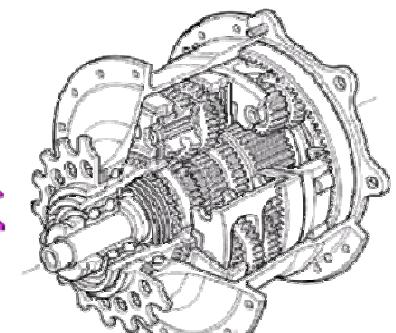


# Documentation Technique

VÉLO PAS A ASSISTANCE ÉLECTRIQUE



[Présentation générale de la DAE](#)

[Mise en œuvre de la DAE](#)

[Présentation externe de la DAE](#)

[Présentation interne de la DAE – Composants](#)

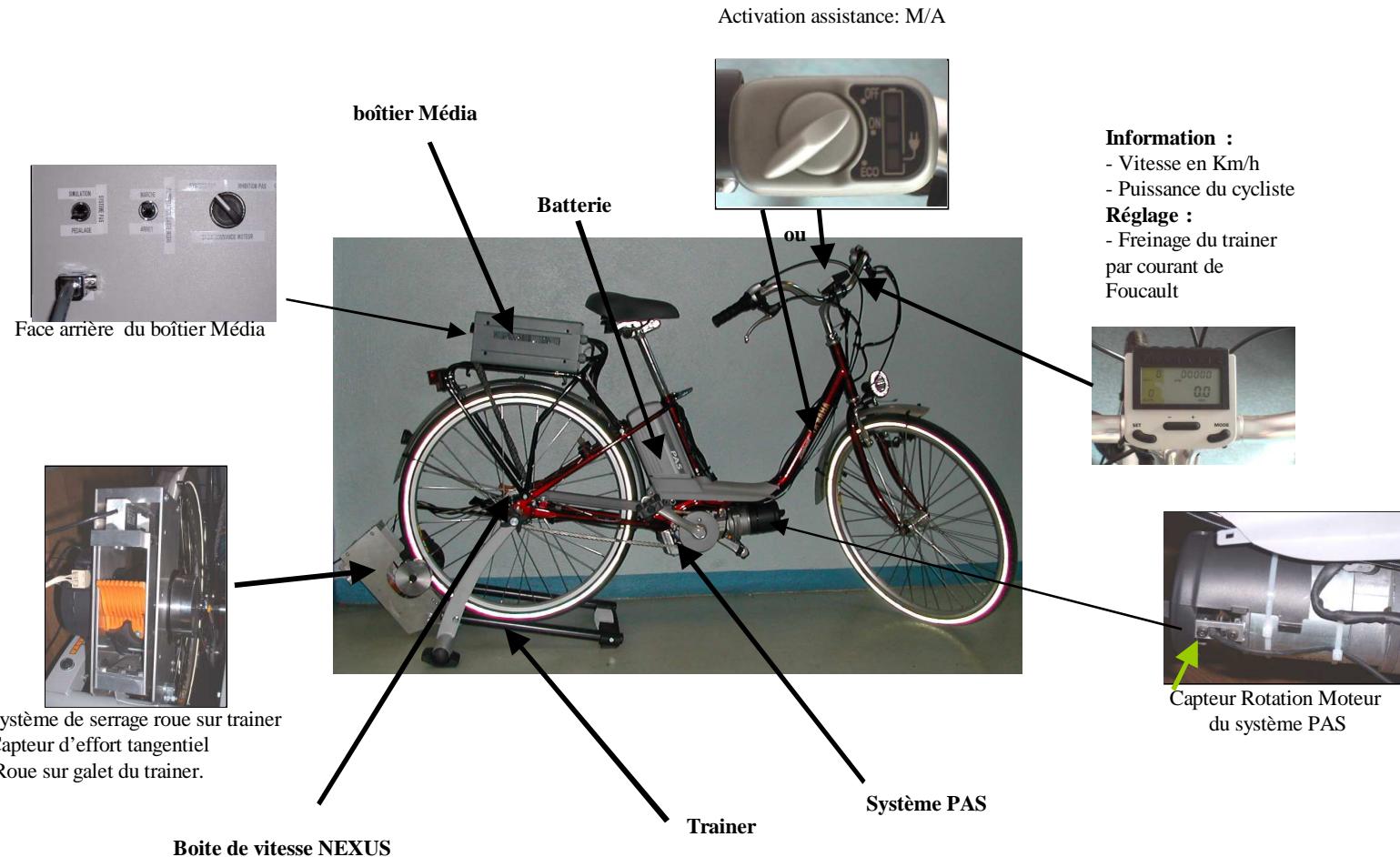
[Présentation du logiciel d'acquisition](#)

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU VELO ELECTRIQUE

# PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU VÉLO ÉLECTRIQUE YAMAHA

- ◆ Depuis son invention, il y a près d'un siècle et demi, la bicyclette n'a cessé de suivre les évolutions technologiques liées aux principes de transmission de puissance, aux matériaux et à leur mise en forme. Jusqu'alors, seule l'énergie développée par le cycliste était motrice et celui-ci peinait lorsqu'il lui fallait fournir un effort important. Depuis 1997, la société japonaise Yamaha propose un produit dont le principe repose sur l'utilisation d'une énergie d'appoint qui prend en charge une partie du travail à fournir lorsque le pédalage devient difficile (démarrage, montées, vent de face ...).
- ◆ Le système d'aide au pédalage est un système commandé puisque son assistance dépend de :
  - ◆ l'effort de pédalage ;
  - ◆ la vitesse de la bicyclette.
- ◆ Ce nouveau concept de vélo utilise :
  - ◆ Le système d'assistance électrique PAS (Power Assist System) développé par la société Yamaha. Ce système est monté sur l'axe de pédales. Un sélecteur trois positions (Off – On – Eco) monté sur le guidon du vélo permet de couper ou non le système PAS.
  - ◆ Un dérailleur Nexus 4 à trains épicycloïdaux et à frein intégré développé par la société Shimano. Ce dérailleur est situé dans le moyeu de la roue arrière. La sélection des vitesses pour le dérailleur Nexus 4 est manuelle.
  - ◆ Une batterie NiCd de 24 V et 5 Ah facilement escamotable pour être rechargée en quelques heures sur simple prise de courant. Un indicateur de charge est placé sur le guidon du vélo permettant de connaître le taux de charge disponible.

# PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU VÉLO ÉLECTRIQUE YAMAHA

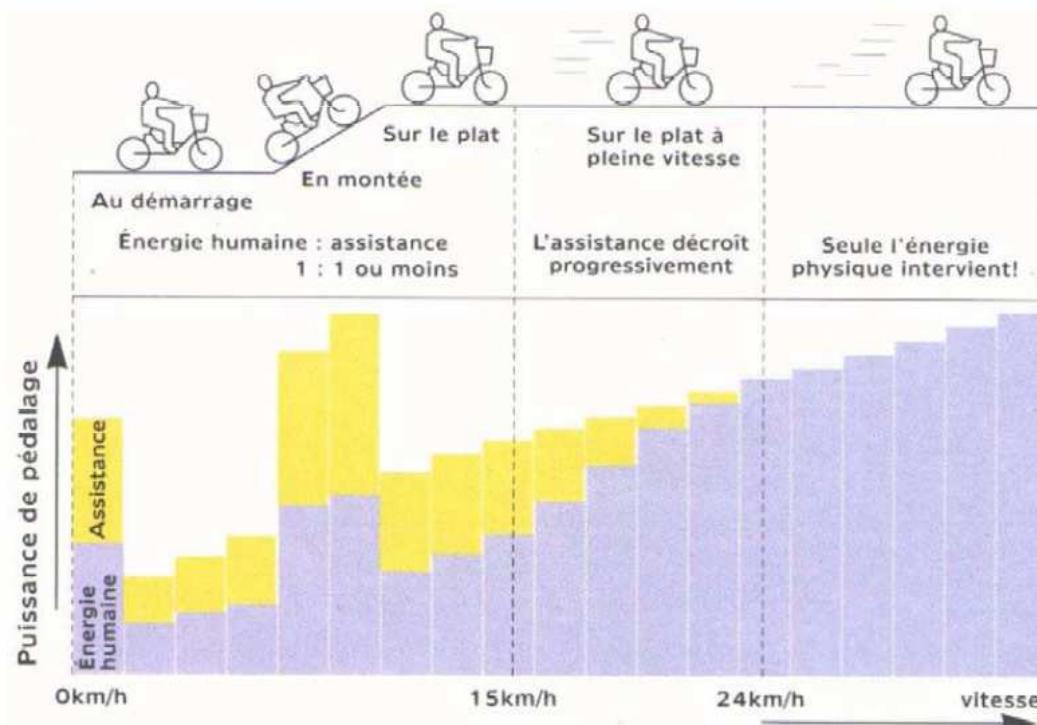


[Retour vers le menu](#)

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU VÉLO ÉLECTRIQUE YAMAHA

### GESTION DE L'ASSISTANCE

- La gestion de l'assistance obéit aux principes suivants :
  - jusqu'à 15 km/h, le système fournit une puissance égale à celle générée par le cycliste ;
  - entre 15 et 24 km/h, l'assistance décroît progressivement au fur et à mesure que la vitesse augmente ;
  - à partir de 24 km/h, l'assistance est nulle et seule la puissance du cycliste est motrice.
- Le graphique ci-dessous, extrait d'une brochure commerciale, met en évidence la variation de l'assistance



[Retour vers le menu](#)

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU VÉLO ÉLECTRIQUE YAMAHA GESTION DE L'ASSISTANCE

- La puissance d'appoint est délivrée par le moteur électrique qui est commandé par le calculateur. Celui-ci transmet les consignes élaborées selon une loi préprogrammée en fonction de la puissance fournie par le cycliste.
- Le vélo électrique permet d'assister les personnes voulant se déplacer en déployant un effort physique limité. Dans un contexte où l'environnement est au cœur des préoccupations, il est aussi un moyen de déplacement qui limite la pollution.
- Les vélos électriques permettent d'ajouter l'énergie fournie par un humain à une énergie fournie par un moteur électrique afin de faire avancer un vélo. L'énergie humaine est transformée en énergie mécanique par le pédalier. Un boîtier de commande a pour but de déterminer si une assistance est nécessaire ou pas. Si tel est le cas, le moteur permet de fournir une énergie mécanique supplémentaire. L'énergie mécanique humaine ainsi que l'énergie mécanique fournie par le moteur sont sommées par une couronne présente dans la boîte de vitesses.
- L'énergie électrique est fournie par une batterie de 24V. L'utilisateur a la possibilité de sélectionner l'assistance qu'il désire : pas d'assistance, assistance économique, pleine assistance.

## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE CONSTITUANTS DU BANC DE MESURE

- ◆ Un vélo Yamaha PAS sur lequel :
  - ◆ les signaux « tension du moteur à courant continu », « intensité du moteur à courant continu » et « tension du capteur de mesure de l'effort de pédalage » sont prélevés et envoyés au boîtier MEDIA.
  - ◆ un capteur de vitesse de rotation du moteur à courant continu a été placé dans le prolongement de l'arbre moteur. Le signal de sortie de ce capteur est envoyé au boîtier MEDIA.



## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE BOÎTIER ÉLECTRONIQUE MEDIA

- ◆ Le boîtier met en forme les divers signaux en vue d'une acquisition de ceux-ci par une carte électronique implantée dans le micro-ordinateur.
- ◆ Le boîtier permet, grâce aux interrupteurs situés sur sa face arrière, de travailler selon les trois modes suivants :
  - ◆ le mode « PEDALAGE – SYSTEME PAS» : au cours d'une séquence normale d'utilisation (avec cycliste et le sélecteur PAS sur On), 6 grandeurs physiques sont mesurables par la carte d'acquisition Digimétrie
  - ◆ le mode « SIMULATION – SYSTEME PAS» : un effort de pédalage est alors simulé. Pour cela, la carte Digimétrie, via le boîtier MEDIA, envoie un signal à l'unité de commande du système PAS à la place de celui du capteur d'effort de pédalage. 6 grandeurs physiques sont toujours mesurables. Aucun cycliste n'est nécessaire.
  - ◆ le mode « SIMULATION – INHIBITION PAS » : l'unité de commande du système PAS est alors inhibé. Pour cela, la carte Digimétrie, via le boîtier MEDIA, envoie un signal au moteur à courant continu du système PAS à la place de celui de l'unité de commande du système PAS. 6 grandeurs physiques sont toujours mesurables. Aucun cycliste n'est nécessaire.

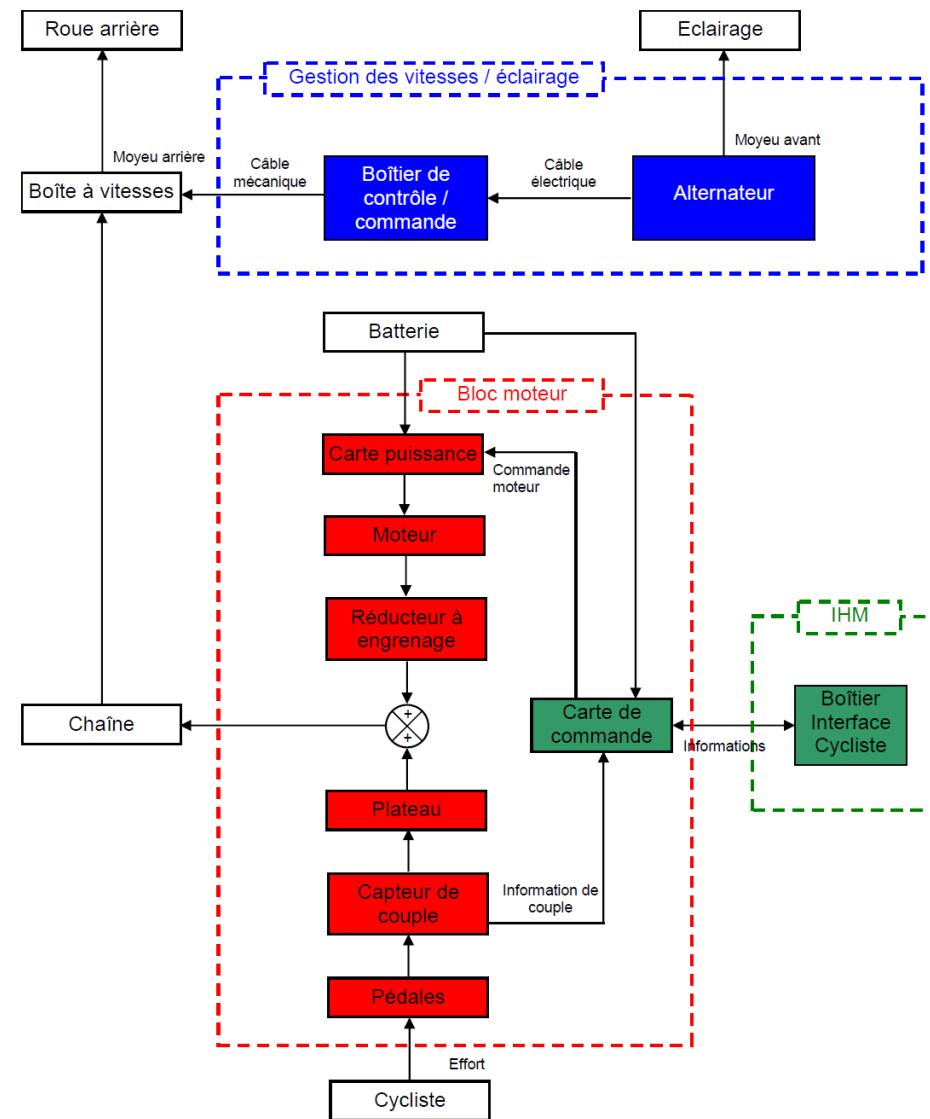


[Retour vers le menu](#)

## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

### STRUCTURE DU VÉLO

- ◆ *Attention, cette structure ne reflète pas exactement la structure du vélo PAS.*



## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE LE TRAINER

- ◆ Le trainer « Tacx Cycleforce » est utilisé sur le banc MEDIA pour simuler une résistance sur la roue arrière du vélo Yamaha PAS. Ce trainer est principalement constitué :
  - ◆ d'un cadre pliable sur lequel est fixée la roue arrière du vélo ;
  - ◆ d'un simulateur de résistance monté sur le cadre pliable ;
  - ◆ d'un capteur de cadence monté sur le cadre du vélo ;
  - ◆ d'un ordinateur de bord monté sur le guidon du vélo.



Capteur de cadence      Cadre pliable      Simulateur de résistance



Ordinateur de bord

## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE LE TRAINER

- Trois types de données sont enregistrés et visualisables par l'ordinateur de bord :
  - ◆ la vitesse du vélo (en km.h-1) ;
  - ◆ la puissance totale fournie (en Watt) ;
  - ◆ la cadence de pédalage (en tr.min-1).
- Avec les touches + et – vous pouvez commuter le visuel de vitesse à puissance et ainsi de suite.
- Avec le trainer, il est possible de simuler une résistance sur la roue arrière du vélo. Cela se fait sur l'ordinateur de bord au moyen de la variable SLOPE. Cette variable agit sur le rouleau du simulateur. Le constructeur a défini quatorze paliers de résistance, c'est-à-dire que la variable SLOPE peut varier de – 4 à + 9.
- Après avoir pressé sur la touche SET, vous verrez clignoter dans l'angle inférieur gauche la résistance en montée (SLOPE), qui est réglée d'usine sur 0. Avec les touches + et -, vous pouvez faire varier la résistance de – 4 à + 9. En appuyant ensuite sur la touche MODE, vous pourrez fixer le nouveau paramètre de résistance.
- Le simulateur de résistance est réalisé à partir d'un frein à courants de FOUCAULT installé sur l'axe du « home trainer ».



## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

### LA COMMANDE

- ◆ Un premier commutateur C1 permet d'alimenter le moteur soit à par le boîtier de commande d'origine PAS (Commutateur en position système PAS) soit par un amplificateur du commerce (OPA 241 PA /BURR BROWN) (Commutateur en position Inhibition PAS). Un deuxième commutateur C2 permet de choisir le signal de commande soit celui issu du potentiomètre du système PAS mesurant le couple de pédalage (Commutateur en position pédalage) soit celui issu du générateur de signal de la carte Digimétrie (Commutateur en position simulation). La mise en énergie du boîtier de commande PAS est réalisée par l'interrupteur OFF ON ECO du vélo.
- ◆ La mise en énergie de l'amplificateur du commerce est réalisée par l'interrupteur MARCHE ARRET du boîtier MEDIA sur le porte bagage.
- ◆ Remarque : en position inhibition PAS la commande ne peut être que celle générée par la carte Digimétrie, le deuxième commutateur pédalage simulation est inopérant.

## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE LES GRANDEURS MESURÉES

- ◆ Le produit didactisé permet d'enregistrer les grandeurs suivantes :
  - ◆ la tension de commande notée : tension potentiomètre ;
  - ◆ la tension d'alimentation du moteur notée : tension moteur ;
  - ◆ l'intensité consommée par le moteur notée : intensité moteur ;
  - ◆ la vitesse de rotation de la roue notée : vitesse de rotation ;
  - ◆ le couple résistant sur la roue noté : couple roue ;
  - ◆ la vitesse de rotation du moteur notée : vitesse moteur.
- ◆ La carte Digimétrie permet d'afficher leurs images en tension de 0 à 5V sur une même fenêtre et leurs valeurs réelles avec les unités correspondantes sur 5 autres fenêtres.
- ◆ Remarque : en mode simulation la tension potentiomètre correspond au signal simulé par la carte Digimétrie.

## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE CAPTEURS

- ◆ Pour être lues et exploitées par la carte Digimétrie, toutes les valeurs sont converties en signaux 0-5 V images de la grandeur. Les conversions sont réalisées par le boîtier MEDIA situé sur le porte bagage dont la mise en énergie est réalisée par l'interrupteur MARCHE ARRET. La transformation affine proposée par la carte Digimétrie permet d'afficher les valeurs réelles.

## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE CAPTEURS

Grandeur	Commentaires	Relation image en V /grandeur
Tension de commande	Sa valeur est comprise entre 0 et 5 V, elle est mesurée directement par la carte Digimétrie aux bornes du potentiomètre.	Identité $U \text{ potentiomètre (V)} = U_{0 \text{ image}}$
Tension d'alimentation du moteur	L'alimentation est réalisée par un hacheur, un filtre RC permet de faire apparaître la valeur moyenne instantanée. Cette tension moyenne évolue entre 0 et 24 V. Pour être lue par la carte Digimétrie un pont diviseur permet de la ramener à une valeur $U_{1 \text{ image}}$ de 0 à 5V	$U \text{ moteur (V)} = 5,25 * U_{1 \text{ image}}$
Intensité moteur	Le fil d'alimentation du moteur traverse un capteur à effet Hall LEM LTS 25-NP. Celui-ci délivre une tension $U_{2 \text{ image}}$ [2,5-3,12 V] pour une intensité [0- 12 A].	$I \text{ moteur (A)} = (U_{2 \text{ image}} - 2,5) * 20$
Fréquence de rotation de la roue	L'information est prise sur le capteur à fentes du trainer. Il délivre 4 impulsions par tour du rouleau. Un convertisseur-fréquence tension de type LM2917 (NSC) permet d'obtenir une tension image $U_{3 \text{ image}}$ comprise entre 0 et 5 V	$W \text{ roue (tr/s)} = 1.62 * U_{3 \text{ image}}$
Couple 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 AG5 qui délivre 20 mV pour 50 N. Cette tension est amplifiée pour obtenir une tension $U_{4 \text{ image}}$ comprise entre 0 et 5 V.(Voir figures 2 et 3 )	$\text{Couple roue (N.m)} = 4 * U_{4 \text{ image}}$
Fréquence de rotation moteur	L'information est prise sur un capteur à fentes monté en bout d'arbre moteur. Il délivre 9 impulsions par tour du rouleau. Un convertisseur-fréquence tension de type LM2917 (NSC) permet d'obtenir une tension image $U_{5 \text{ image}}$ comprise entre 0 et 5 V.	$N \text{ moteur(tr/mn)} = 847 * U_{5 \text{ image}}$

## MISE EN ŒUVRE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

## MISE EN ŒUVRE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

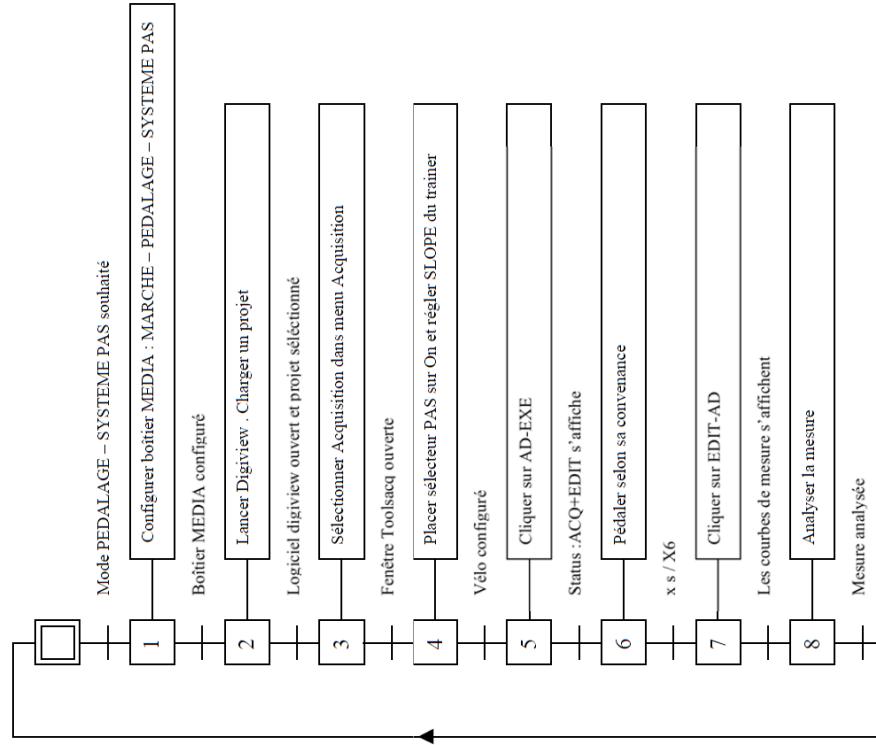
- ◆ Dans un premier temps, NE PAS Mettre en route le vélo ( sélecteur d'assistance sur OFF)
- ◆ Brancher la prise d'alimentation du trainer : l'ordinateur de bord du trainer fixé au guidon s'allume
- ◆ Mettre les interrupteurs du boitier média comme sur la photo
- ◆ Sélecteur de vitesse sur la 1<sup>er</sup> vitesse
- ◆ Pédaler et augmenter au fur et à mesure à l'aide du tableau de bord du trainer le freinage (simulation de pente)
- ◆ Refaire la séance de pédalage cette fois avec le sélecteur d'assistance du vélo sur ON



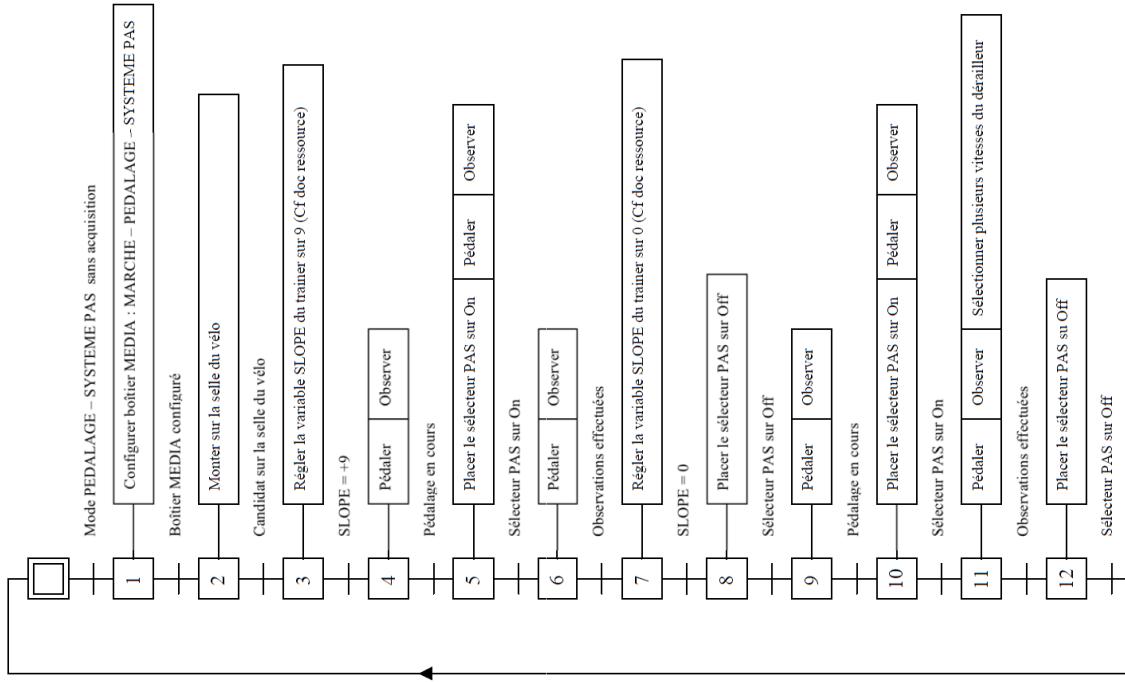
[Retour vers le menu](#)

# DOCUMENTATION TECHNIQUE – VÉLO A ASSISTANCE ELECTRIQUE

## PROCEDURE « Mode PEDALAGE – SYSTEME PAS – Avec acquisition »



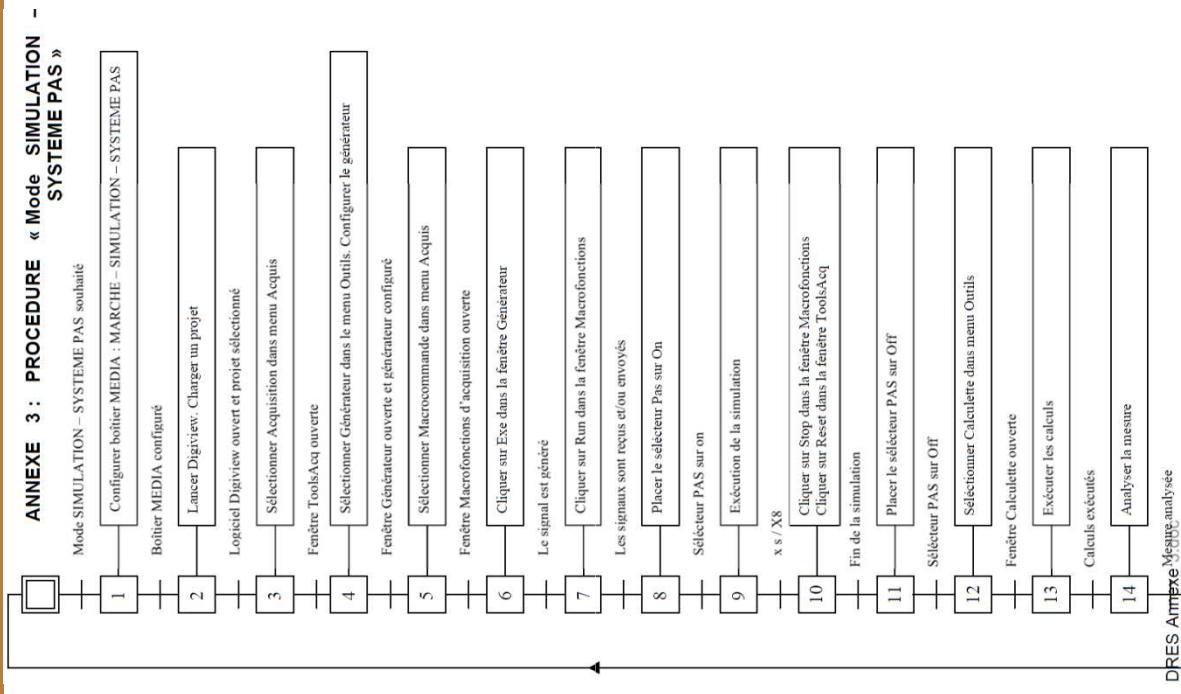
## PROCEDURE « Mode PEDALAGE – SYSTEME PAS – Sans Acquisition »



