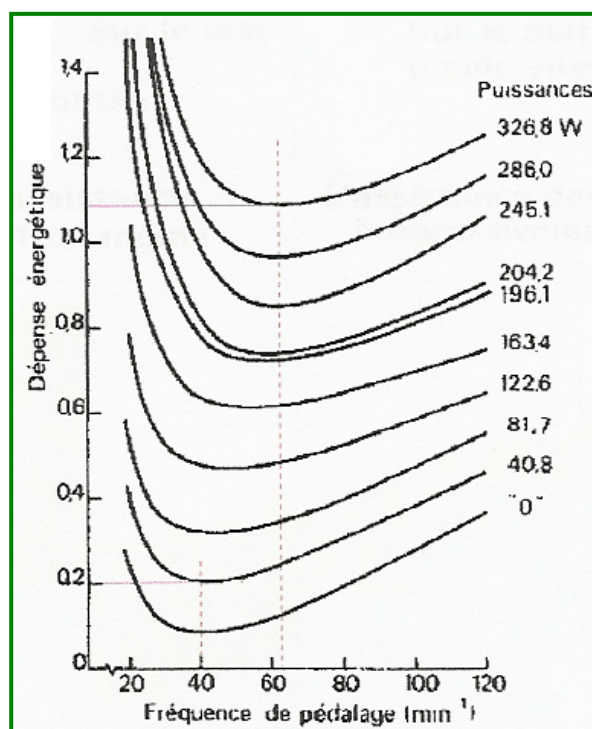
**1.3.1.3 Exemple de performance du système**

Pour respecter la législation en vigueur sur le port du casque, la vitesse du vélo en propulsion assistée ne doit pas excéder une vitesse limite  $V_0 = 24 \text{ Km/h}$ .

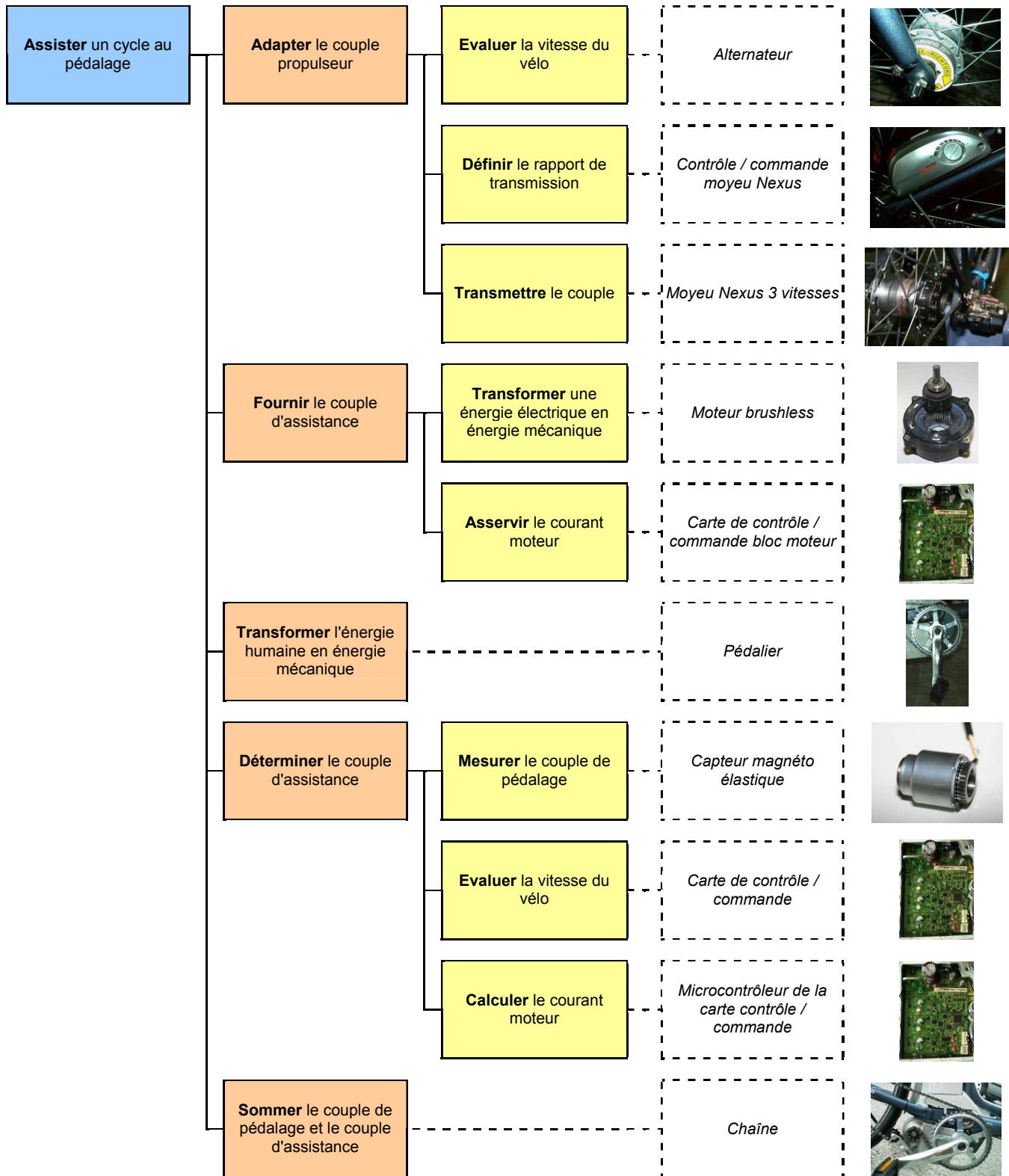


**1.3.1.4 Performance du cycliste**

Le système en lui-même n'est donc ni asservi en vitesse, ni asservi en couple. C'est le cycliste qui adapte naturellement la vitesse du vélo pour avoir un pédalage ergonomique à dépense énergétique minimale.



**1.3.2 Structure fonctionnelle : Diagramme FAST développé**



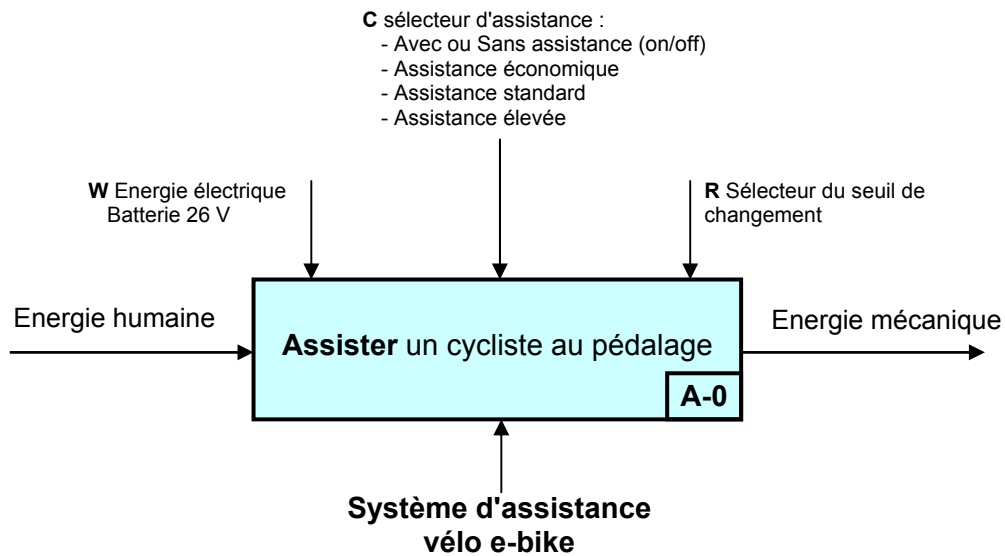
**1.3.3 Description S.A.D.T.**

Point de vue : Maintenance



Frontière d'étude

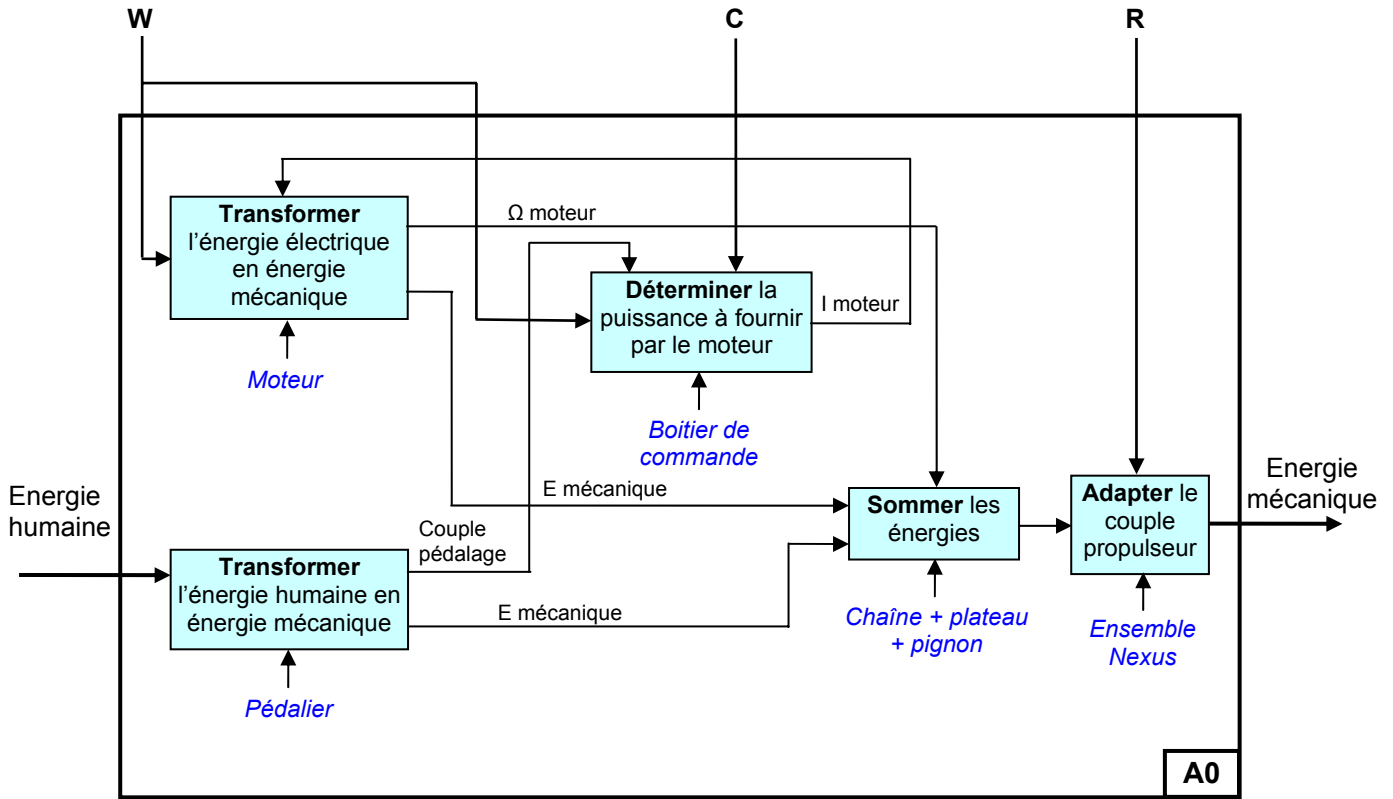
**S.A.D.T  
Niveau A-0**



**Légende :**

- E** : Données d'exploitation ou de consignes de fonctionnement.(sans objet ici)
- W** : Mise en énergie ou présence de la matière d'œuvre.
- C** : Paramètres de configuration
- R** : Paramètres de réglage

**S.A.D.T  
Niveau A0**





**1.3.4 Notice d'utilisation (d'après le document Gitane)**

**1.3.4.1 Notice d'utilisation**

**VELO ELECTRIQUE A ASSISTANCE AU PEDALAGE**



**Félicitations ! Vous avez choisi un vélo à assistance électrique au pédalage. Il vous ouvrira de nouveaux horizons et vous permettra une facilité de pédalage jusqu'alors inconnue. Nous vous demandons de bien suivre les conseils d'utilisation et d'entretien décrits dans cette notice ; Ils faciliteront l'utilisation de votre vélo électrique.**

**a) CONNAITRE SON VELO :**

Votre vélo à assistance électrique est avant tout... un vélo ! Il se conduit exactement comme un vélo normal et avance au rythme de votre pédalage.

La grande différence se trouve dans le bénéfice d'une assistance au pédalage qui prend en charge jusqu'à 1 fois et demi de l'effort à fournir.

Le moteur d'assistance est alimenté par une batterie de faible tension absolument sans danger. Vous devrez recharger régulièrement cette batterie en utilisant exclusivement le chargeur fourni avec votre vélo.

Votre vélo est muni d'un antivol de batterie. En cas de perte des clés, vous pourrez vous procurer un double en précisant le numéro qui y est gravé. Merci de noter ce N°, il vous sera indispensable.

N° clés de la batterie : .....

**b) COMMENT FONCTIONNE L'ASSISTANCE AU PEDALAGE :**

L'assistance est liée au pédalage. Dès que vous exercez un effort sur les pédales, l'assistance se met en fonctionnement.

Cette assistance vous sera particulièrement utile pour démarrer, pour pédaler contre le vent ou dans une montée.

L'assistance diminue automatiquement quand vous pédalez sans effort, sur une route plate ou en descente. Conformément à la législation en vigueur, elle cesse lorsque vous dépassez la vitesse de 25 km/h.

L'assistance cesse également lorsque vous arrêtez de pédaler.

