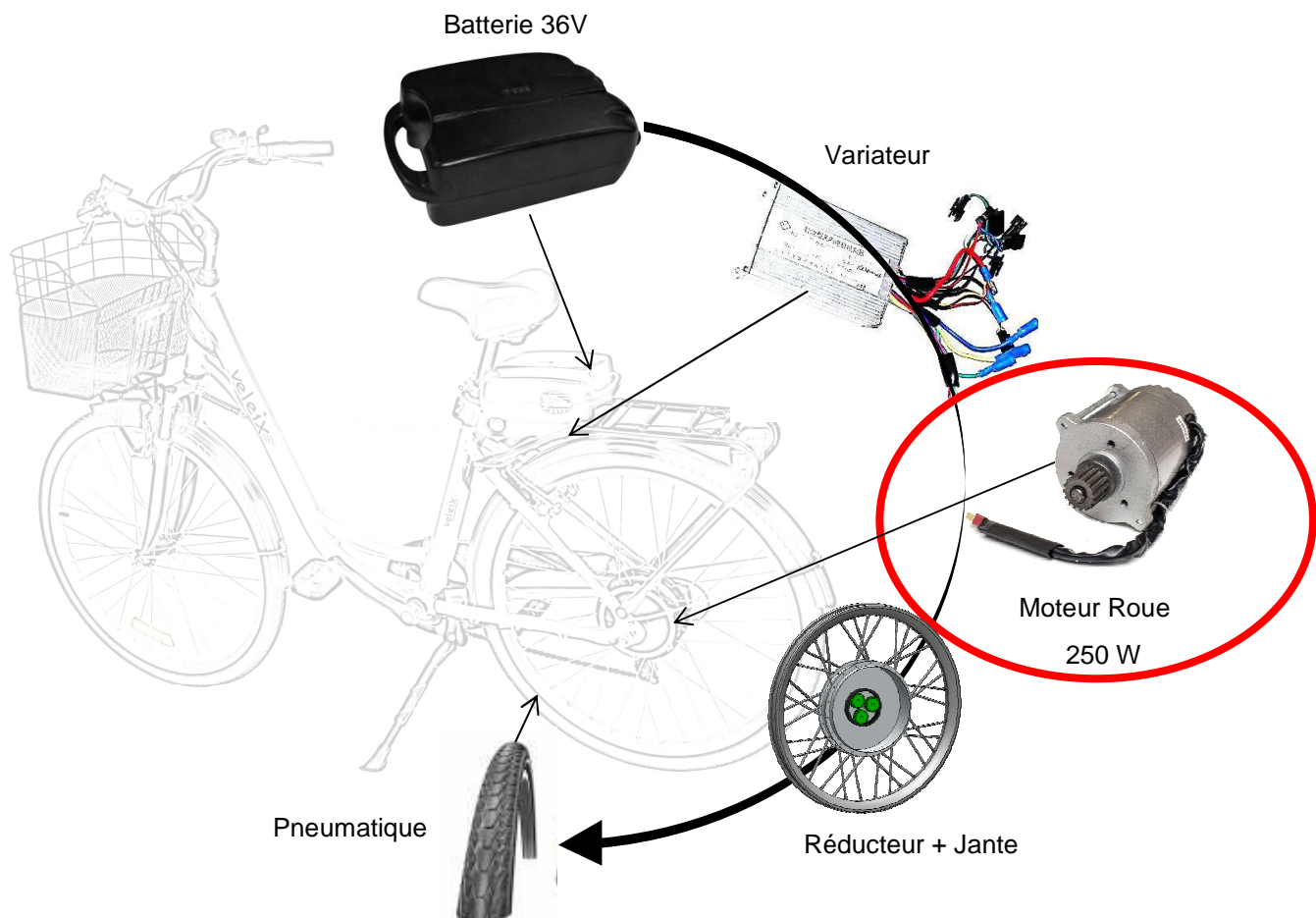


## ETUDE COMPORTEMENTALE DE LA MOTORISATION DU VELO ELECTRIQUE



### Objectifs

- Décrire le fonctionnement du VAE à partir de diagrammes SysML.
- Exploiter les mesures sur le système pour décrire le comportement du moteur dans les conditions d'utilisation les plus défavorables.
- Simuler le comportement du moteur et valider le choix du constructeur.