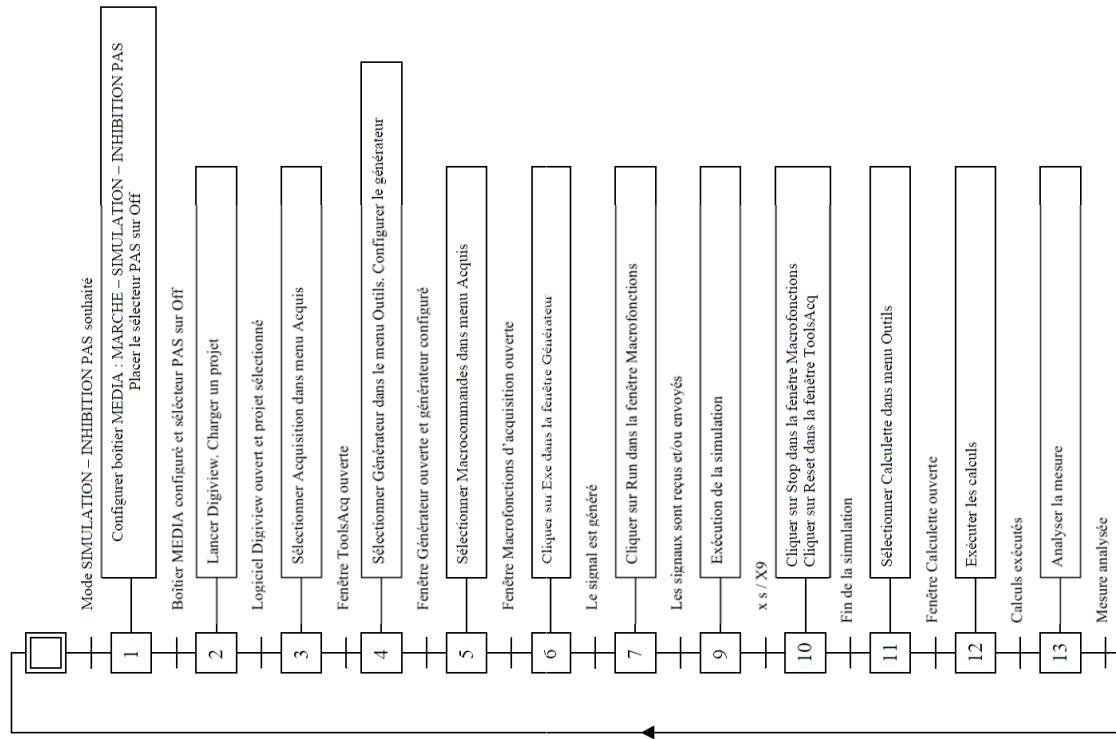
# DOCUMENTATION TECHNIQUE – VÉLO A ASSISTANCE ELECTRIQUE

20

## ANNEXE 3 : PROCEDURE « Mode SIMULATION – SYSTEME PAS »



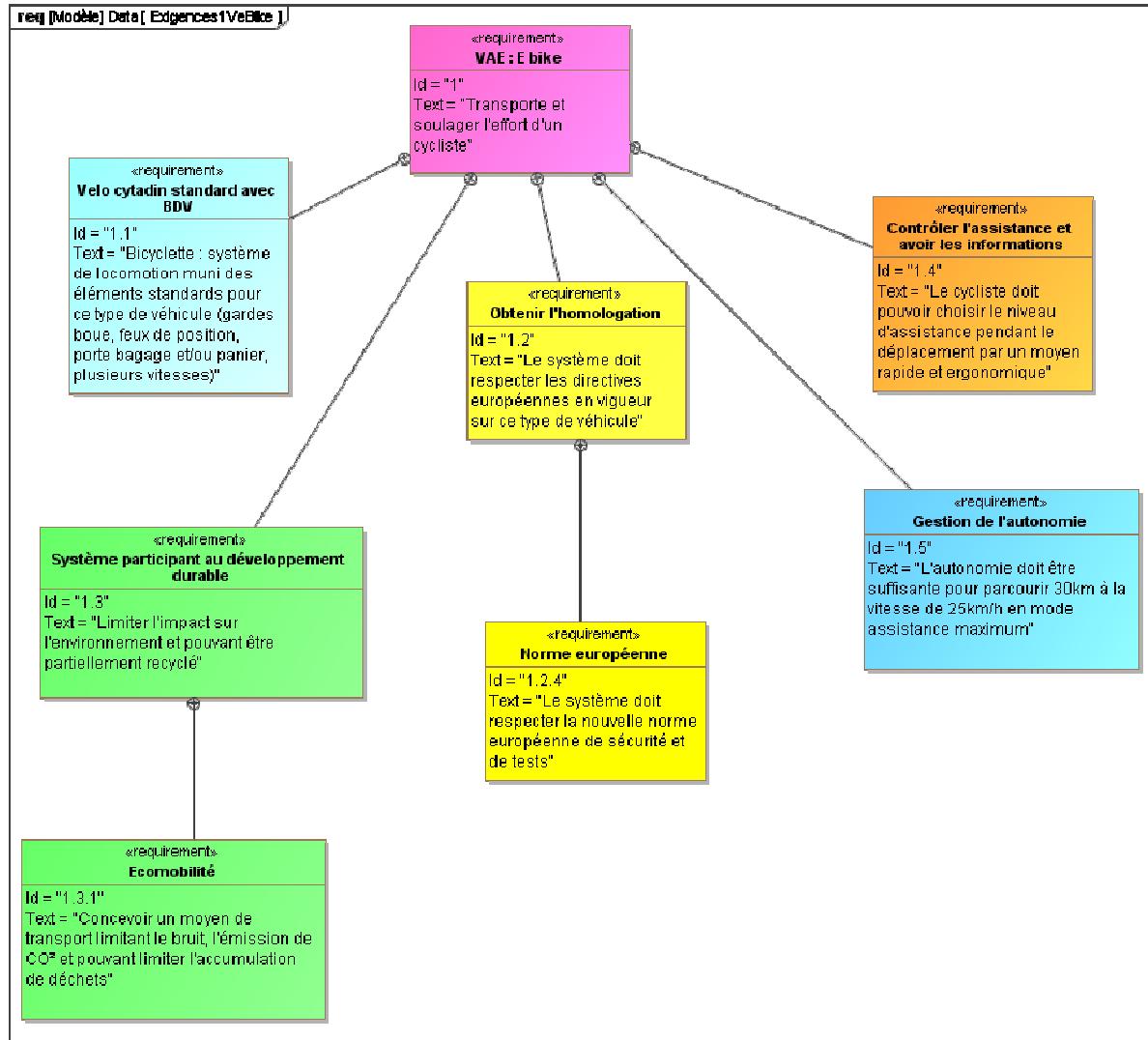
## ANNEXE 4 : PROCEDURE « Mode SIMULATION – INHIBITION PAS »



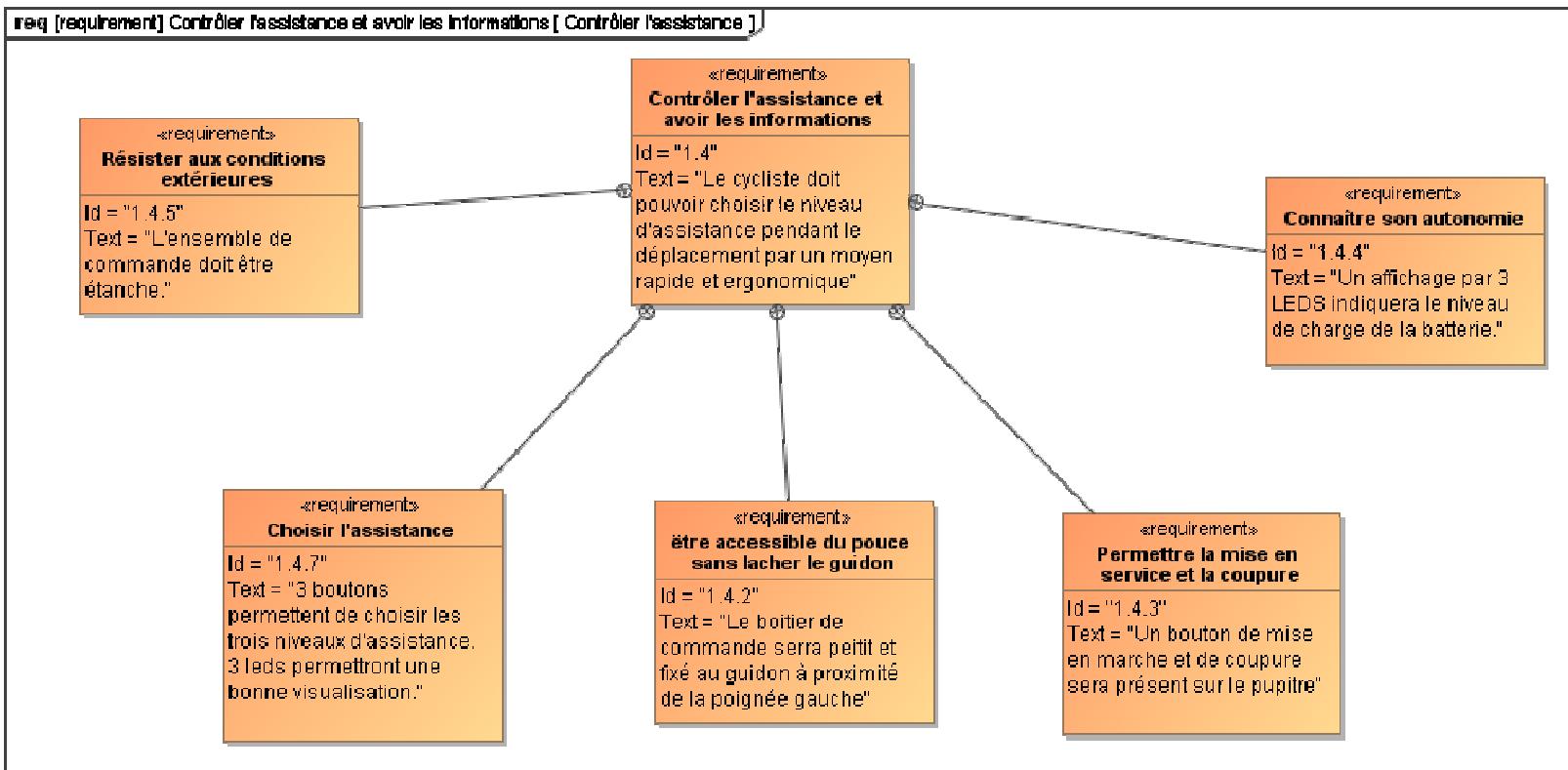
## PRÉSENTATION EXTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

# PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU VÉLO ÉLECTRIQUE YAMAHA

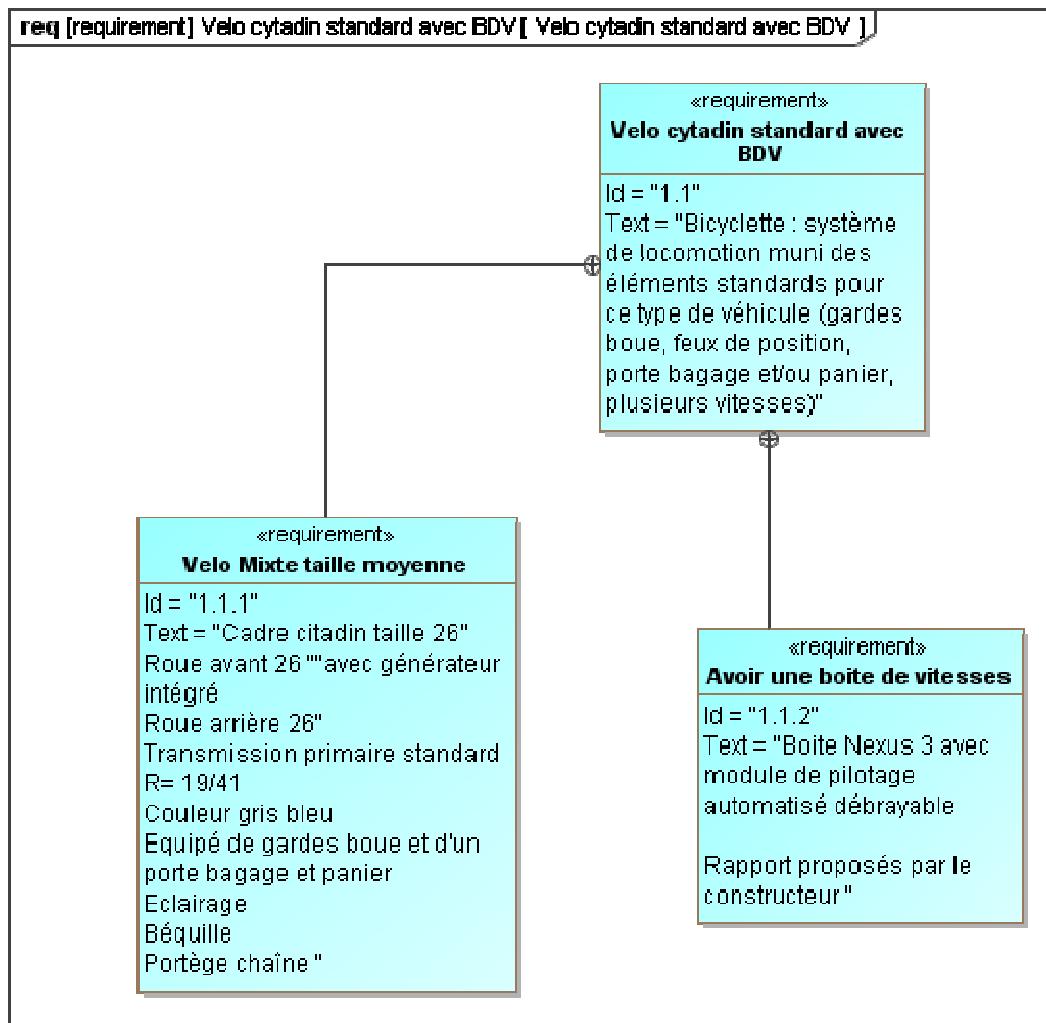
## DIAGRAMME DES EXIGENCES



## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU VÉLO ÉLECTRIQUE YAMAHA DIAGRAMME DES EXIGENCES – CONTRÔLER L'ASSISTANCE



## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU VÉLO ÉLECTRIQUE YAMAHA DIAGRAMME DES EXIGENCES – VÉLO CYTADIN STANDARD

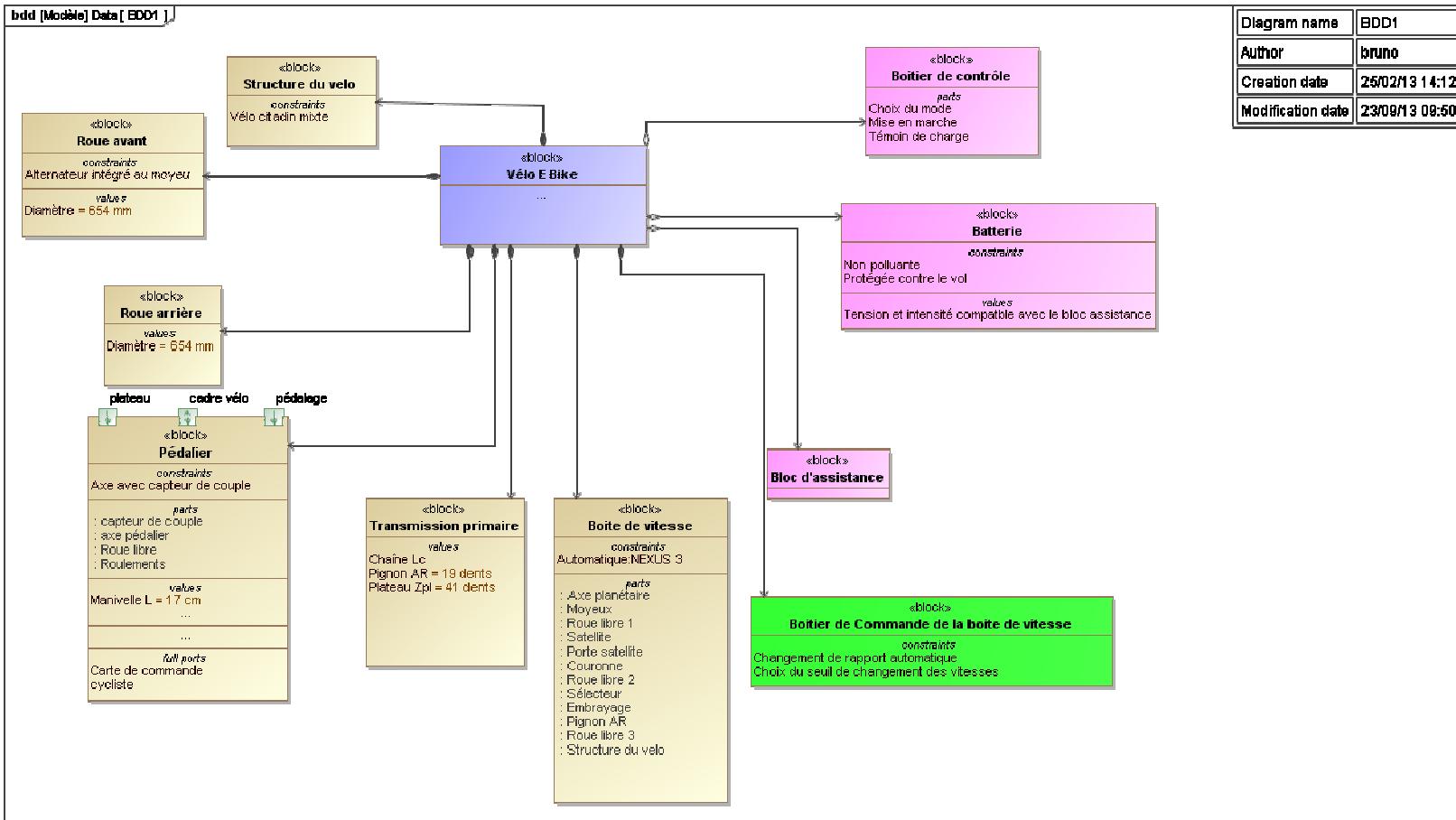


# CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

FONCTION	CRITÈRE	NIVEAU	FLEXIBILITÉ
Transmettre la puissance à la roue	Puissance développée par le cycliste	Puissance moyenne : 200 W	Cycliste entraîné : 350W Cycliste peu entraîné : 100W
	Fréquence de pédalage du cycliste	Puissance moyenne : 50 tr/min	Cycliste entraîné : 120 tr/min
	Vitesse du cycliste	Vitesse moyenne : 30km/h	± 20 km/h
Fournir une puissance d'appoint en fonction du couple de pédalage et de la vitesse	Puissance d'appoint  Loi d'assistance $P_a$ : puissance d'appoint $P_c$ : puissance cycliste $C_p$ : couple de pédalage	200 W  De 0 à 15km/h : De 15 à 24 km/h : décroissance de $P_a$ jusqu'à 0 pour 24 km/h Condition d'assistance $C_p$ mini = 20Nm	± 10%  ± 30% ± 10%
	Autonomie	Succession de plats et de montées : 20km	En montée : 10km Sur plat : 40km
	Durée de vie	10 000 km	Mini

## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

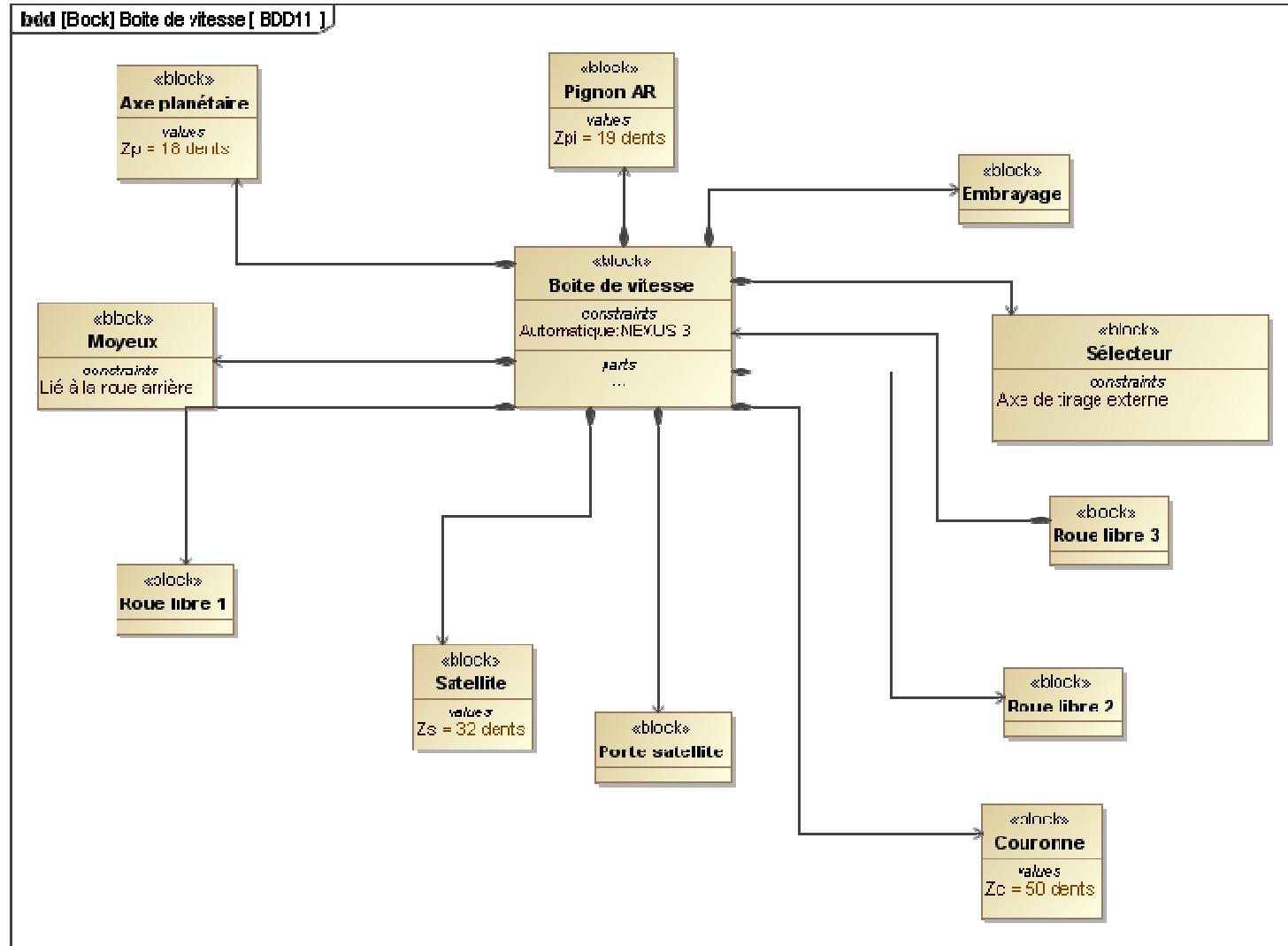
## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE DIAGRAMME DE BLOC INTERNE GÉNÉRAL