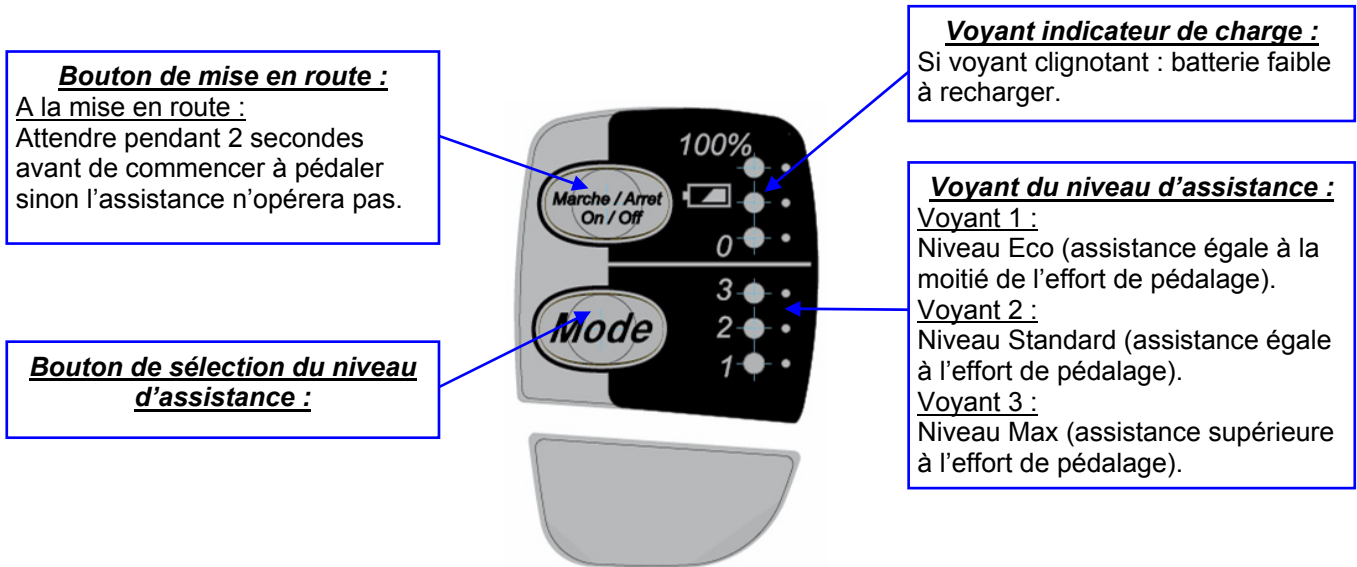
Si vous le souhaitez, vous pouvez utiliser votre vélo sans mettre en fonction l'assistance. Il devient alors un vélo classique qui conservera toutes ses qualités : position de conduite très confortable, seuil de passage de pied très bas, maniabilité...

**c) MISE EN ROUTE DE L'ASSISTANCE :**

Pour mettre en route l'assistance, il est nécessaire de ne pas pédaler pendant 2 à 3 secondes (le signal rouge sur le module de commande au guidon doit s'éteindre).

Veillez à bien respecter cette consigne pour éviter d'endommager le moteur.

**Description du module de commande au guidon :** Il vous permet de choisir parmi les options d'utilisation disponibles :



La capacité de l'assistance est bien entendu influencée par :

- les conditions du parcours (terrain plus ou moins accidenté, vent contraire, arrêts et démarrages fréquents, parcours en ville avec freinages fréquents, etc....)
- les conditions climatiques (le froid réduit la capacité des batteries).

En moyenne, l'autonomie est de l'ordre de 20 km (mesure effectuée avec une batterie neuve, à T° ambiante de 20°, charge totale du vélo 60 Kg).

**d) CHARGE DE LA BATTERIE :**

*d.1) Contrôle de la charge :*

En appuyant sur le bouton coté gauche de la batterie, le nombre de voyants correspondant au niveau de charge de celle-ci s'allumera :

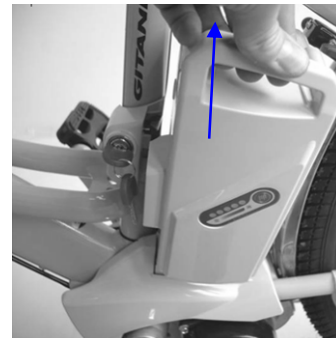
**5 voyants allumés : charge maximum  
1 voyant allumé : charge faible, batterie à recharger**

**Rechargez systématiquement la batterie avant la première utilisation du vélo.**

Remarque : Vous pouvez sans problème recharger la batterie même si elle n'est pas complètement déchargée.

*d.2) Comment recharger la batterie :*

Déverrouiller la batterie à l'aide de la clé et la basculer vers l'extérieur pour la retirer de son logement.



Brancher la batterie sur le support de charge puis brancher le chargeur à la prise de courant (230 V – 16 A).



**e) BOITIER DE CHANGEMENT DE VITESSES AUTOMATIQUE :**

- Votre vélo est équipé d'une boîte automatique à 3 vitesses.  
Lorsque l'on pédale, le processeur sélectionne la vitesse la plus appropriée pour un pédalage aisé et efficace, et l'engage automatiquement. Avant tout changement de vitesse le système émet un léger bip.

"Tout ce que vous avez à faire, est de pédaler sans vous soucier de changer les vitesses."

**Bouton de réglage du  
changement de vitesses :**  
A l'arrêt, vous pouvez ajuster le  
changement des vitesses en  
fonction de la cadence de  
pédalage souhaitée en tournant ce  
bouton.



- Ce boîtier est également équipé d'un actionneur d'éclairage automatique.  
Il est muni d'un capteur de luminosité qui, en cas de faible lumière ambiante, allumera les feux avant et arrière automatiquement.

**RECOMMANDATIONS GENERALES POUR LA BONNE UTILISATION  
DE VOTRE VELO ELECTRIQUE**

Dès que vous n'utilisez pas votre vélo, appuyez sur le bouton Marche/Arrêt pour mettre l'assistance hors tension.

Ne laissez pas votre vélo à assistance électrique à l'extérieur pendant une longue période. Comme tout vélo, il résiste à la pluie et à l'humidité pendant les trajets, mais une longue exposition à l'extérieur, et particulièrement dans un lieu non couvert, risque de causer des dommages au module d'assistance.

Lors d'un arrêt prolongé, prévoyez de recharger la batterie tous les 3 mois environ et surtout avant de réutiliser votre vélo.

**Les précautions générales concernant les appareils électriques sont applicables au chargeur de votre vélo à assistance électrique :**

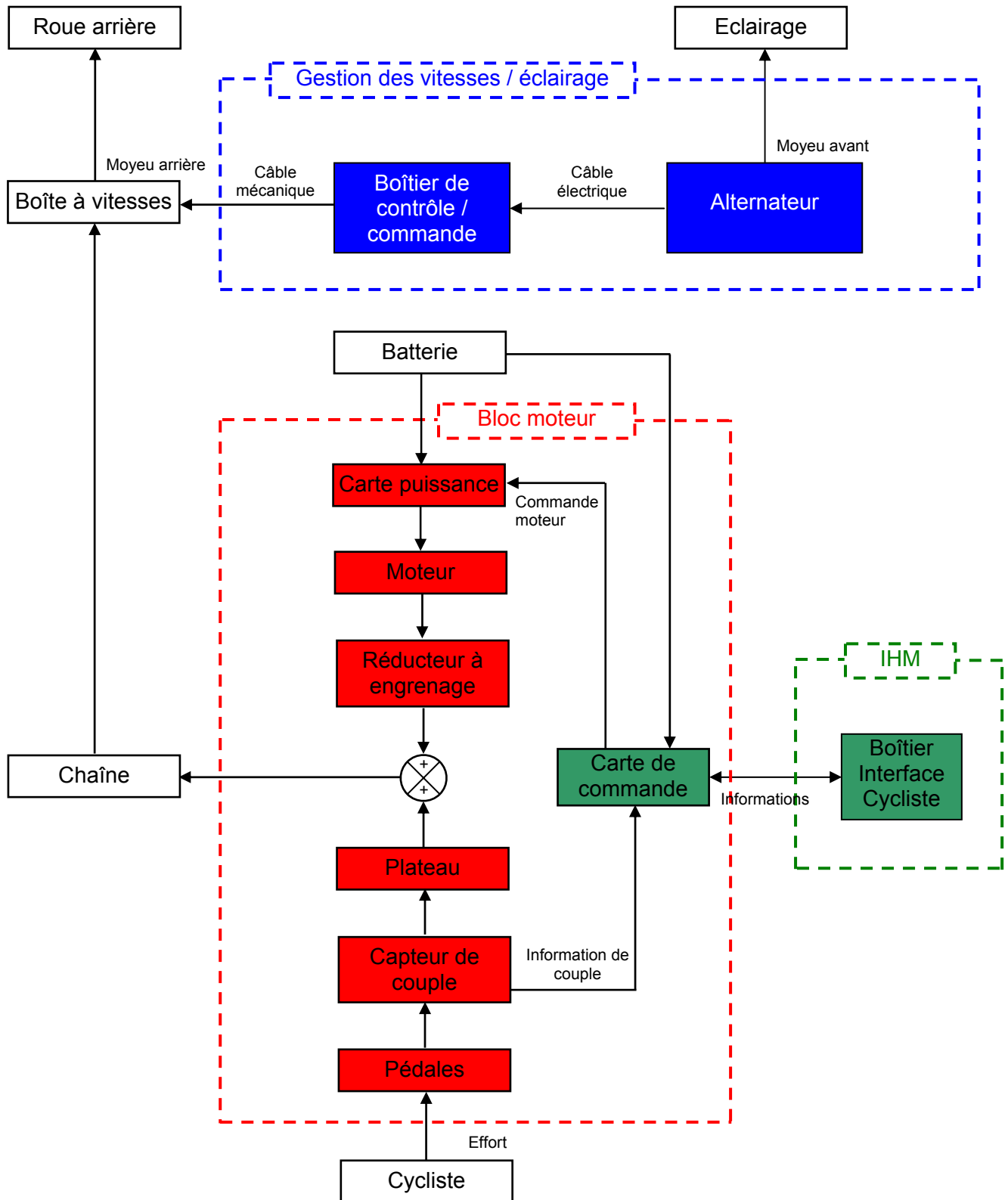
- 1/ Ne laissez pas le chargeur branché et les connexions à la portée d'un enfant.
- 2/ Ne pas manipuler le chargeur et ses connexions avec des mains mouillées ou humides.
- 3/ Ne pas tenter de démonter le chargeur, branché ou non. En cas de problème, contacter votre point de vente.
- 4/ Protégez le chargeur et ses connexions de l'humidité.  
Ne laissez pas la batterie branchée au chargeur sous la pluie.  
Ne pas immerger le chargeur.  
En cas de doute sur la présence d'humidité dans le chargeur, contactez votre point de vente.
- 5/ Ne posez pas d'objets sur le chargeur et ses connexions, en particulier quand il est en fonction.
- 6/ Ne laissez pas s'accumuler de la poussière ou de la rouille sur les extrémités des connexions du chargeur.
- 7/ Ne pas bloquer les fils de connexion, en particulier quand le chargeur est en fonction.
- 8/ Le chargeur doit être en position stable quand il est en fonction.
- 9/ N'utiliser que la batterie d'origine recommandée par CYCLEUROPE.

## 1.3.4.2 Caractéristiques techniques du produit (d'après document Gitane)

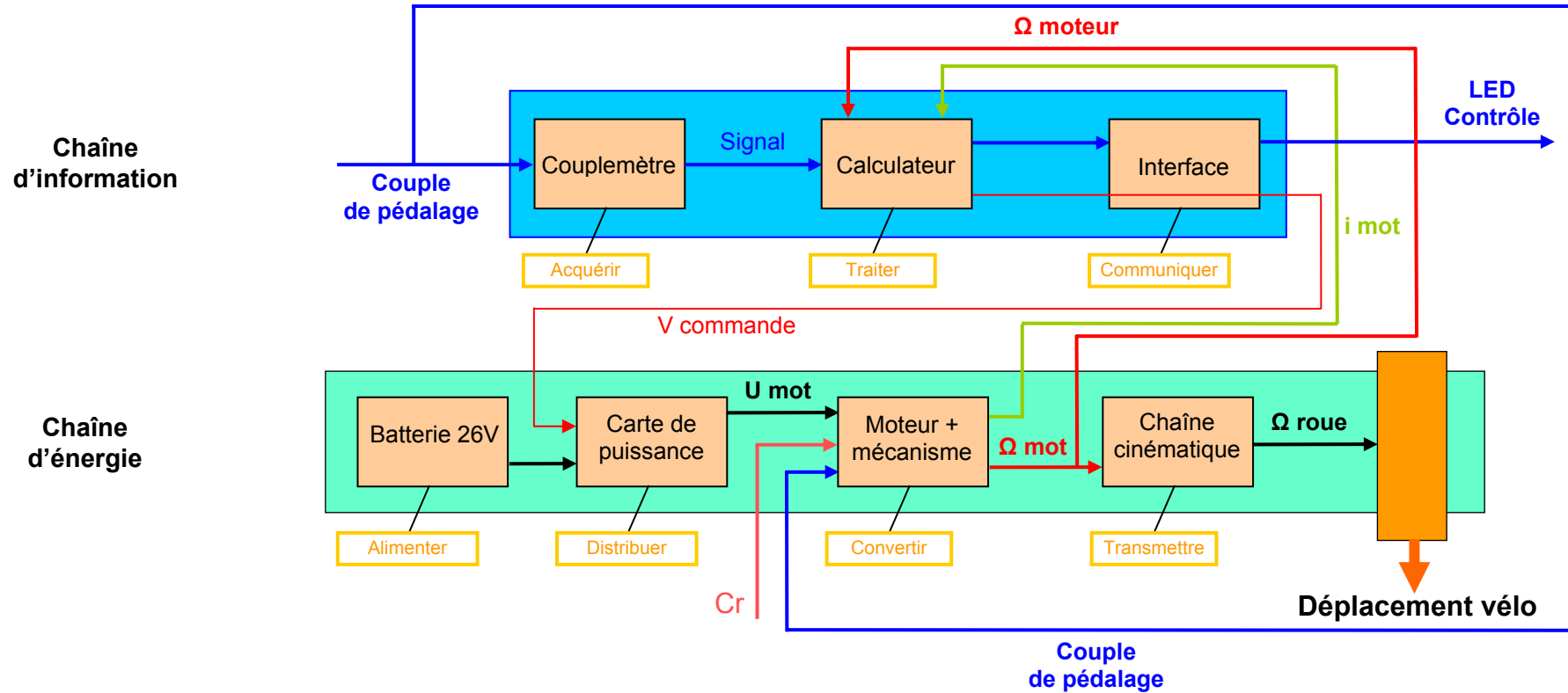
Vélo à assistance électrique E-Bike	
Cadre	Aluminium, hauteur 45 cm
Fourche	Acier
Couleur	Gris - Bleu
Direction	Acier
Pédalier	Aluminium intégré au bloc moteur (41 dents)
Jantes	Aluminium
Moyeu Avant	Alternateur Shimano,
Moyeu Arrière	Moyeu Nexus 3 vitesses Shimano
Transmission	Nexus 3 vitesses automatiques + éclairage
Manettes	Sans objet
Pignon	21 dents
Cintre	Type ville en acier
Potence	Aluminium
Frein avant	Aluminium V-Brake
Frein arrière	Aluminium V-Brake
Eclairage avant	Oui
Eclairage arrière	Oui
Dynamo	Moyeu avant
Pédale	Résine antidérapante
Béquille	Latérale
Verrou	Type U fixé sur le cadre à clef
Puissance moteur	250W brushless (Eco 1:0,5 , Std 1:1, Hi 1:1,3)
Interface	Module de commande au guidon (on / off ; mode, charge)
Batterie	Li-ion 26V 3Ah (1,2 kg)
Chargeur	AC 100-230v, conforme RoHS et WEEE, approuvé CE
Temps de charge	3h
	25 km (vitesse maximale avec assistance)
Autonomie	25 à 30 km (fonction du parcours et assistance)
Poids	21 kg

**1.3.5 Présentation structurelle**

**1.3.5.1 Structure générale**



## 1.3.5.2 Chaîne d'énergie et chaîne d'information





**1.3.5.3 Eléments des chaînes énergétiques**

**1.3.5.3.1 Batterie**

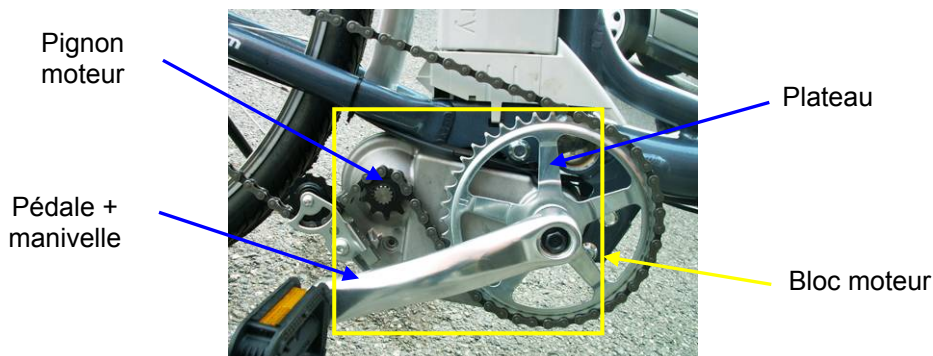


La charge de la batterie est indiquée précisément en appuyant sur le bouton de mesure de charge sur le côté de la batterie. Les 5 leds à côté de celui-ci s'allumant proportionnellement à la charge : 5 voyants allumés signifient une charge maximale 1 seul signifiant une charge faible et la nécessité de recharger la batterie

Recharge de la batterie : Déverrouiller la batterie à l'aide de la clé et la basculer vers l'extérieur pour la retirer de son logement. Puis la mettre sur son chargeur et brancher celui-ci à une prise de courant (230V 16A).