Ressources	Critères d'évaluation
Cours	Pertinence des réponses apportées
Dossier ressource	Soin apporté à la rédaction
Modèle Psim	Comportement durant la séance et participation au travail demandé
	Autonomie et respect des consignes
	Temps : 2 h

# 1. Problématique

Le moteur du « VAE » est – il bien dimensionné pour fournir l'énergie nécessaire au cycliste sur route présentant des pentes ? On se propose dans ce TP :

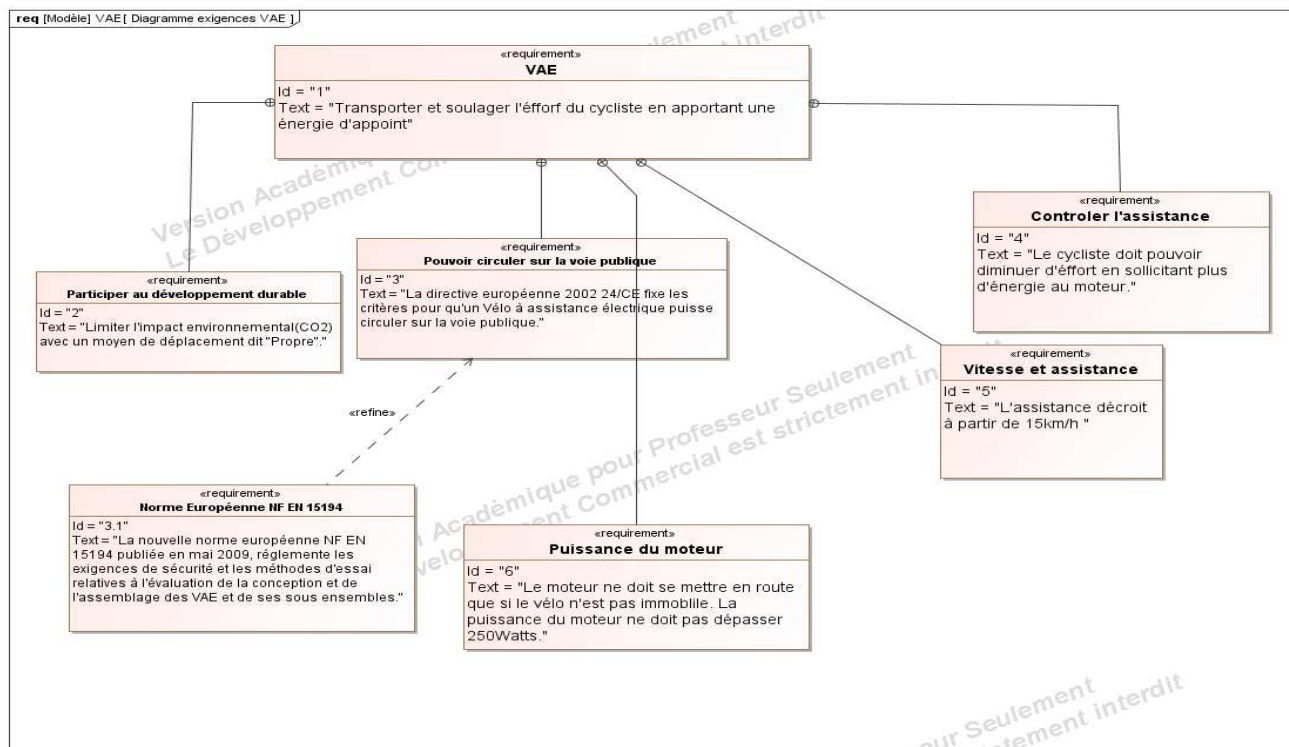
- d'identifier par des mesures, les variables influents sur le comportement du moteur dans des conditions sévères de fonctionnement.
- de comparer les résultats issus de la simulation avec le système réel.
- de valider sous ces conditions le choix du moteur par le constructeur.