[Retour vers le menu](#)

## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

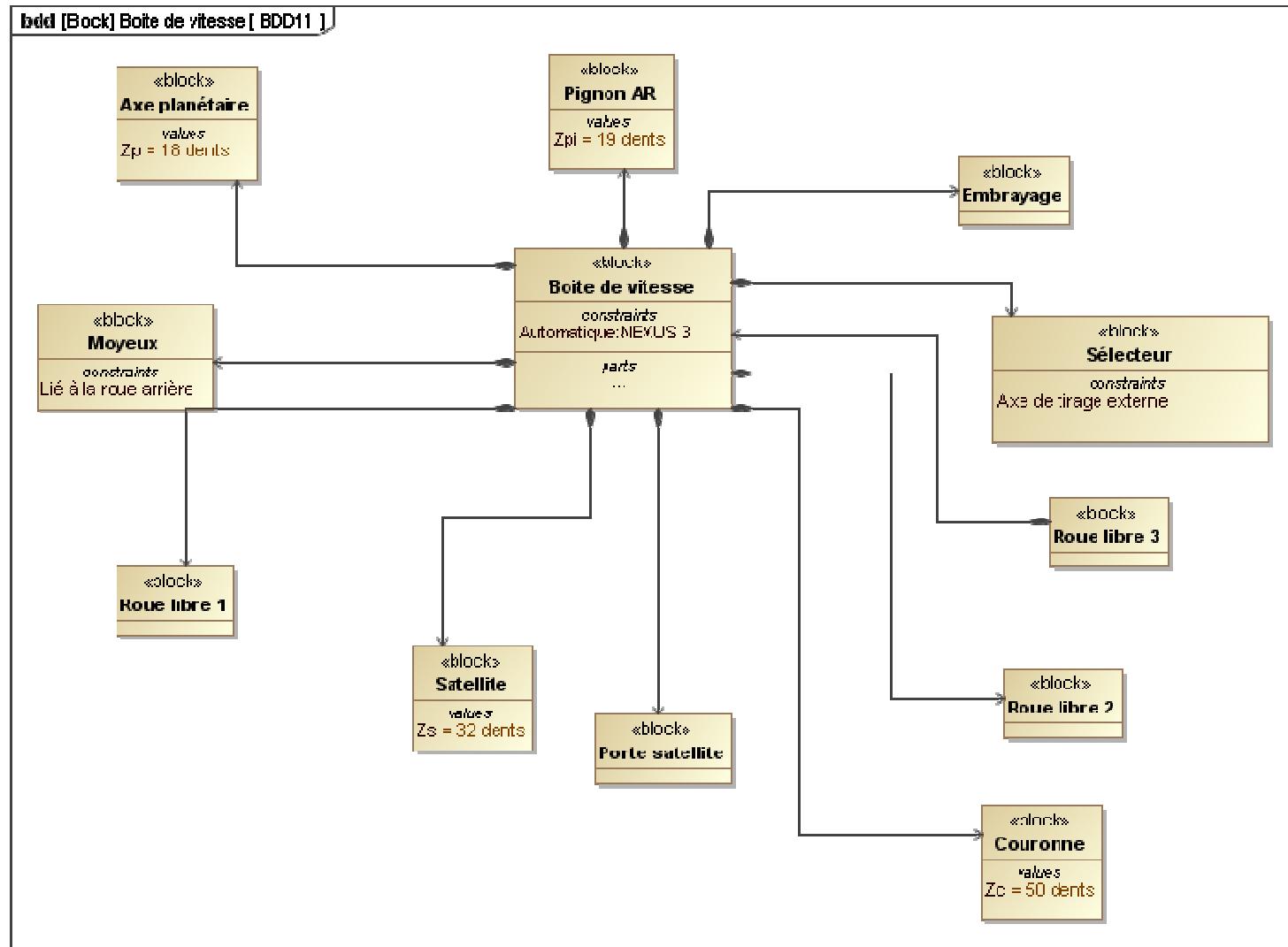
### DIAGRAMME DE BLOC INTERNE – BOITE DE VITESSE



*Retour vers le menu*

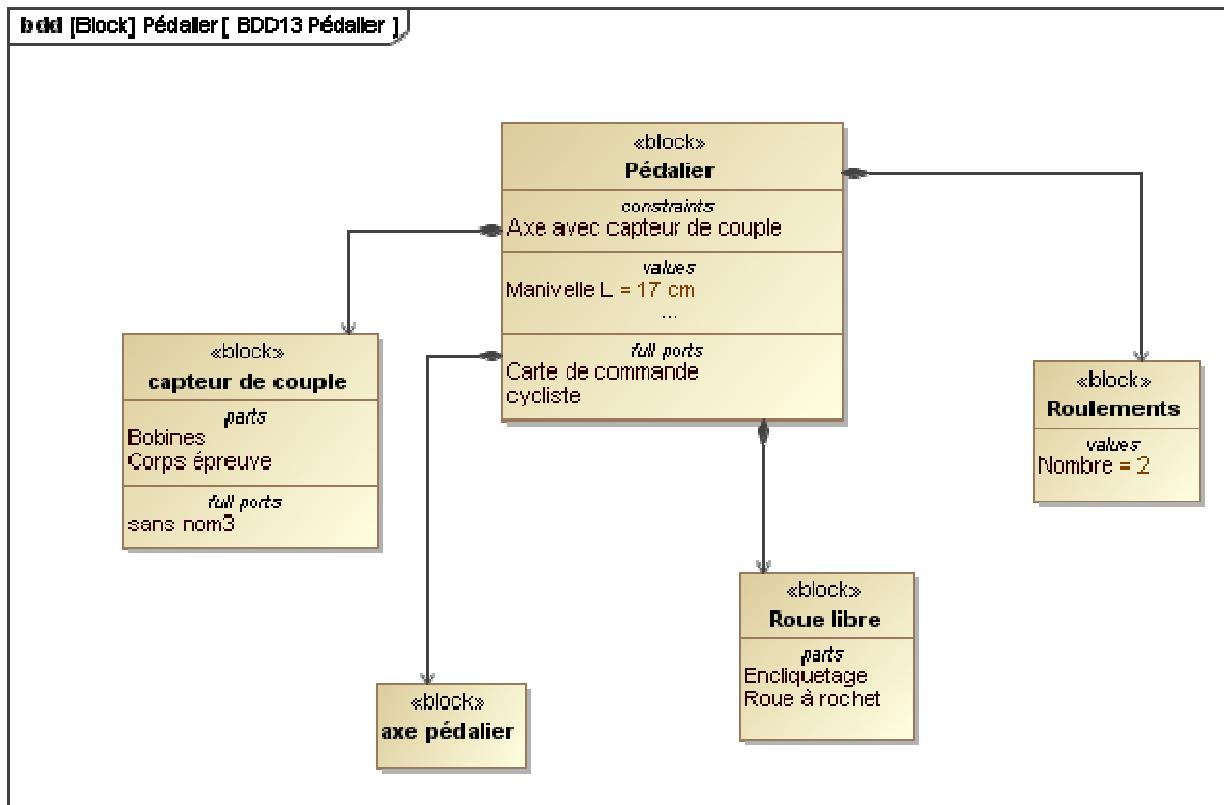
## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