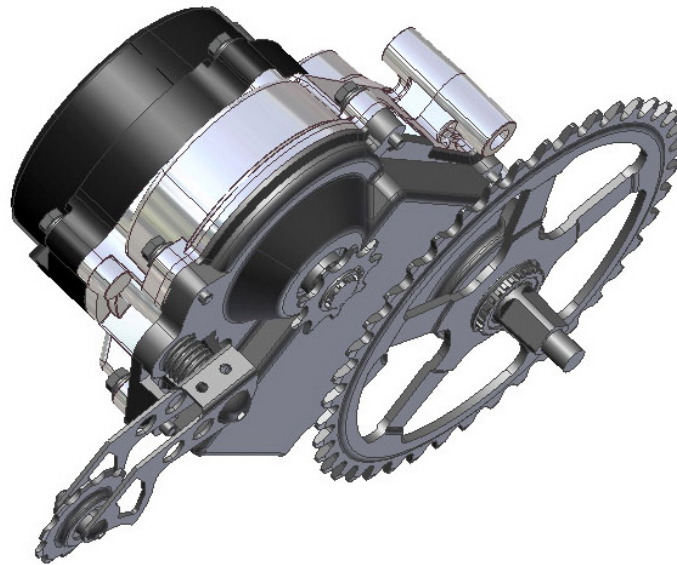


**1.3.5.3.2 Bloc moteur**

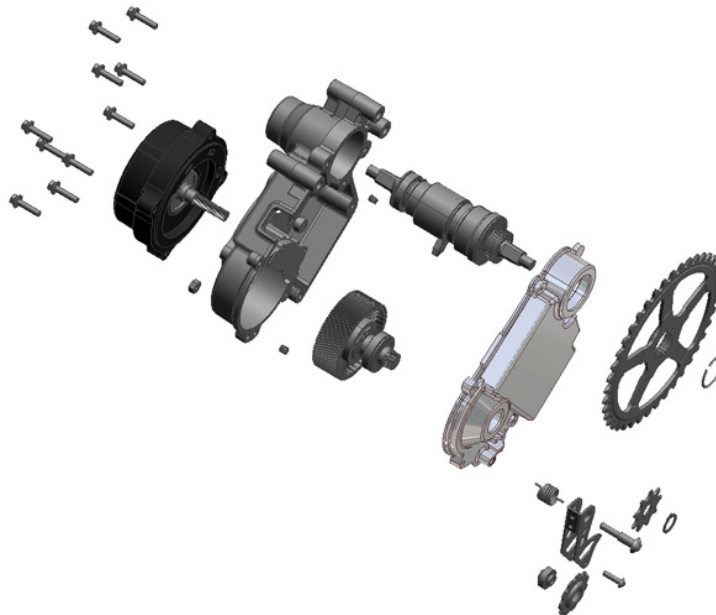


	Nombre de dents Z	Diamètre primitif d
<b>Pignon</b>	9	7,2
<b>Roue</b>	84	67,2

**1.3.5.3 Modélisation bloc moteur**



Vue d'ensemble 3D



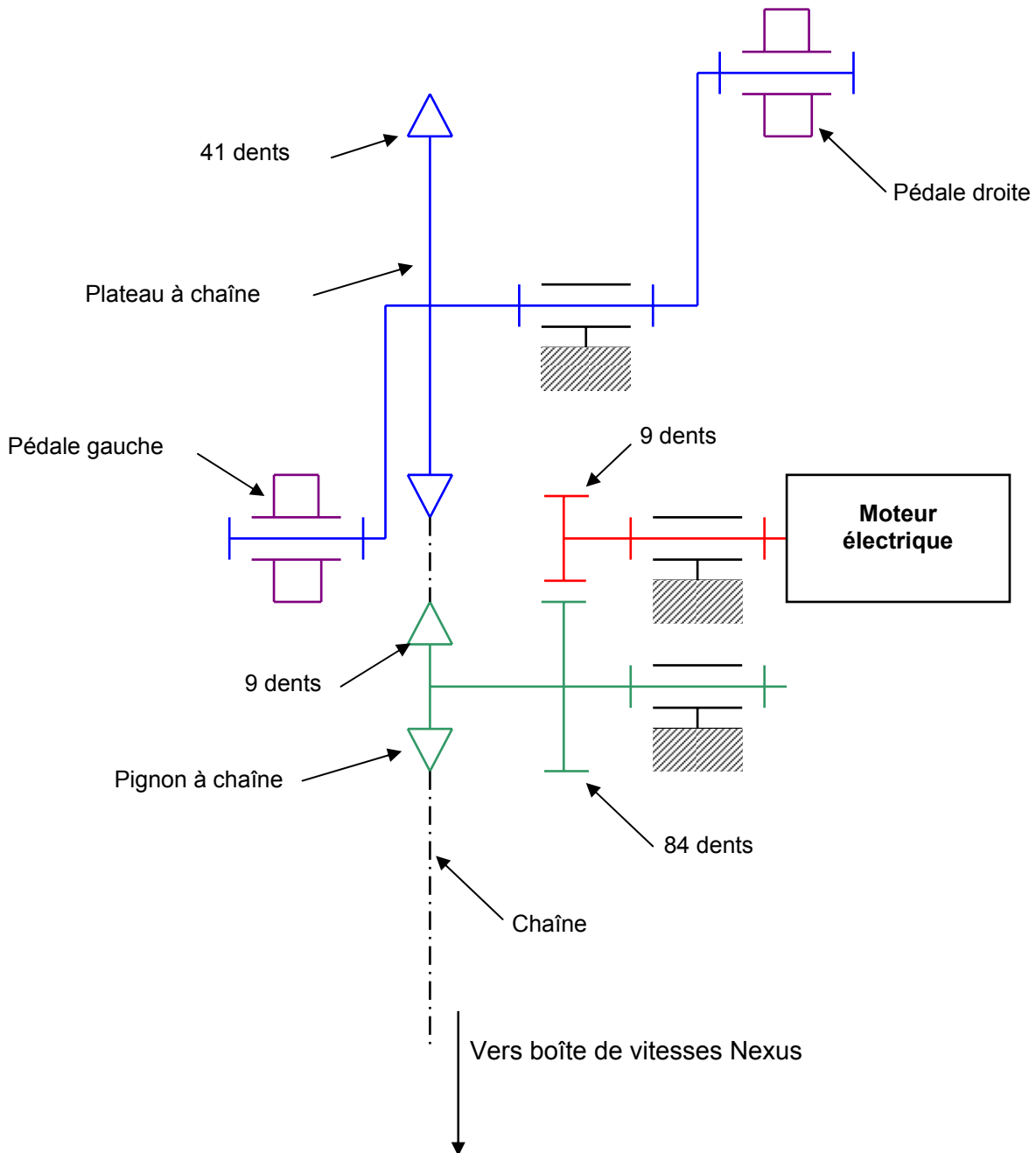
Vue éclatée 3D

Voir les animations de montage/démontage du bloc moteur fournies sur le CD-Rom

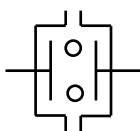
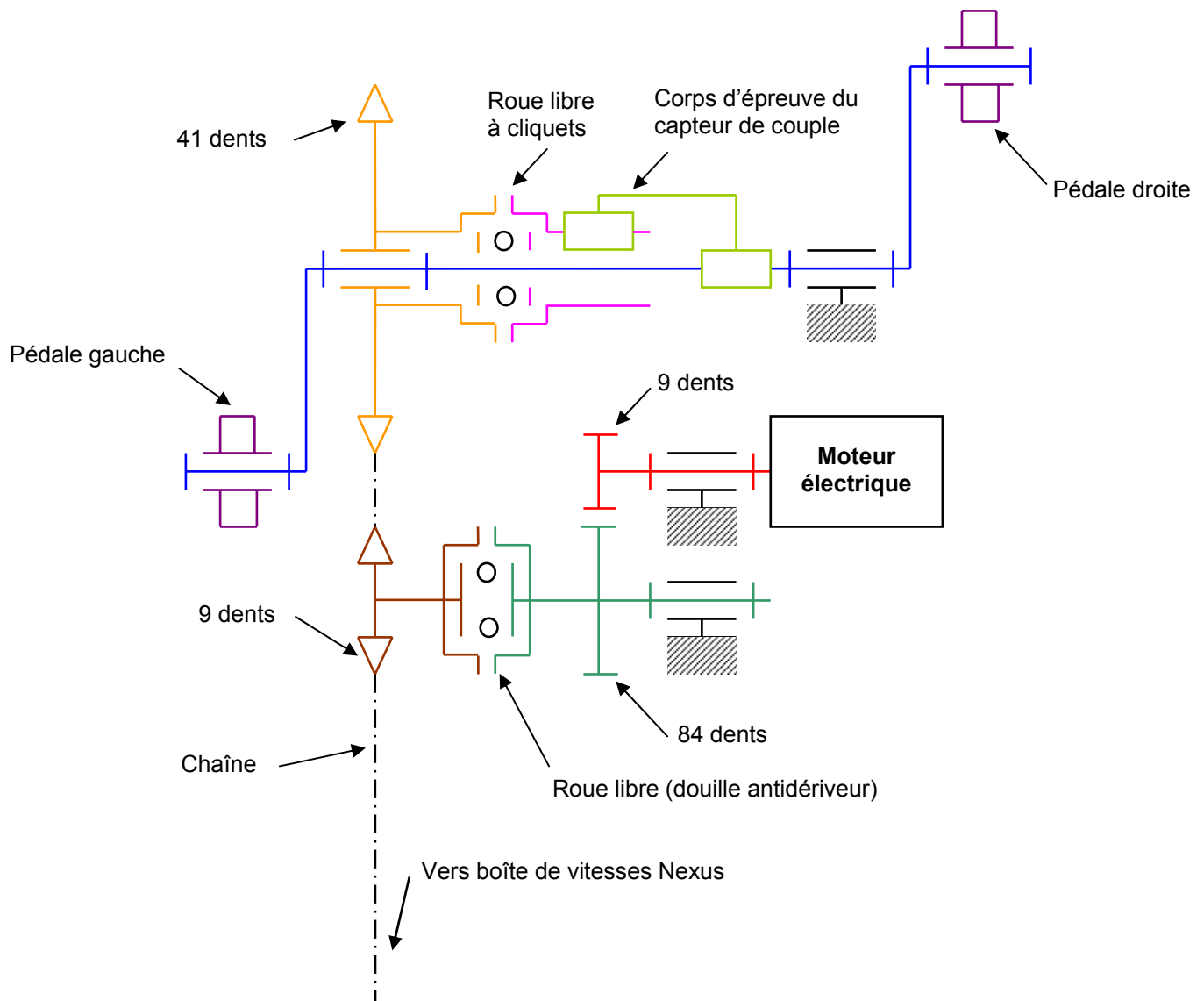
**1.3.5.3.4 Chaîne cinématique minimale**

Schéma cinématique minimal, dans la configuration où le cycliste et le moteur fournissent chacun une partie de la puissance motrice.

La puissance fournie par le cycliste (et transmise au plateau à chaîne) et la puissance fournie par le moteur (et transmise au pignon à chaîne), s'additionnent sur la chaîne.