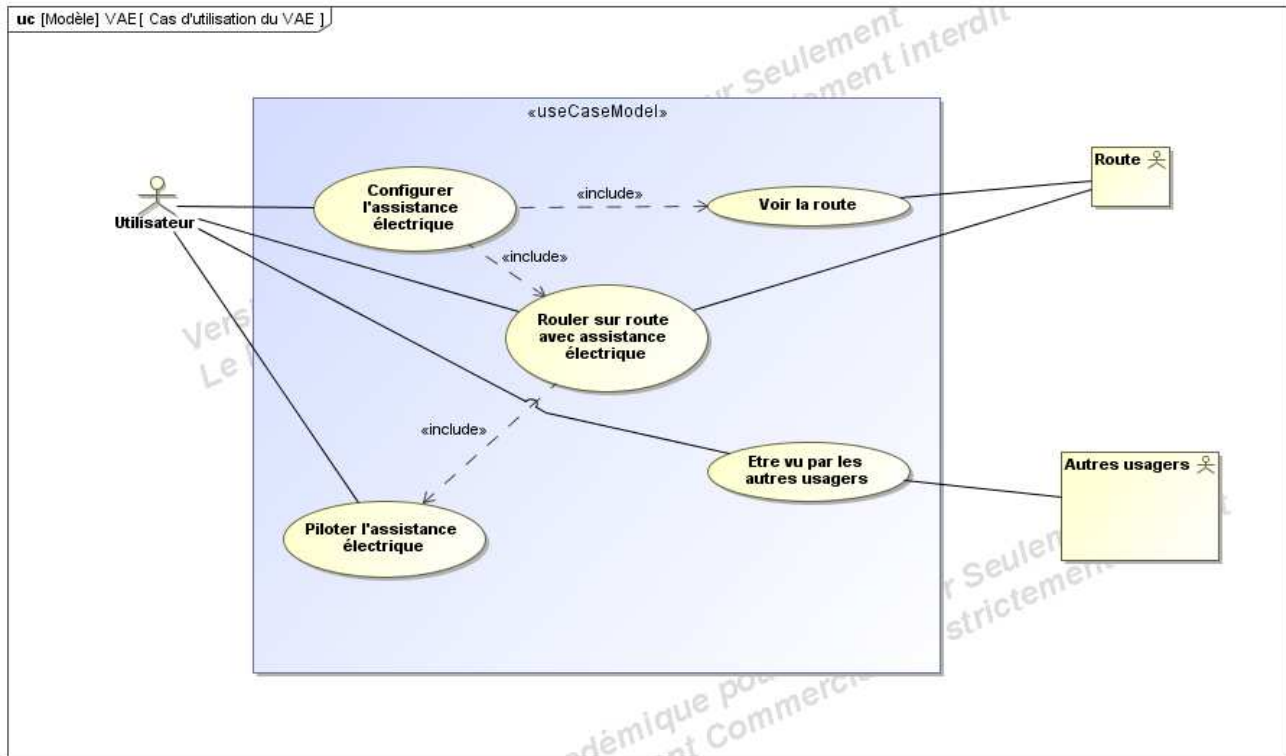
# 2. Mise en situation

Le **vélo à assistance électrique** ou **VAE** est une bicyclette équipée d'un moteur électrique auxiliaire et d'une batterie rechargeable.

Sous la dénomination commune de « vélo électrique », cela signifie que l'assistance ne peut fonctionner sans apport d'énergie humaine.

Dès que vous actionnez le pédalier, le moteur électrique se met en marche et vient soulager votre effort.





### 3. Validation et vérification des performances du système

On souhaite vérifier le bon fonctionnement de l'assistance du VAE à travers plusieurs essais sur le vélo équipé d'un home-trainer.

En vous aidant des diagrammes de cas d'utilisations et des exigences, répondre aux questions suivantes :

1 - A qui le système rend-il service ? .....

2 - Décrire toutes les étapes pour que le cycliste puisse être soulagé dans ses efforts.

.....