### DIAGRAMME DE BLOC INTERNE – BOITE DE VITESSE

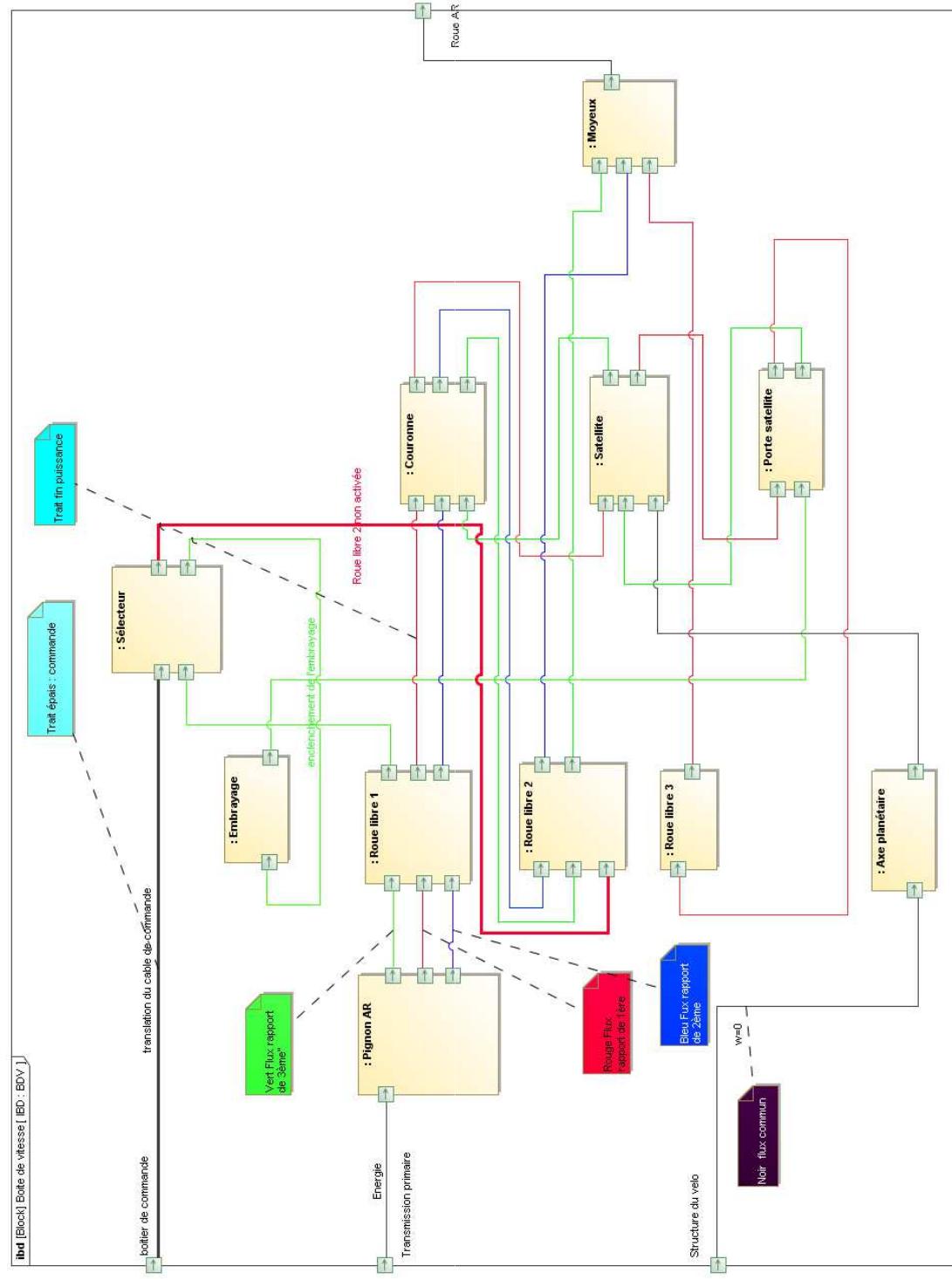


*Retour vers le menu*

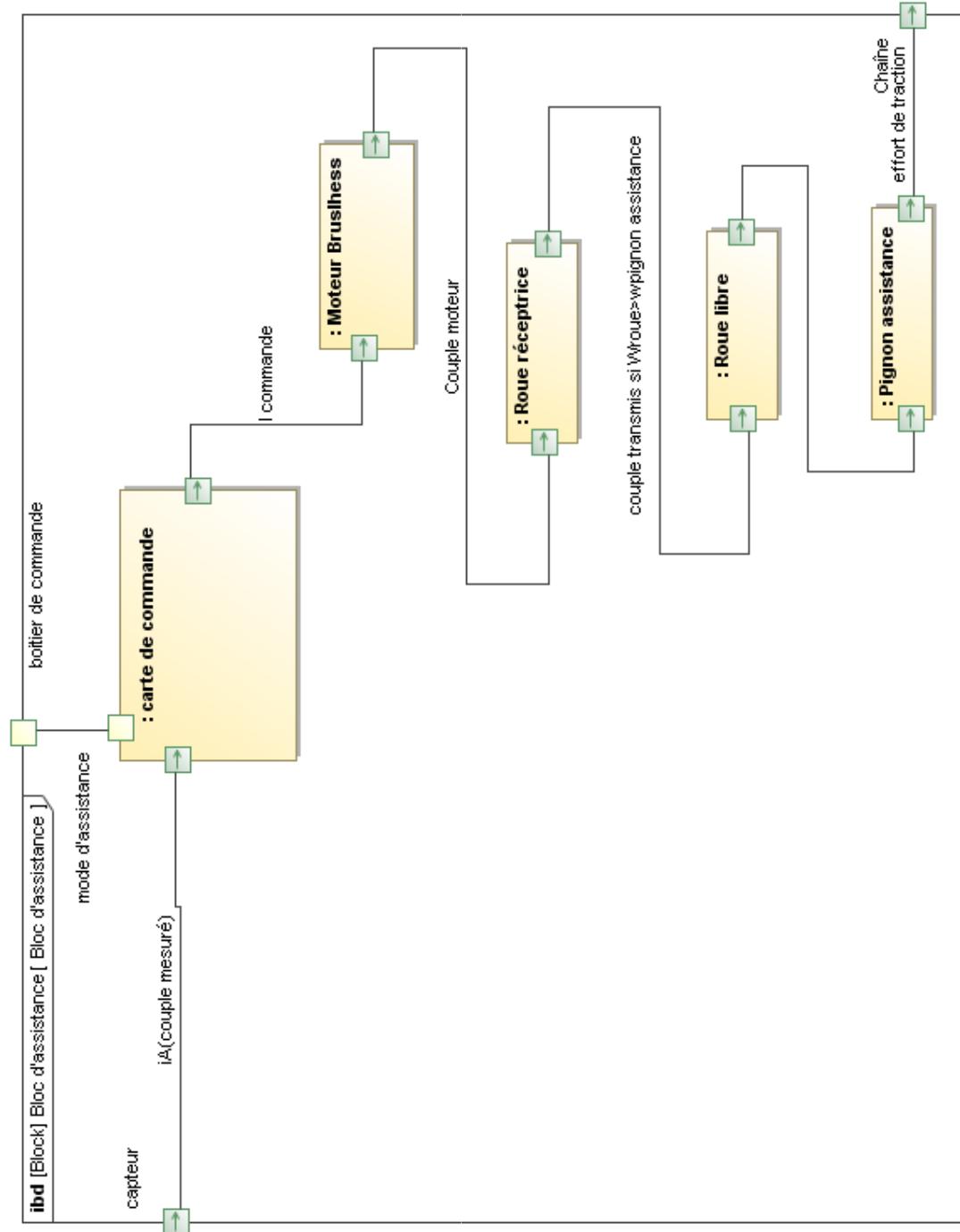
## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE DIAGRAMME DE BLOC INTERNE – PÉDALIER



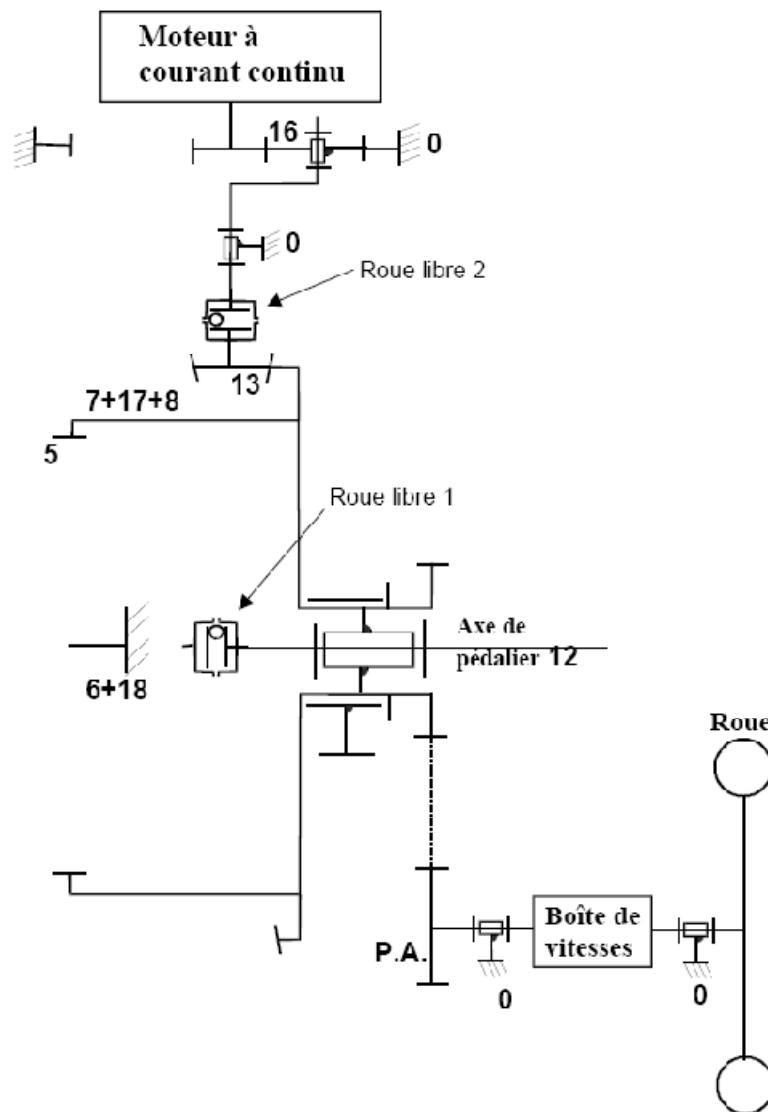
## DIAGRAMME DE BLOC INTERNE BOITE DE VITESSE



## DIAGRAMME DE BLOC INTERNE PÉDALIER

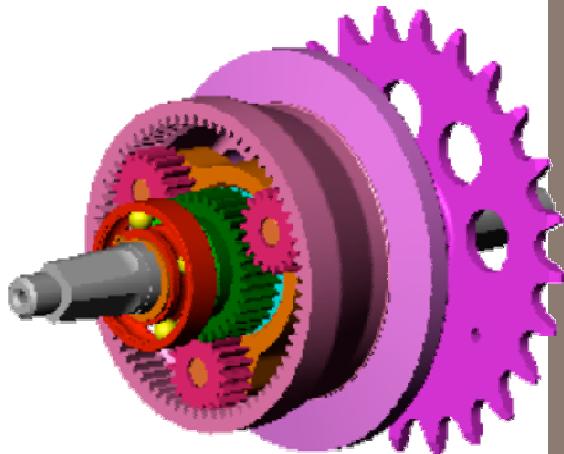


## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE STRUCTURE CINÉMATIQUE DU VÉLO



## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE RÉDUCTEUR ÉPICYCLOÏDAL DU PÉDALIER

- ◆ Sur les vélos classiques, le plateau moyen comporte généralement 36 dents.
- ◆ Sur le vélo MEDIA, le réducteur épicycloïdal installé entre le pédalier 12 et la couronne 8
- ◆ (24 dents) constitue un premier étage de multiplication de vitesse.