**1.3.5.3.5 Schéma cinématique avec roues libres et corps d'épreuve du capteur de couple**

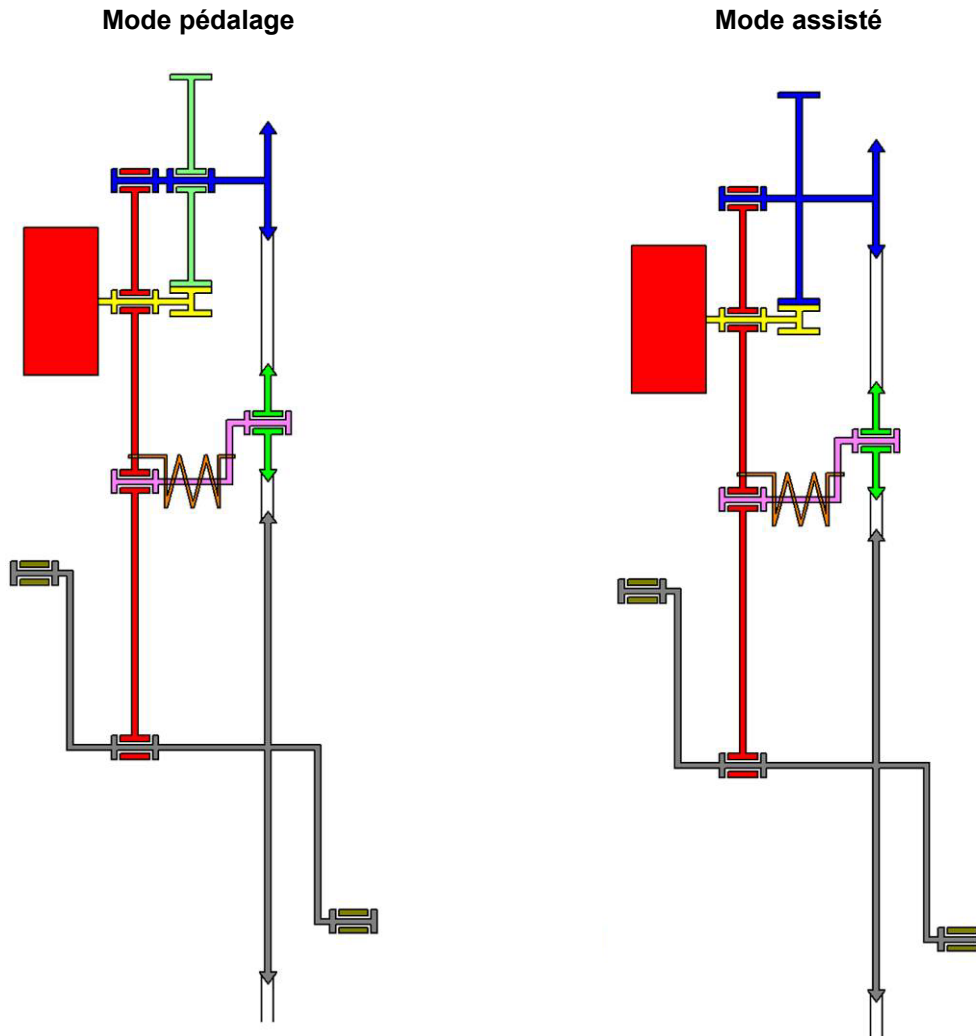


Dans ce schéma on considère que le symbole ci-contre caractérise une roue libre avec guidage en rotation

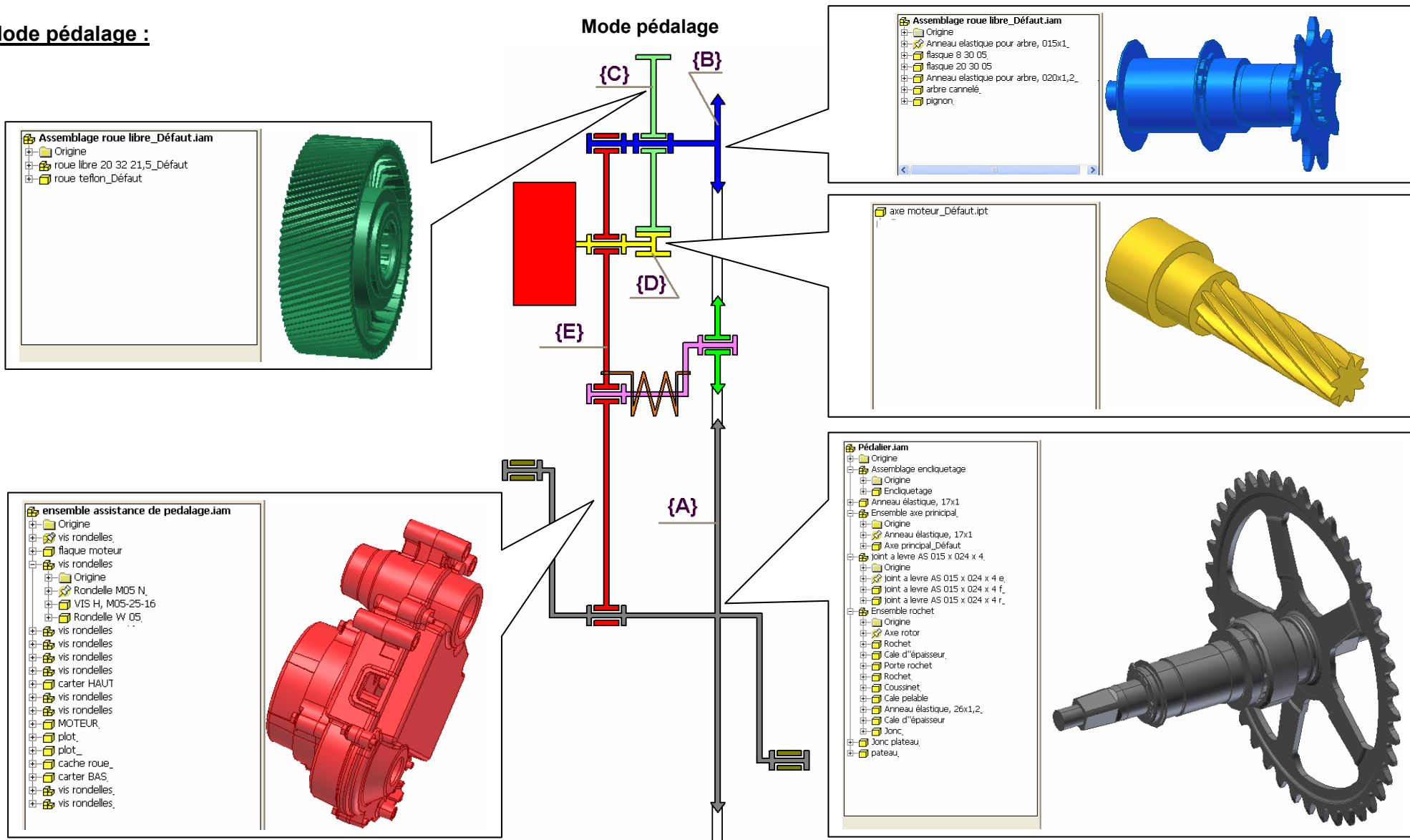
**1.3.5.3.6 Schéma cinématique généré par Solidworks**

deux modes existent :

- le mode pédalage quand le cycliste n'est pas assisté (assistance "off" ou  $v > 25$  km/h) ;
- le mode assistance (assistance "on" avec  $v < 25$  km/h)

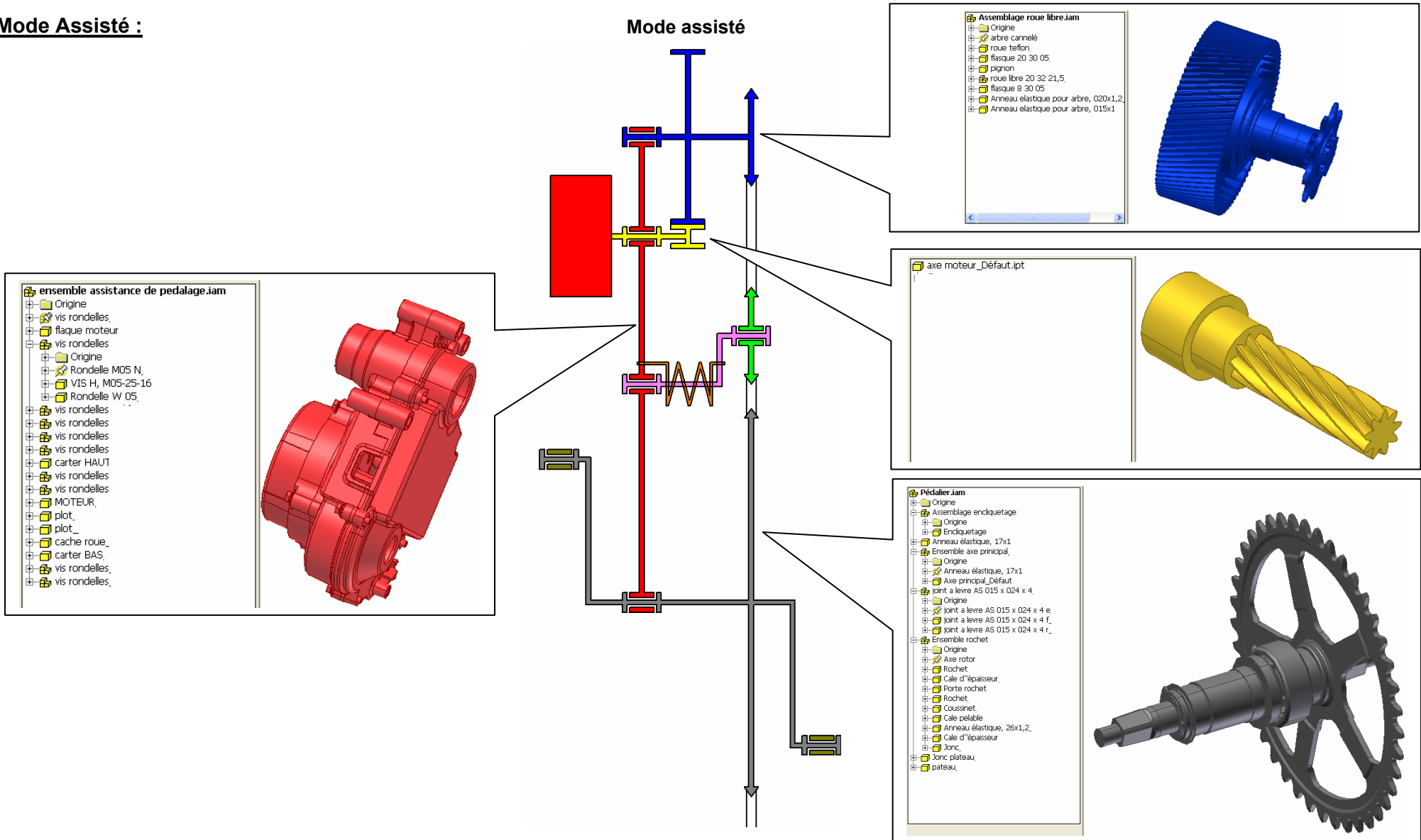


**Mode pédalage :**

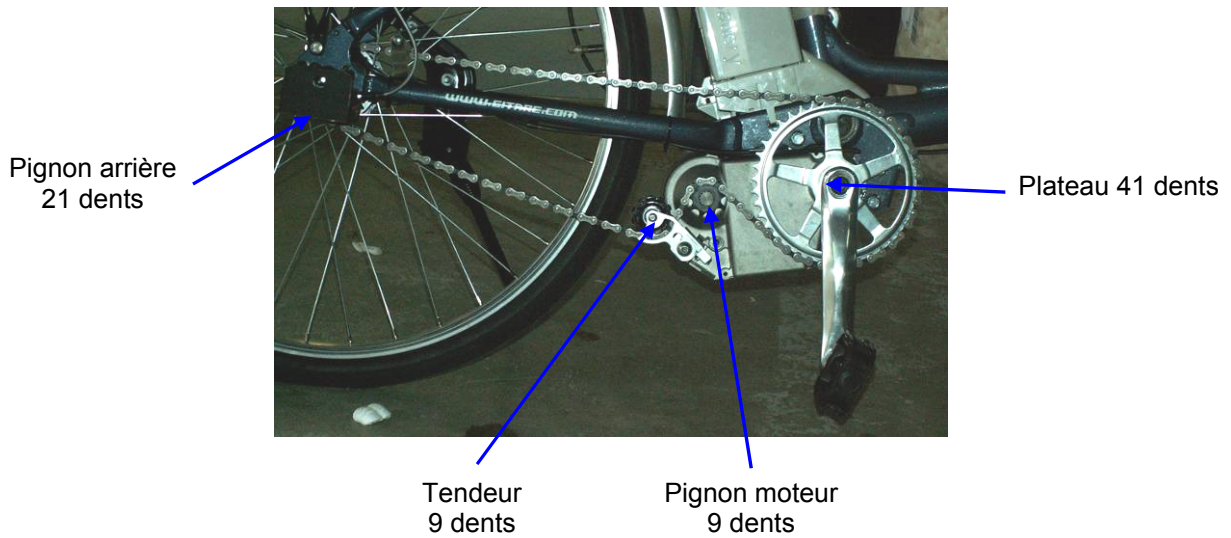


**Mode Assisté :**

**Mode assisté**



### 1.3.5.3.7 La transmission



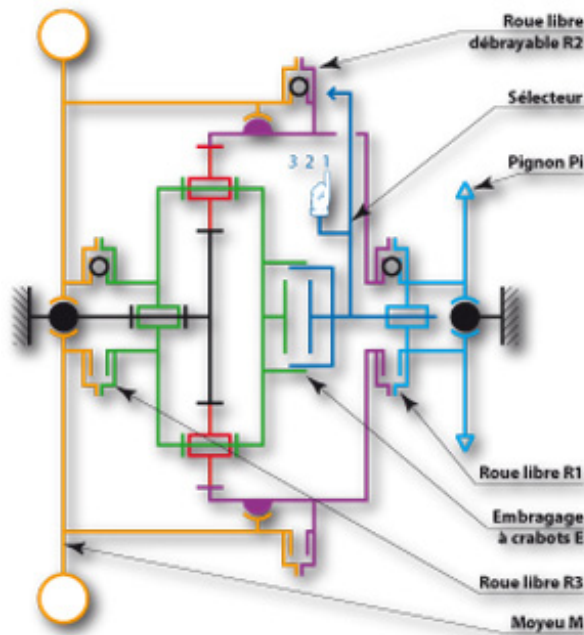
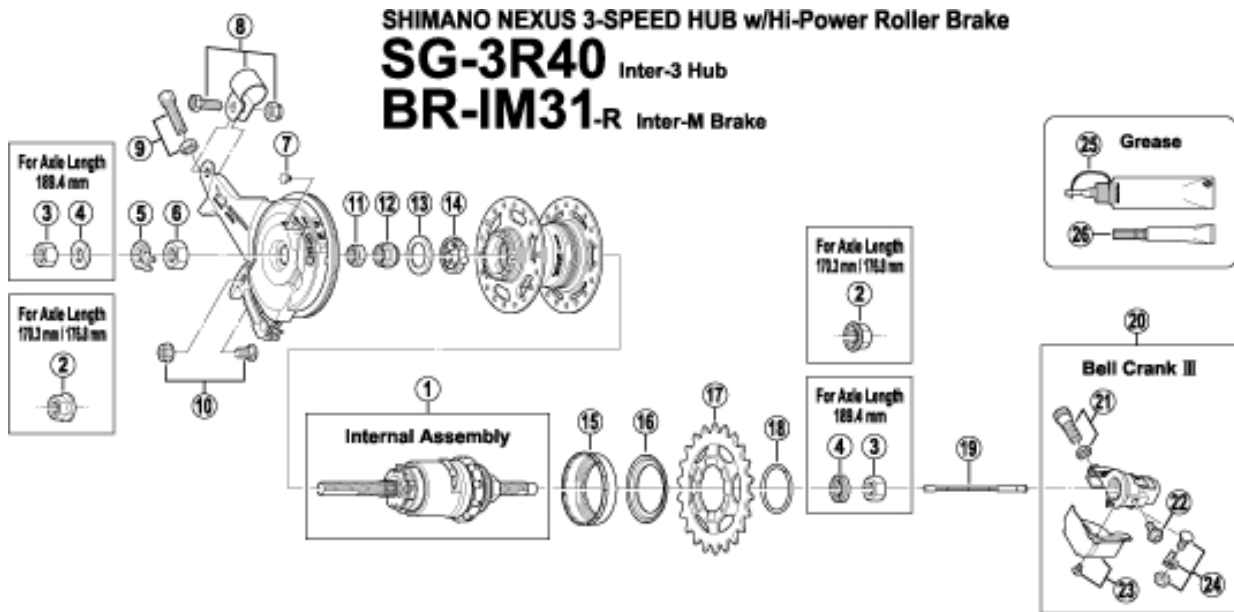
Le rapport de réduction est de 1,95. Compte tenu de la taille de la roue, le développement est :

- 1<sup>ère</sup> vitesse 2,78 mètres
- 2<sup>ème</sup> vitesse 3,81 mètres
- 3<sup>ème</sup> vitesse 5,18 mètres



### 1.3.5.3.8 Moyeu Nexus

Le moyeu Nexus 3 vitesses SG-3R40 déleste le cycliste de la tâche de changer les vitesses. Le modèle monté sur le vélo Gitane n'intègre pas le frein BR.