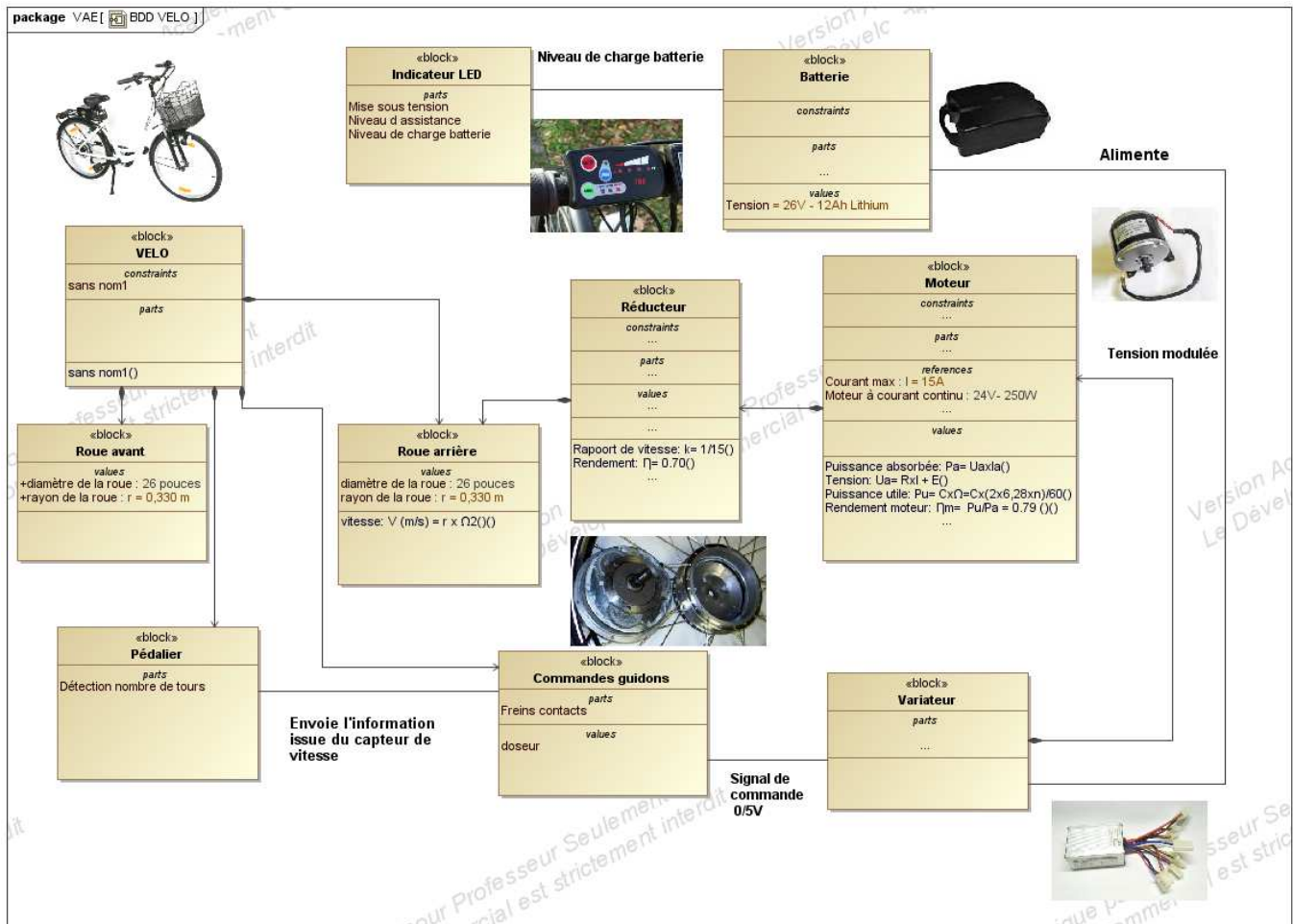
.....

3 - Que doit réaliser le système, pour limiter une surconsommation d'énergie ?

.....

**APPELER LE PROFESSEUR POUR FAIRE DES ESSAIS SYSTEME**

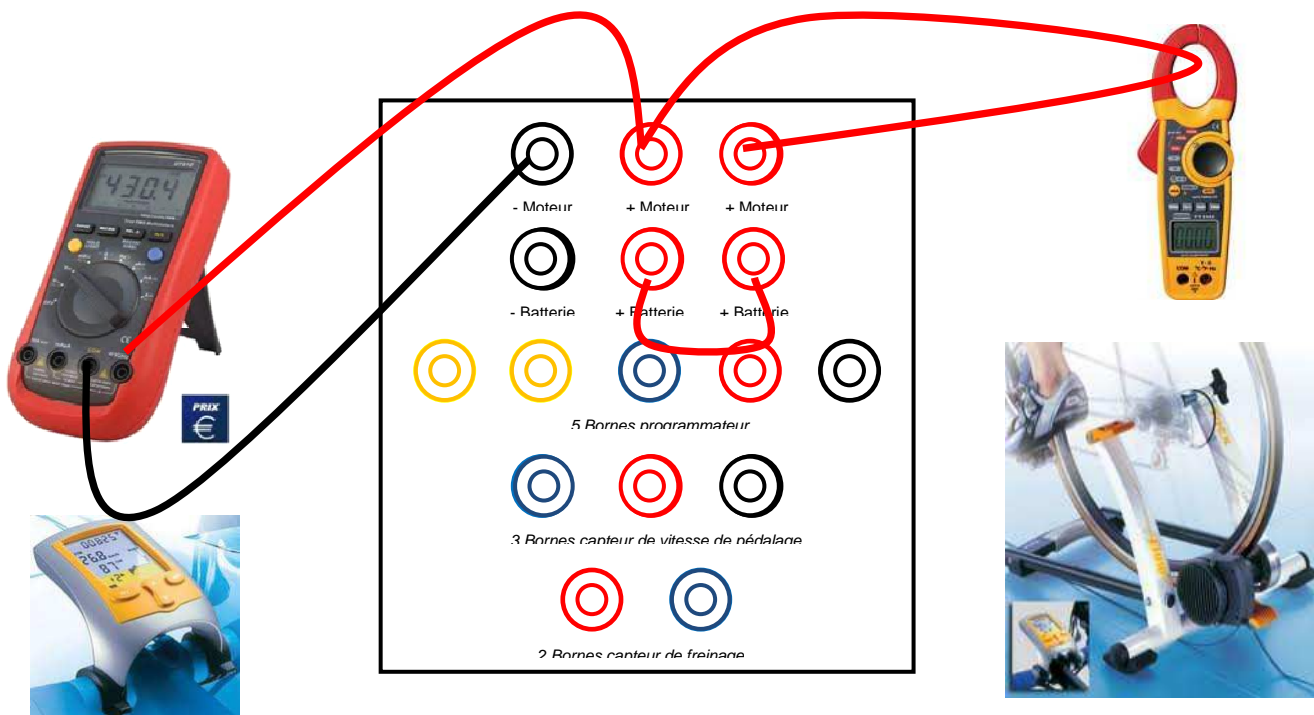
### 3.1 Etude de la motorisation du système