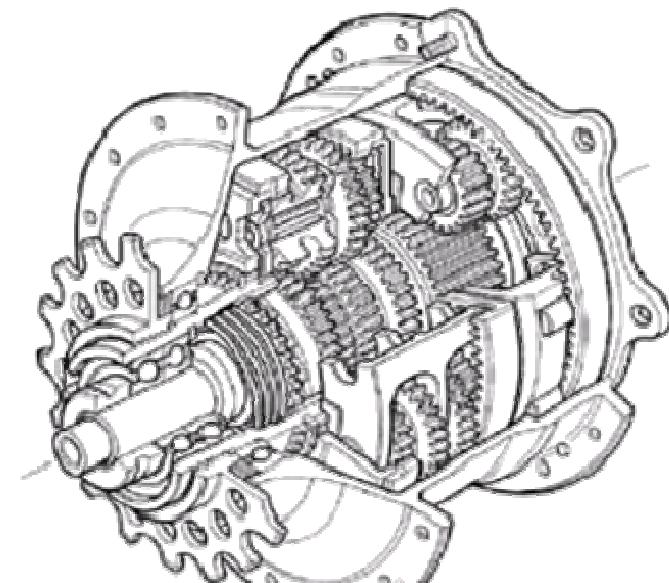


## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE MOTEUR ÉLECTRIQUE

- ◆ C'est un moteur à courant continu
- ◆ La résistance de l'induit mesuré est  $R=0,25 \Omega$ .
- ◆  $K_e = 0,065 \text{ V.s/rad}$
- ◆  $K_c = 0,065 \text{ Nm/A}$

## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE LA BOÎTE DE VITESSE NEXUS

- ◆ La boîte de vitesses Nexus 4 à trains épicycloïdaux et à frein intégré développé par la société SHIMANO.
- ◆ Cette boîte de vitesses est située dans le moyeu de la roue arrière. La sélection des vitesses est manuelle.



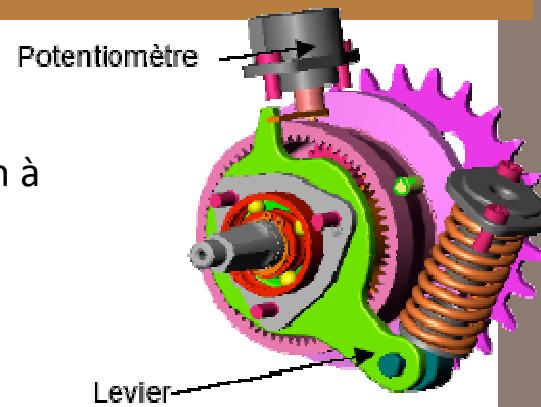
Rapport de transmission	Première vitesse	Deuxième vitesse	Troisième vitesse	Quatrième vitesse
	1	0,80	0,66	0,54

[Retour vers le menu](#)

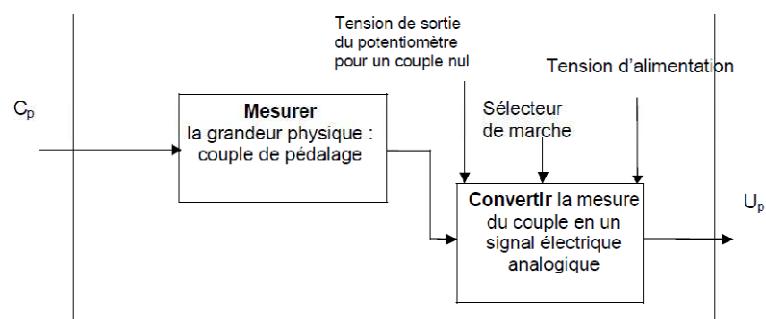
## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE

### CAPTEUR DE COUPLE

- La mesure du couple de pédalage s'effectue à l'aide de ce capteur. Ce dernier permet de transformer la grandeur physique (couple de pédalage  $C_p$ ) en signal électrique (tension à la sortie du potentiomètre  $U_p$ )
- Le couple appliqué sur l'axe du pédalier provoque une faible rotation du levier. Celle ci provoque la rotation de l'axe du potentiomètre qui délivre alors une tension variable.



Couple de pédalage $C_p$ en Nm	0	5,25	8,75	14	17,5	21	24,5
Tension aux bornes du potentiomètre $u$ en Volts	0,96	1,18	1,31	1,5	1,6	1,7	1,9

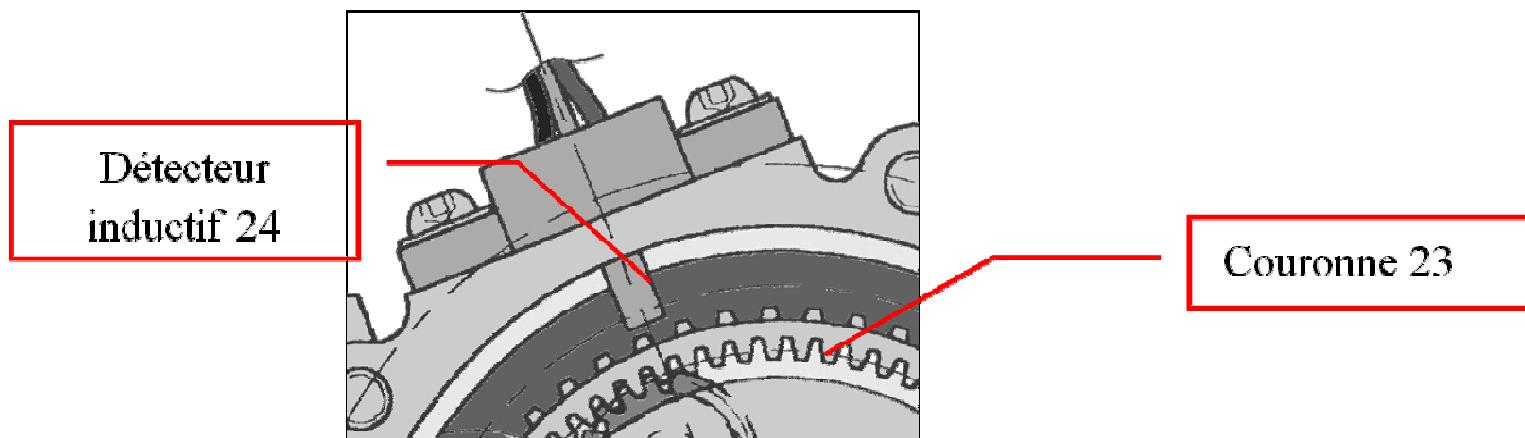


[Retour vers le menu](#)

## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE CAPTEUR TACHYMÉTRIQUE

### ◆ Capteur inductif

- ◆ L'élaboration de la loi de commande du moteur à courant continu par le calculateur nécessite une information en vitesse, celle-ci est déterminée par traitement des informations issues du détecteur **24**. La couronne **23**, outre sa denture intérieure, comporte une denture extérieure ferromagnétique de 50 dents.
- ◆ Le détecteur **24** est du type inductif, c'est-à-dire qu'il génère un champ électromagnétique à l'avant de sa surface sensible. Lors de l'entrée d'une dent dans le champ, une impulsion est retournée au calculateur. Sur une durée donnée , le détecteur fourni au calculateur impulsions.

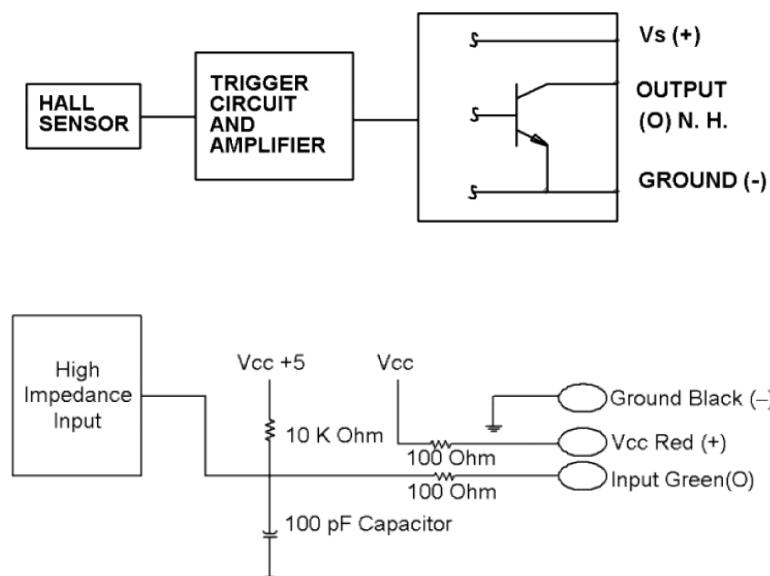


## PRÉSENTATION INTERNE DU VÉLO ÉLECTRIQUE CAPTEUR TACHYMÉTRIQUE



### ◆ Capteur effet Hall

- ◆ Il est composé d'un disque ferrétique denté (9 dents) et d'un capteur à effet hall à fourche.
- ◆ Le capteur à effet hall est composé de deux parties (correspondant aux deux éléments physique de la fourche) :
  - ◆ un aimant permanent
  - ◆ un capteur à effet hall
- ◆ Lorsqu'un élément magnétique extérieur (ici, al roue dentée) va passer entre les deux éléments de la fourche, le champ magnétique va être dévié et va ainsi changer l'état logique du capteur.
- ◆ Par rapport à la solution classique à infra rouge (un émetteur et un récepteur de chaque coté), cette solution est plus robuste dans un milieu salissant et s'affranchi des sources de lumière infra rouge parasite.



Product Specifications	
Product Type	Competitively Priced Hall Digital Vane Sensor
Package Style	Dual Tower wire exit
Supply Voltage	3.8 Vdc to 30.0 Vdc
Output Type	Sink
Termination Type	26-gauge 7-strand lead wire
Operating Temperature Range	-20 °C to 85 °C [-4 °F to 185 °F]
Output Voltage	0.4 Vdc max.
Vibration	10 g/10 Hz to 500 Hz
Humidity	95 %RH/40 °C 100 h
Vane and Geartooth Target Material	Low Carbon Steel, High Permeability, Low Residual Induction
Sealing	Sealed SS4 package
Availability	Global
Comment	For minimum tooth measurement, reference recommended target on drawing.
Supply Current (max. @ 25 °C)	10 mA
Output Current (max.)	40 mA
Vane Thickness	1,14 mm [0.045 in]
Minimum Tooth Depth	6,35 mm [0.250 in]
Series Name	SR16 Series

## PRÉSENTATION DU LOGICIEL D'ACQUISITION

## PRÉSENTATION DU LOGICIEL D'ACQUISITION LANCEMENT D'UNE ACQUISITION

- ◆ Sur le boitier Media, positionner :
  - ◆ Système PAS sur PEDALAGE
  - ◆ Alimentation sur MARCHE
  - ◆ Commande moteur sur SYSTÈME PAS
- ◆ Sur l'ordinateur :
  - ◆ Sur le bureau, Ouvrir Digiview
  - ◆ Agrandir la fenêtre en plein écran et réafficher les fenêtres en mosaïques.
  - ◆ Fermer la fenêtre des macro fonctions
  - ◆ Dans le menu Acquis, sélectionner ACQUISITION
  - ◆ Repérer les boutons AD EXE et STOP pour démarrer et arrêter la mesure
  - ◆ Cliquer sur ADD EXE (ou sur ON) pour lancer l'acquisition
- ◆ Sur le vélo
  - ◆ Actionner la pédale pour réaliser des mesures
- ◆ Sur le PC stopper la mesure.