Roue libre



Embrayage à crabots

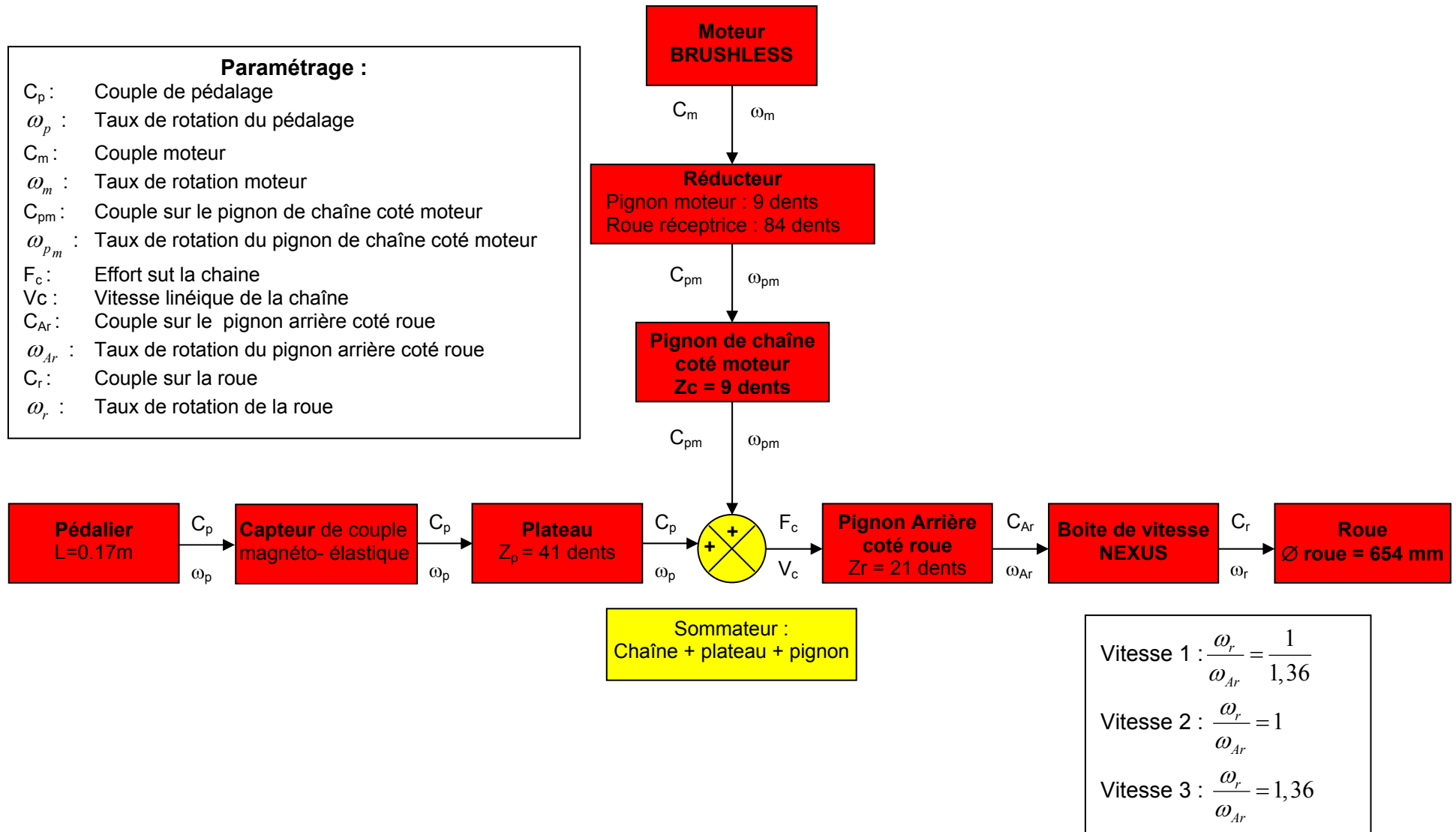


**Le moyeu Nexus est développé complètement sur le banc et la mallette moyeu Nexus**

### 1.3.5.3.9 Synoptique cinématique

**Paramétrage :**

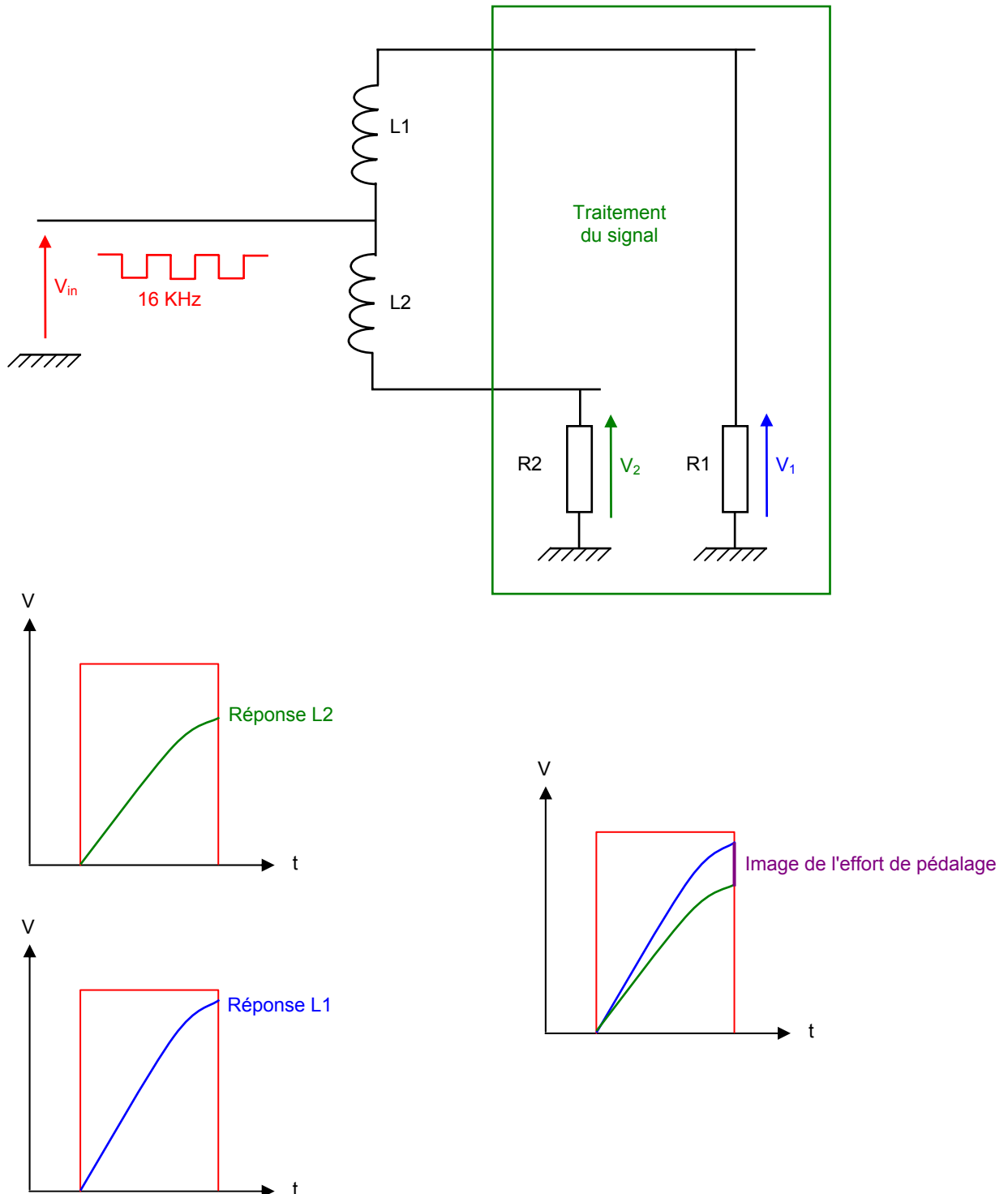
- $C_p$  : Couple de pédalage
- $\omega_p$  : Taux de rotation du pédalage
- $C_m$  : Couple moteur
- $\omega_m$  : Taux de rotation moteur
- $C_{pm}$  : Couple sur le pignon de chaîne coté moteur
- $\omega_{pm}$  : Taux de rotation du pignon de chaîne coté moteur
- $F_c$  : Effort sut la chaîne
- $V_c$  : Vitesse linéique de la chaîne
- $C_{Ar}$  : Couple sur le pignon arrière coté roue
- $\omega_{Ar}$  : Taux de rotation du pignon arrière coté roue
- $C_r$  : Couple sur la roue
- $\omega_r$  : Taux de rotation de la roue



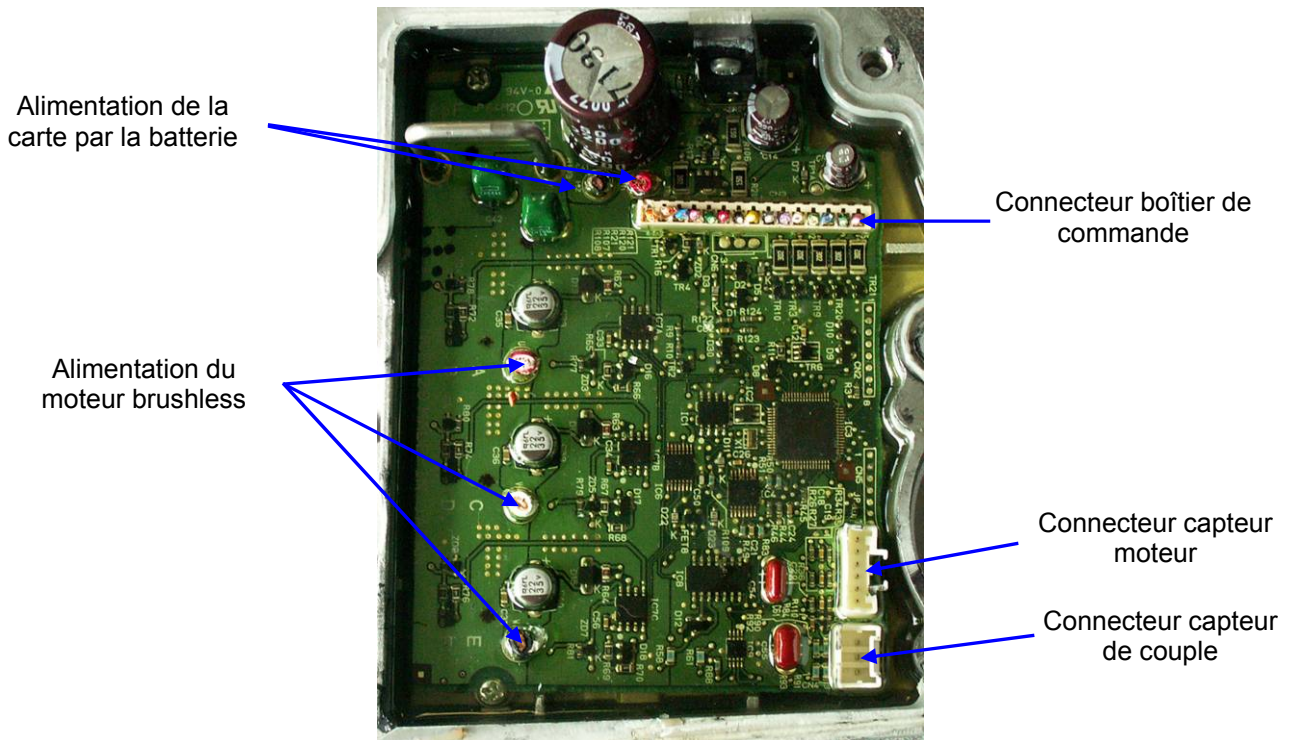
**1.3.5.4 Eléments de la chaîne informationnelle**

**1.3.5.4.1 Capteur de couple magnétoélastique**

Le capteur de couple est constitué de 2 inductances (L1 et L2 sur le schéma ci-dessous) branchées en parallèle et alimentées par un signal carré cadencé à 16 KHz. Ces 2 inductances sont placées sur le pédalier. Elles lissent le signal carré de manière opposée. Le delta créé est proportionnel au couple exercé sur les pédales. Ces 2 signaux opposés sont ensuite traités par la carte de commande afin de piloter l'assistance au pédalage.



**1.3.5.4.2 Carte de puissance et de commande**



**1.3.5.4.3 Boîtier de commande de l'assistance au pédalage**



Voyants de charge de batterie :

Si tous les voyants sont allumés, la charge est bonne. Les voyants s'éteignent en fonction de la décharge. Si le voyant "0" se met à clignoter alors la batterie est faible et à charger.

Voyants de choix de mode d'assistance :

Voyant "1" allumé : niveau Eco (assistance égale à la moitié de l'effort de pédalage)

Voyant "2" allumé : niveau Standard (assistance égale à l'effort de pédalage)

Voyant "3" allumé : niveau Max (assistance supérieure à l'effort de pédalage)

**1.3.5.4.4 Boîtier de commande du changement de vitesse**



Sélection du niveau de changement de vitesse

**1.3.5.4.5 Alternateur roue avant**

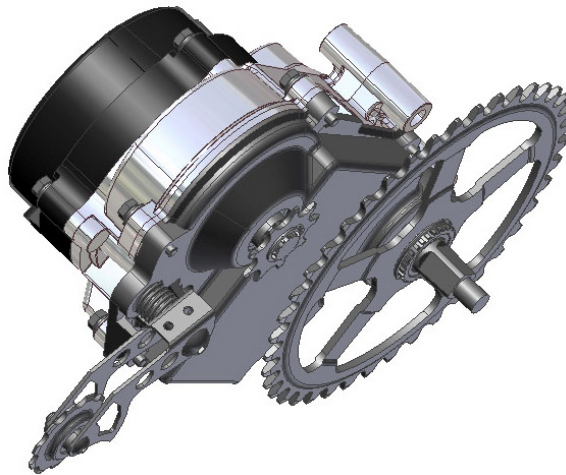
L'alternateur Shimano Nexus DH-3N30 à deux fonctions. Il alimente les feux du vélo et il donne la vitesse du vélo au boîtier de commande du changement de vitesse.



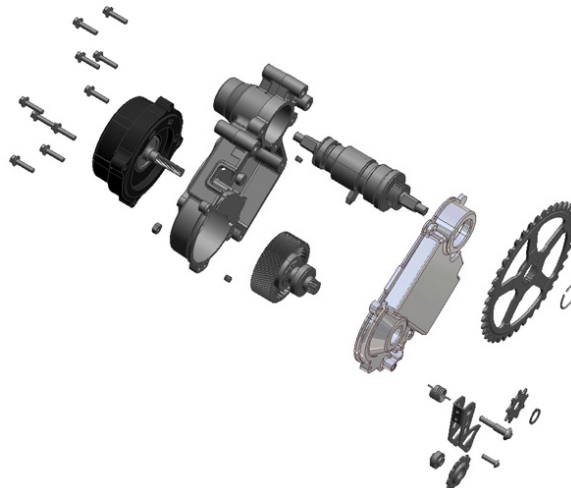
### 1.3.6 Modélisation 3D

#### 1.3.6.1 bloc moteur

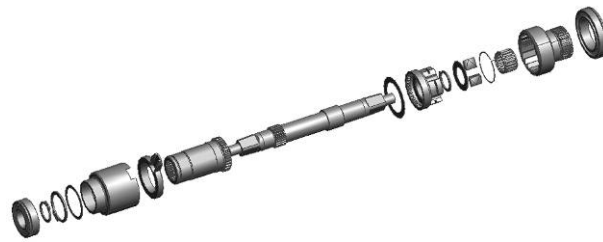
Le CD-Rom fourni contient les modèles 3D du bloc moteur sous Solidwork et Inventor. Ces modèles sont accompagnés d'animations vidéo.



Vue d'ensemble 3D



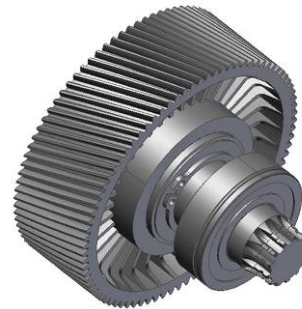
Vue d'ensemble éclatée 3D



Arbre pédalier éclaté 3D

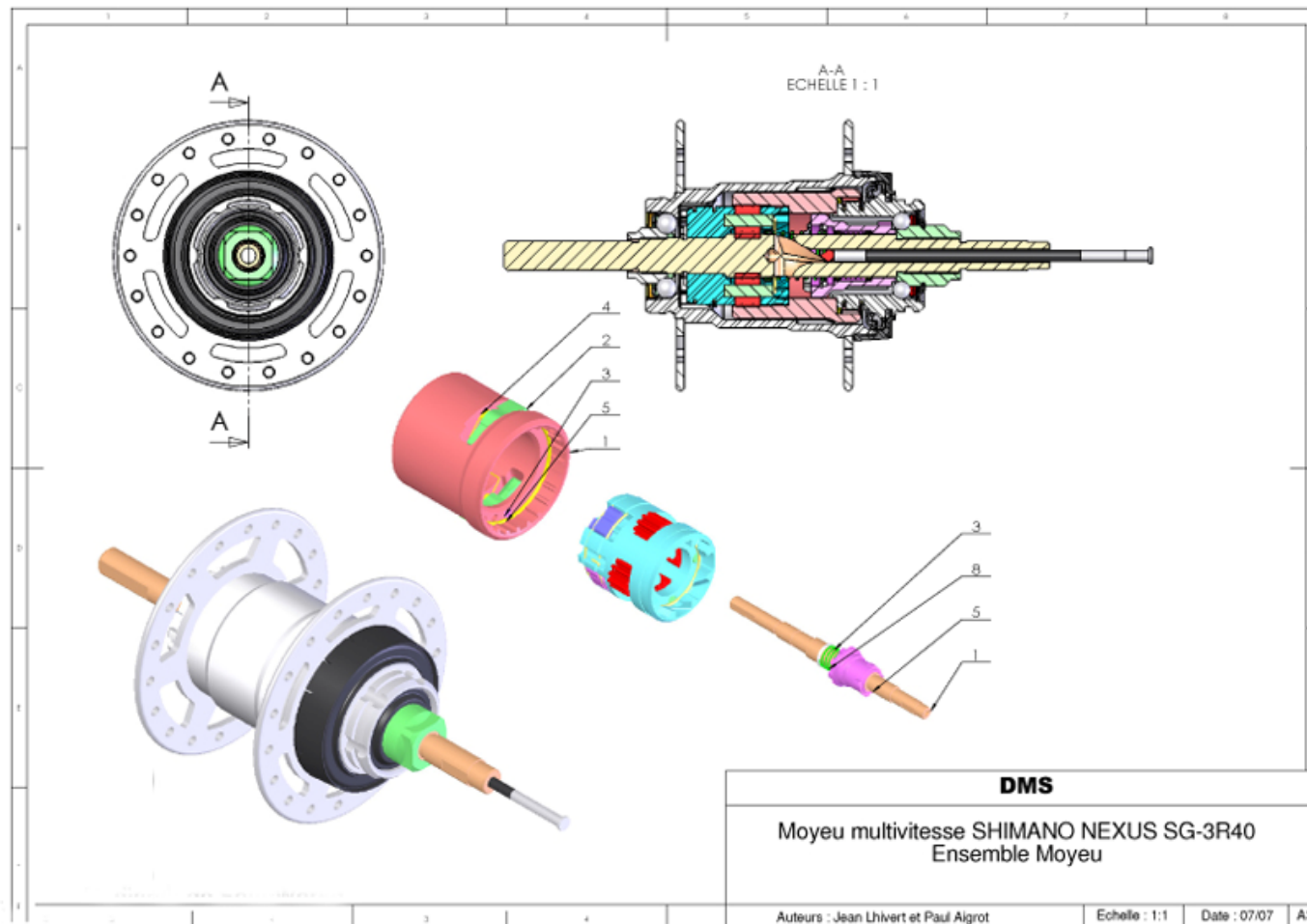


Moteur brushless 3D



Roue libre 3D

**1.3.6.2 moyeu Nexus**



**Le moyeu Nexus est développé complètement sur le banc et la mallette moyeu Nexus**



## **2 DEFINITION DE LA SOLUTION DIDACTISEE**

### **2.1 Le vélo e-bike didactique**

#### **2.1.1 Identification du produit**

**Nom :** VELO A ASSISTANCE ELECTRIQUE E-BIKE  
**Type :** CPGE 1100  
**Numéro de série :**  
**Année de fabrication :** 2007



**2.1.2 Présentation générale du vélo à assistance électrique e-bike didactisé**

Pour simuler le fonctionnement du vélo en laboratoire celui-ci est équipé d'un home trainer Tacx T1670 du commerce qui permet de créer une charge réglable. Cet appareil affiche entre autre la vitesse et la puissance instantanée consommée.

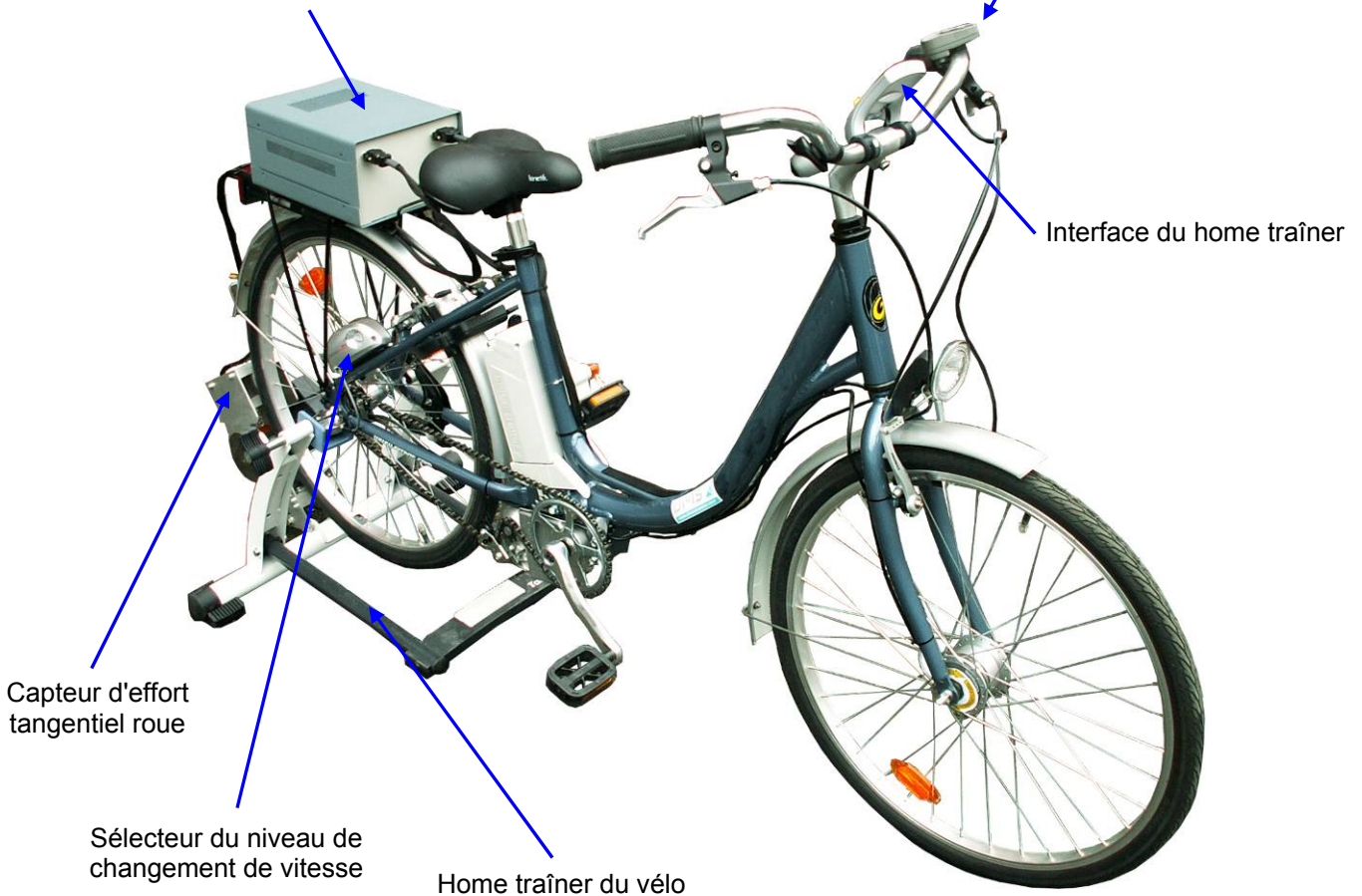
Le produit didactisé permet :

- d'enregistrer les données d'entrée et de sortie pour un fonctionnement "vélo assisté en pédalage"
- d'enregistrer les données d'entrée et de sortie pour un fonctionnement simulé piloté par des entrées canoniques pour identifier et analyser le système

Boîtier DMS comportant :

- 1 interrupteur marche / arrêt
- 1 sélecteur du signal de commande (capteur vélo ou simulation)
- 1 sélecteur du rapport de transmission (vitesse 1 – 2 – 3 ou automatique)
- 1 "sortie numérique" USB des grandeurs mesurées (Carte NI 6008)
- 1 "sortie analogique" sur DB15 pour une autre carte d'acquisition

Boîtier de commande de l'assistance au pédalage



**Figure 1**

2.1.3. Déclaration de conformité CE.



**Société DMS  
106 avenue Tolosane  
31520 RAMONVILLE SAINT AGNE  
FRANCE**

**Téléphone : + 33 (0)5 62 88 72 72  
Télécopie : + 33 (0)5 62 88 72 79**

**La Société DMS, déclare ci-après que :**

**La machine référencée ci-dessous :**

**Nom : Vélo à assistance électrique e-bike  
Type : CPGE 1100  
Numéro de série :**

**Est conforme aux dispositions de la directive "machines" (directive 98/37/CE) et aux législations nationales la transposant (décret 92-767 modifié par le décret 96-725) suivant les articles 1.1 à 1.7.4 des règles générales applicables aux machines neuves**

**Sous réserve de son utilisation dans le respect des recommandations de la notice d'instruction qui lui est jointe.**

**Fait à Ramonville Saint Agne, le**

**Nom : MASCARAS  
Prénom : Philippe  
Position : Directeur Général**

**Signature**

#### 2.1.4. Notice d'instruction du vélo à assistance électrique e-bike.

##### 2.1.4.1 Mise en service de l'équipement.

##### Contenu des colis :

Le vélo à assistance électrique au pédalage e-bike est livré dans un colis de dimensions 2100 x 700 h 1280 mm poids 60 kg. Le colis contient :

- le vélo à assistance électrique au pédalage monté sur home trainer
- le chargeur de batterie
- le cordon secteur
- le câble de liaison USB
- le classeur "document d'accompagnement" avec 3 CD-Rom :
  - 1 CD avec les fichiers numériques des documents d'accompagnement et modélisation 3D
  - 1 CD d'installation de la carte National Instrument
  - 1 CD avec le logiciel d'exploitation

##### Manutention :

La manutention du colis se fait par une personne munie d'un transpalette. Cet ensemble est fragile et il doit être manipulé avec précautions.

La manutention du vélo nécessite au minimum trois personnes. Une personne au niveau du guidon et deux autres personnes au niveau du home trainer (de part et d'autre).

##### Assemblage et raccordement avant la première mise en service :

Le système est livré complètement assemblé.

Il doit être disposé sur un sol plat, horizontal et dégagé.

L'espace nécessaire pour une utilisation ergonomique du produit est de 1500 x 1500 mm. Cette espace doit être suffisamment lumineux (minimum 300 Lux).

Après avoir physiquement installé le vélo, procéder à son raccordement. Pour cela, se munir du cordon secteur fourni et le brancher à une prise 2P+T (230V + Neutre + Terre).

Raccorder le câble UBS également fourni à une prise USB de votre ordinateur.

Le vélo à assistance électrique au pédalage comporte un auto-test. Pour le démarrer, il suffit d'allumer le vélo à l'aide de la commande au guidon. Le résultat est visualisable sur les leds du boîtier de commande (voir notice vélo e-bike)

Pour vérifier l'instrumentation et l'acquisition DMS, il faut réaliser une acquisition complète (voir paragraphe utilisation du logiciel).

Niveau sonore < 70 dB

#### 2.1.4.2 Notice d'utilisation de l'équipement

Le système vélo à assistance électrique au pédalage est pourvu :

- d'une commande spécifique de l'assistance,
- d'une commande spécifique du rapport de transmission,
- d'une instrumentation particulière avec des grandeurs mesurées,
- d'un logiciel d'acquisition et de restitution des grandeurs mesurées.

Pour un fonctionnement conforme à la notice e-bike, décrite au paragraphe 1.3.4, le sélecteur de commande doit être sur la position pédalage et le sélecteur de commande du rapport de vitesse sur le mode automatique.

##### 2.1.4.2.1 La commande de l'assistance

Un sélecteur permet de choisir le signal de commande :

- soit celui issu du couplemètre du système E-bike mesurant le couple de pédalage. Le sélecteur doit être en position pédalage.
- soit celui issu du logiciel DMS ou d'un générateur de signal inclus dans une carte d'acquisition (digimétrie par exemple). Le sélecteur doit être en position simulation.

La mise en énergie du boîtier de commande E Bike est réalisée par l'interrupteur OFF / ON "MODE" du vélo.

La mise en énergie du système d'acquisition est réalisée par l'interrupteur MARCHE / ARRET du boîtier DMS monté sur le porte bagage.

##### 2.1.4.2.2 La commande du rapport de transmission

Sur le système réel, le rapport de transmission du boîtier NEXUS est choisi automatiquement par le sélecteur Nexus. Ce choix est réalisé à partir d'un réglage de seuil sur le sélecteur et d'une information sur la vitesse du vélo. Un alternateur est monté dans le moyeu de la roue avant. Outre l'énergie nécessaire à la commande électromécanique du boîtier NEXUS, la fréquence du courant de l'alternateur fournit l'information de vitesse au sélecteur.

Sur le système didactisé, la roue avant ne tourne pas, une fréquence simulée est réalisée par la carte DMS pour commander le sélecteur NEXUS.

Le commutateur à 4 positions sur le boîtier DMS permet de choisir 4 modes de fonctionnement :

- ✓ **Mode automatique** : la carte génère une fréquence identique à celle qui serait réalisée par l'alternateur de la roue avant. Pour générer cette fréquence, l'information de vitesse est prise sur le home traîner
- ✓ **Mode vitesse 1** : la carte génère une fréquence constante, qui pourra provoquer, seuil réglé au maxi, le forçage de la première vitesse, quelque soit la vitesse de la roue.
- ✓ **Mode vitesse 2** : la carte génère une fréquence constante, qui pourra provoquer, seuil réglé au maxi, le forçage de la deuxième vitesse, quelque soit la vitesse de la roue.
- ✓ **Mode vitesse 3** : la carte génère une fréquence constante, qui pourra provoquer, seuil réglé au maxi, le forçage de la troisième vitesse, quelque soit la vitesse de la roue.

### 2.1.4.2.3 Les grandeurs mesurées

#### Présentation des grandeurs

Le produit didactisé permet d'enregistrer les grandeurs suivantes :

- Le courant circulant dans un fil de la batterie noté : intensité batterie
- La tension entre le plus et le moins de la batterie notée : tension batterie
- La tension entre une phase du moteur et un neutre artificiel du stator notée : tension moteur.
- Le courant circulant dans une phase du moteur noté : intensité moteur.
- Le couple sur le pédalier noté : couple pédale.
- La vitesse de rotation du moteur notée : vitesse moteur.
- La vitesse de rotation de la roue notée : vitesse roue.
- L'effort tangentiel résistant sur la roue noté : effort de la roue.

Pour être exploités, tous les signaux issus des capteurs sont convertis en signaux 0 - 5V images de la grandeur mesurée. Les conversions sont réalisées par une carte DMS. Les signaux analogiques sont traités par une carte d'acquisition National Instrument (NI USB 6008) qui les transforme en grandeurs numériques sur 12 bits. Cet ensemble est implanté dans le boîtier situé sur le porte-bagages. La mise en énergie est réalisée par l'interrupteur MARCHE ARRET.

Le logiciel spécifique associé permet l'analyse et le traitement de ces grandeurs. Le fichier "velo-assist.cfg" contient les données de gain et d'offset des capteurs permettant la conversion des signaux en grandeurs mesurées (résultats sous forme de courbes ou de tableaux de valeurs pouvant être exportés vers Excel).

Par ailleurs, les signaux des capteurs convertis en tensions 0 - 5V sont disponibles sur une broche DB15 pour traitement et analyse sur une autre carte d'acquisition (non fournie)

Le tableau du paragraphe suivant résume ces grandeurs.

Gains et brochage des grandeurs

Grandeurs	Commentaires	Gains	Broches DB15
Intensité moteur	Le fil d'alimentation d'une phase du moteur traverse un capteur à effet Hall LEM LTS 15-NP.	- 0.3756 V/A	1
Intensité batterie	Le fil d'alimentation traverse un capteur à effet Hall LEM LTS 15-NP	- 0.3756 V/A	2
Tension moteur	L'alimentation du moteur est triphasée. Pour connaître la tension d'une phase il a été nécessaire de créer un neutre artificiel. La tension est convertie en image 0-5V	- 0.24414 V/V	3
Tension batterie	La tension est convertie en image 0-5V	- 0.24414 V/V	4
Vitesse moteur	Elle est déduite de la fréquence d'alimentation du moteur synchrone ; On utilise un convertisseur fréquence tension	- 0.00011 V/tr/min	5
Vitesse roue	L'information est prise sur le capteur à fentes du trainer. Il délivre 4 impulsions par tour du rouleau. Un convertisseur-fréquence tension permet d'obtenir une tension image comprise entre 0 et 5V	0.07456 V/Km/h	6
Couple pédale	C'est la différence de tension dans les bobines alimentées par un signal carré qui est traité	2.44141 V/Nm	7
Effort roue	Le trainer est monté sur un support guidé par une liaison glissière élastique à lames de direction tangentielle à la roue. L'arrêt axial est assuré par un capteur de pesage SCAIME type AG10 qui délivre 20 mV pour 100 N. Cette tension est amplifiée pour obtenir une tension comprise entre 0 et 5 V. (Voir annexe ci dessous)	- 0.03488 V/N	8
Signal canonique	Signal canonique généré		9
Masse électrique	Masse électrique		12,13,14

#### 2.1.4.2.4 Notice d'utilisation du logiciel

### CONTRAT DE LICENCE D'UTILISATION

**Veillez lire ce contrat avec attention avant d'utiliser ce logiciel. Le fait d'utiliser le logiciel vaut acceptation des termes du contrat. Si vous ne les acceptez pas, n'utilisez pas le logiciel et contactez le support technique D.M.S.**

#### 1. Concession de licence :

D.M.S vous accorde le droit d'utiliser une copie du logiciel ci-joint. Le logiciel peut être utilisé sur un réseau. Le terme "utilisation" du logiciel veut dire qu'il a été introduit dans la mémoire vive ou installé sur le disque dur ou tout autre dispositif de stockage. Si le logiciel est stocké sur un ordinateur autre qu'un serveur de réseau, l'utilisateur initial peut également utiliser le logiciel sur un ordinateur personnel ou portable. Le présent contrat prend effet dès l'achat pour une durée indéterminée.

#### 2. Limitation des droits de concession :

L'utilisateur s'interdit d'altérer, de fusionner, de modifier ou d'adapter le logiciel notamment en le désassemblant ou en le décompilant.

#### 3. Droits d'auteur :

Le logiciel et sa documentation appartiennent à D.M.S ou à ses fournisseurs et sont protégés par les réglementations en matière de droits d'auteurs applicables en France. Les dispositions des traités internationaux, ainsi que les autres législations nationales sont applicables. D.M.S se réserve tous les droits non expressément accordés par le présent accord. D.M.S est une marque déposée. Toutes les marques citées sont des marques déposées par leurs auteurs respectifs.

#### 4. Garantie / Limite de Garantie :

D.M.S garantit que le logiciel est pour l'essentiel conforme à la documentation correspondante. D.M.S garantit également que les supports logiciels et sa documentation sont exempts de tout vice de fabrication. D.M.S remplacera sans frais les documentations et supports défectueux sous réserve qu'ils soient renvoyés à D.M.S sous 90 jours accompagnés de leurs justificatifs de paiement. Néanmoins cette garantie ne sera applicable au cas où la défectuosité résulterait d'un accident, d'un abus ou d'une mauvaise utilisation. Tout logiciel de remplacement sera garanti pour la période de garantie d'origine restant à courir. La responsabilité de D.M.S et votre seul recours en cas de mise en jeu de cette garantie seront limités au choix de D.M.S, au remplacement de la disquette ou au remboursement du logiciel

#### 5. Absence de responsabilité pour les dommages indirects :

En aucun cas D.M.S ou ses fournisseurs ne pourront être tenus pour responsable de tout dommage de quelque nature que ce soit, notamment perte d'exploitation, perte de données ou toute autre perte résultant de l'utilisation ou de l'impossibilité d'utiliser le logiciel de D.M.S, même si D.M.S a été prévenu de l'éventualité de tels dommages. La responsabilité de D.M.S pour un préjudice réel quelconque subi par l'utilisateur, quel que soit le recours invoqué, ne peut en aucun cas dépasser le montant versé pour l'achat du logiciel. Le présent contrat est régi par le droit français. Tout litige qui en résulterait sera de la compétence exclusive des tribunaux du siège social de D.M.S.



## DESCRIPTION INFORMATIQUE

Le module informatique associé au vélo à assistance électrique permet l'acquisition, la visualisation, le traitement, l'impression et le stockage des résultats des mesures effectuées à partir des capteurs.

### Environnement informatique nécessaire :

Il fonctionne sur un micro-ordinateur :

- ✓ Type : PC
- ✓ Processeur : Pentium recommandé
- ✓ Mémoire vive : 256 Mo minimum
- ✓ Système d'exploitation : Windows 2000, NT, XP ou supérieur
- ✓ Vidéo : résolution 800 x 600
- ✓ Disque dur : 1 Go de libre au minimum pour l'installation complète

## INSTALLATION

Suivre impérativement la procédure d'installation ci-dessous :

- 1°) Insérer le CD d'installation des drivers National Instruments dans le lecteur approprié
- 2°) Attendre le démarrage automatique de l'installation (quelques dizaines de secondes suivant la rapidité du lecteur et de l'ordinateur)
- 3°) Suivre les instructions d'installation
- 4°) Copier le répertoire du CD logiciel velo\_assiste sur votre ordinateur
- 5°) Il est indispensable de charger le fichier d'étalonnage velo-assiste.cfg se trouvant sur le CD de configuration.

## DESCRIPTION DES FONCTIONNALITES DU LOGICIEL

### Fenêtre principale :

Ce paragraphe décrit les fonctions remplies par les boutons de la barre d'outils de la fenêtre principale.

#### **Nouveau**

Cette fonction permet d'entamer une nouvelle session de mesures. Son activation de cette option provoque l'initialisation des paramètres du logiciel et la suppression de l'ensemble des mesures précédentes.

Lors de l'enregistrement en fichier, un nom sera demandé pour la sauvegarde.

#### **Ouvrir**

Cette fonction permet d'ouvrir un fichier de résultats de mesures effectuées antérieurement. Ce fichier est désigné par un nom de huit caractères alphanumériques, commençant par une lettre et une extension définie par un point et trois caractères, exemple : **.MES**.

La sélection est réalisée au moyen d'une boîte de dialogue d'ouverture de fichiers.

Les valeurs relevées lors de nouvelles mesures effectuées à partir de cet instant sont ajoutées à la fin de ce fichier lors de la prochaine sauvegarde.

La sauvegarde ultérieure sera faite par défaut sous ce nom.

#### **Effacer**

Cette fonction permet de supprimer une ou plusieurs mesures dans l'étude en cours. Très utile lorsque l'on arrive à la limite des 10 mesures autorisées par étude.

#### **Sauver**

Cette fonction permet de sauvegarder sur disque les résultats de la série de mesures en cours. La sauvegarde est effectuée sous le nom choisi par l'option **[Ouvrir]**.

Si aucun nom n'a été défini explicitement, ce qui est le cas lorsque la session a débuté sans chargement d'un fichier, celui-ci est baptisé **SANS\_NOM.MES**, dans le répertoire courant.

#### **Mesures**

Cette fonction permet la réalisation de mesures sur la station (Voir chapitre Mesures).

#### **Courbes**

Cette fonction permet l'analyse graphique des résultats des mesures effectuées (Voir chapitre Choix des paramètres).

#### **Configuration**

Cette fonction permet de modifier les coefficients de pente et d'origine des différents paramètres physiques (Voir chapitre Configuration).

Cet icône a été déplacée dans la fenêtre "Affichage des courbes" de façon à vérifier immédiatement l'impact sur la modification des coefficients.

Mesures :

**Initialisation de la mesure**



Cette fonction permet d'initialiser l'acquisition. Elle permet de démarrer une acquisition, de l'arrêter. L'importation des résultats se fait automatiquement ensuite. Le numéro de la mesure sera le prochain sur les 10 disponibles.

Choix des paramètres :

Ce paragraphe décrit les fonctions remplies par les boutons "choix des paramètres".

*Paramètres d'affichage :*

**Abscisse** 

L'appui sur ce bouton permet ensuite de sélectionner sur la fenêtre de gauche le paramètre que l'on souhaite en abscisse des courbes.

**Ordonnée** 

L'appui sur ce bouton permet ensuite de sélectionner sur la fenêtre de gauche le(s) paramètre(s) que l'on souhaite en ordonnée des courbes.

**Tracer** 

Trace les courbes telles qu'elles ont été définies. Cette fonction n'est accessible que si l'on a au moins un paramètre en ordonnée et une mesure sélectionnée (Voir chapitre Affichage des courbes).

**Supprimer** 

Supprime le paramètre en ordonnée sélectionné (en bleu) de la liste des paramètres à tracer. Cette fonction n'est accessible que si l'on a au moins un élément à supprimer.

**Mesures**

Cette fenêtre permet de sélectionner une ou plusieurs mesures.

Paramètres physiques :

**Courant électrique batterie** 

Descriptif : Courant électrique fourni par la batterie. Unité : (A)

**Courant électrique moteur** 

Descriptif : Courant électrique absorbé par une phase du moteur d'assistance. Unité : (A)

**Couple de pedalage** 

Descriptif : Couple mesuré par le capteur de couple du pédalier. Unité : (N.m)

**Vitesse moteur** 

Descriptif : Vitesse de rotation du moteur d'assistance Unité : (Tr/min)

**Vitesse de Rotation de la roue** 

Descriptif : vitesse de rotation, donnant la vitesse virtuelle du vélo. Unité : (km/H)

**Effort tangentiel sur la roue** 

Descriptif : mesure de l'effort tangentiel généré par la roue sur le home trainer. Unité : (N)

**Tension batterie** 

Descriptif : mesure de la tension délivrée par la batterie. Unité : (V)

**Tension moteur** 

Descriptif : mesure de la tension instantanée délivrée sur une phase du moteur d'assistance. Unité : (V)

**Formule** 

Descriptif : Cette fonction permet de réaliser des traitements à partir des paramètres physiques (Voir chapitre Formule).

**Temps** 

Descriptif : Temps durant les mesures. Unité : (s)

Formules :

L'activation de ce bouton permet de définir comme paramètre à évaluer une expression obtenue à partir des paramètres de la mesure et des fonctions mathématiques usuelles.

La syntaxe de la formule est celle retenue par les langages de programmation usuels.

Un paramètre est identifié par le groupement **PRM** suivi entre parenthèses de son **indice**.

Une liste des paramètres physiques permet de taper la syntaxe du paramètre.

Exemple : **PRM(1)\*PRM(6)**

**PRM(1)\*PRM(6)\*PI/180**

L'expression est évaluée au moment de la sortie par validation de **[Ok]**; en cas d'erreur de syntaxe, la sortie est refusée.

Affichage des courbes :

Introduction :

Le fait de cliquer sur une courbe permet de la rendre courante (en gras) : les libellés en x et y, les échelles en x et y sont ainsi affectés à cette courbe. Très utile pour modifier les options.

Zoom :

**Zoom plus** 

Permet de zoomer en plus sur une partie du graphique en cliquant sur celui-ci.

**Zoom moins** 

Permet de zoomer en moins sur une partie du graphique en cliquant sur celui-ci.

**Zoom fenêtré** 

Permet de zoomer sur une partie du graphique en sélectionnant une fenêtre à l'aide de la souris sur celui-ci.

**Zoom total** 

Ramène au zoom de départ.

Valeurs :

**Fenêtre** 

Active le mode valeurs. Celui-ci permet de visualiser les valeurs numériques de la courbe en gras.

**Suivant** 

Permet de se déplacer d'un point en avant sur la courbe en gras.

**Précédent** 

Permet de se déplacer d'un point en arrière sur la courbe en gras.

**Début** 

Permet de se déplacer sur le premier point de la courbe en gras.

**Fin** 

Permet de se déplacer sur le dernier point de la courbe en gras.

Impression :

**Impression des courbes** 

Permet d'effectuer une sortie sur imprimante des courbes telles qu'elles apparaissent à l'écran. Une boîte de dialogue Windows permet de configurer les paramètres de l'impression: choix du type d'imprimante, du format et de l'orientation du papier, qualité de l'impression, etc.

**Exportation des courbes** 

Autorise le transfert du schéma vers le presse papier de Windows pour une insertion dans un document ouvert par un autre logiciel. Son format est de type Bitmap.

Options :

**Changement de couleur**



Permet de modifier la couleur de la courbe courante (en gras).

**Changement d'échelle**



Permet de modifier l'échelle de la courbe courante (en gras).

**Passage à une seule échelle**



Permet de modifier les échelles de toutes les courbes affichées. Très utile pour comparer des courbes de même unité.

**Changement du label en X**



Permet de modifier le label en X de la courbe courante (en gras).

**Changement du label en Y**



Permet de modifier le label en X de la courbe courante (en gras).

Configuration :

### **Mot de passe**

Un mot de passe empêche la modification intempestive de la configuration. Celui-ci est indiqué sur la disquette d'installation. Il peut être retrouvé ou modifié dans le fichier 'velo\_assiste.cfg' qui se trouve dans le répertoire où a été installé le logiciel.

### **Etalonnage des capteurs**

Les différents paramètres physiques sont affichés au moyen de la formule :

$$Y = \text{pente} * X + \text{coefficient à l'origine}$$

Les constantes de pente et de coefficient à l'origine peuvent être définies dans cette fenêtre.

**[Accepter]** : valide le changement des valeurs.

**[Défaut]** : réaffecte aux paramètres leurs valeurs d'origine (contenues dans le fichier 'dae.cfg')

### **Réglage des capteurs : mise à zéro ou mise à l'origine**

Au départ de l'usine, tous les capteurs sont étalonnés.

Cependant, il peut être nécessaire, sur votre machine, d'effectuer la mise à zéro mise à l'origine des différents capteurs. En effet, certaines interventions (réglages, remplacements de capteurs, ...) peuvent provoquer un décalage de leur origine.

Les coefficients de pente et d'origine des capteurs sont accessibles dans le menu [Configuration] du logiciel, protégés par un mot de passe (vélo, par défaut). Leurs valeurs sont par défaut égales à 1.0 et 0.0.

Les coefficients de pente (ou gain des capteurs) sont réglés en usine et l'utilisateur n'a en principe pas à intervenir sur ces valeurs.



### 2.1.4.3 Entretien de l'équipement

#### 2.1.4.3.1 Nettoyage et contre indications

Le vélo à assistance électrique e-bike se nettoie à l'aide d'un chiffon sec.

Ne pas nettoyer ou exposer à l'humidité.

Aucun entretien particulier n'est nécessaire à l'exception de l'entretien ordinaire du vélo (gonflage des pneus, changement des patins de freins, graissage de la chaîne,...).

#### 2.1.4.3.2 Charge de la batterie

La batterie se charge exclusivement avec le chargeur fourni, dans un local ventilé.

### 2.1.4.4 Sécurité

Toute intervention à l'intérieur du boîtier d'acquisition est strictement interdite (risques d'électrocution).

Toute intervention de nettoyage nécessite le débranchement de l'équipement du secteur.

Pour consigner la machine suivre la procédure suivante :

- Couper le contact batterie par la commande au guidon
- Mettre le boîtier DMS hors tension (bouton marche / arrêt à l'arrière du boîtier)
- Enlever la prise de courant et retirer le cordon secteur
- Enlever la batterie
- Déconnecter le cordon USB

## 2.2 Le bloc moteur monté sur support

Le bloc moteur monté sur support permet de déterminer l'effort en sortie de bloc en fonction d'une consigne. Cette dernière est réalisée avec les masses pendues en bout de la manivelle.



## 2.3 Le bloc moteur démonté en mallette

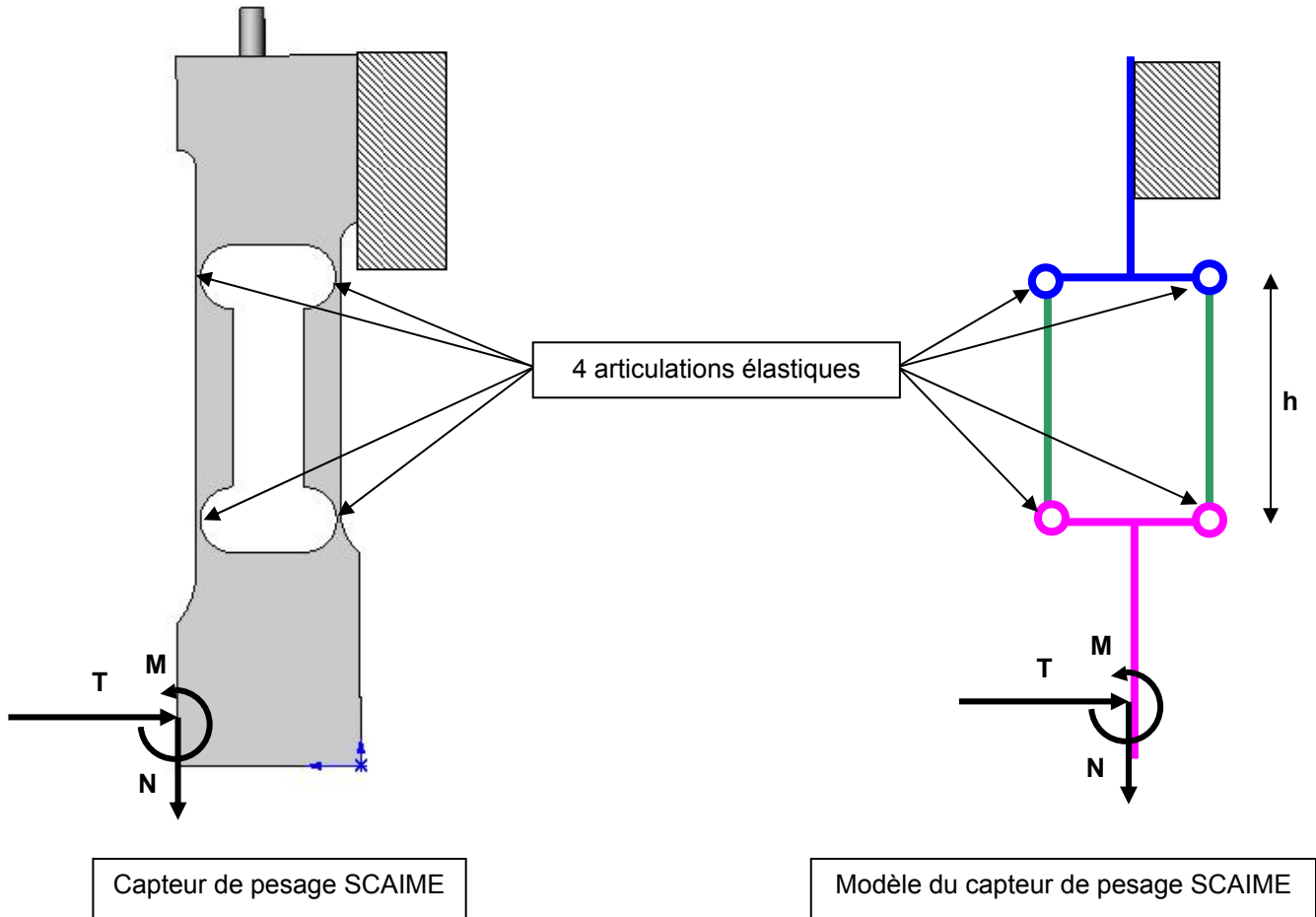
Le bloc moteur démonté en mallette permet d'approfondir l'analyse structurale du bloc moteur.



**ANNEXE**

**Mesure de l'effort tangentiel résistant exercé sur la roue**

**Capteur de pesage utilisé**



Des jauges de déformation collées sur l'une des articulations élastiques permettent de définir le moment de flexion  $M_f$  dans cette zone et donc de définir :

$$T = \frac{M_f}{h}$$

La mesure ne dépend ni de la position de T ni des valeurs de N et M

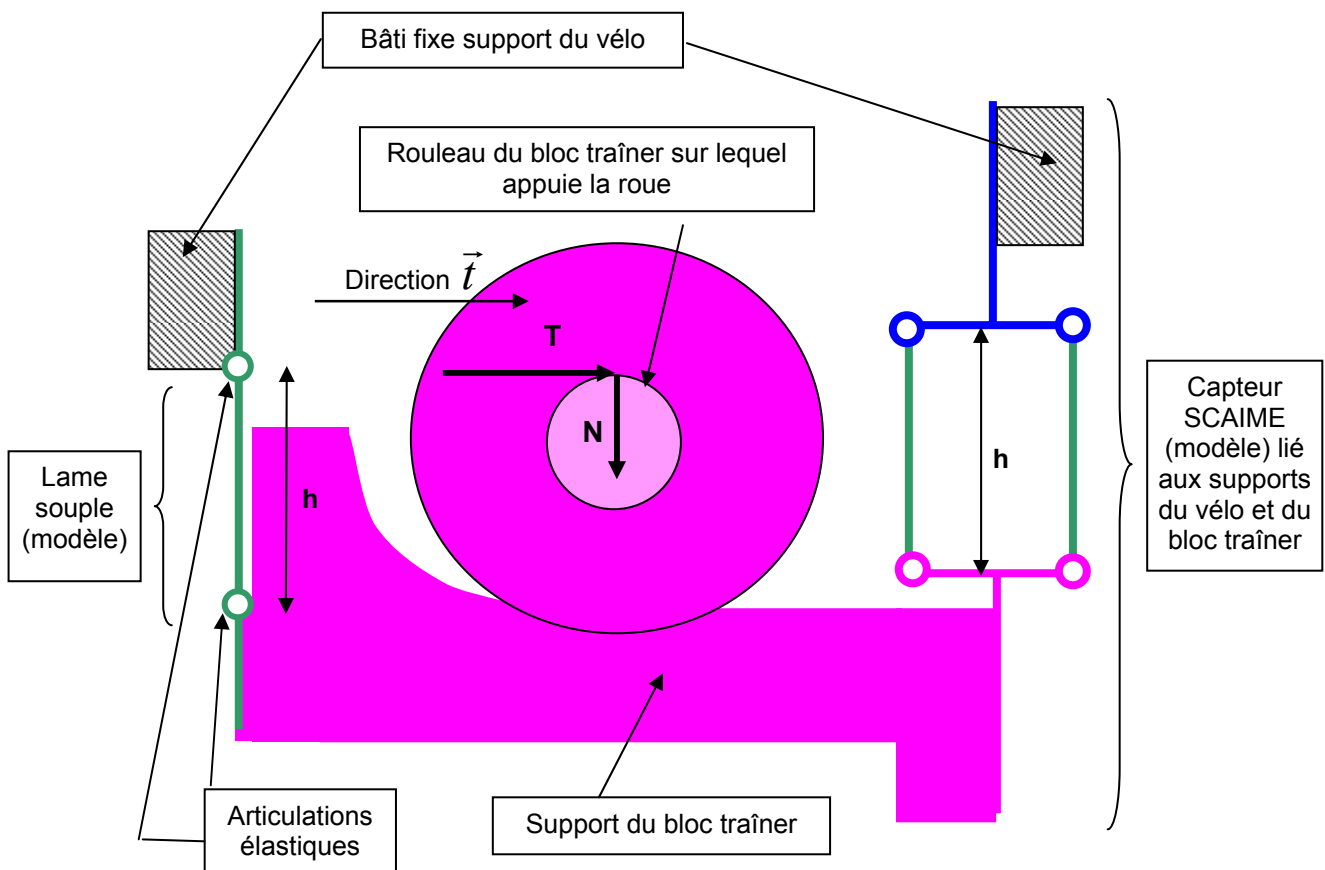
**Montage utilisé**

**Schéma de principe :**

Le guidage de l'ensemble {traîneau, bloc traîneau} est hyperstatique. La lame souple surabondante permet de minimiser la valeur des composantes d'efforts N et M appliquées au capteur

L'ensemble {rouleau du bloc traîneau, support du bloc traîneau} est en translation circulaire par rapport au bâti support de vélo, pour le petit mouvement dû à la déformation du capteur, cette translation peut être considérée rectiligne, de direction  $\vec{t}$  on a ainsi réalisé une liaison glissière élastique sans frottements de l'ensemble {traîneau, bloc traîneau} par rapport au support fixe.

L'ensemble {rouleau du bloc traîneau, support du bloc traîneau} isolé et l'équation de résultante projetée sur  $\vec{t}$  montrent que T est la grandeur mesurée par le capteur.



Solution technologique