L'objectif de cette étude est de vérifier les performances annoncées du VAE (puissance absorbée, puissance fournie, vitesse) dans le respect de la réglementation.

- 1 - Câbler le banc didactique du système et installer les appareils de mesures conformément au schéma du câblage ci-dessous.

Schéma de câblage du banc de mesures du VAE



- 2 - Configurer le home-trainer pour simuler une pente maximale, (voir document annexe du home-trainer).
- 3 - Mettre le système sous tension en tournant la clé de contact et régler le sélecteur de vitesse à sa position maximale.
- 4 - Effectuer les essais pour quatre vitesses différentes et compléter le tableau de mesures.

Vitesse en km/h	Fréquence de rotation du moteur (tr/mn)	Vitesse de rotation du moteur (rad/s)	Puissance mesurée par le home-trainer	Tension moteur $U_m$	Courant moteur $I_m$	Puissance absorbée : $P_a$
12 (Mode assistance low)						
12 (Mode assistance low)						
15 (Mode assistance medium)						
17 (Mode assistance medium)						

**NB : Pour calculer la fréquence de rotation du moteur ainsi que sa vitesse de rotation, consulter le bdd du VAE dans la partie 3.**

- 5 - Calculer le couple électromagnétique délivré par le moteur.

$$C_{em} = K_e \cdot I \quad (K_e = 0,056 \text{ Nm/A})$$

.....

- 6 - En déduire la puissance électromagnétique ( $P_{em}$ ) développée par le moteur et comparer avec la puissance indiquée par le home-trainer. Conclure.

$$\{P_{em} = C_{em} \cdot \Omega_{em}\}$$

.....

### 3.2 Simulation du moteur du VAE

Le logiciel Psim est utilisé pour simuler les réactions du moteur électrique du VAE et de sa charge mécanique.

On désire établir un bilan de puissances du moteur ( $P_a$ ,  $P_u$ ,  $\eta$ ) :

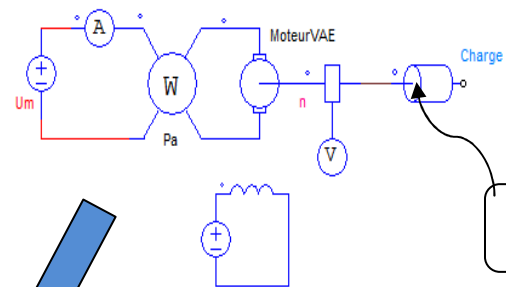
$P_u = C_u \times \Omega_m$ , où  $C_u$  est le couple moteur en N·m et  $\Omega$  la vitesse angulaire en rad/s.

## Système réel



**Performances mesurées**

## Système modélisé



VAE+Cycliste

**Performances simulées**

**Résultats et exploitations**

- Lancer le logiciel Psim.
- Ouvrir le fichier simulationVAE.sch
- Lancer la simulation en modifiant la valeur de  $U_m$  mesurée précédemment (les autres paramètres de simulation sont déjà remplis). Afficher les courbes d' $I_m$ ,  $U_m$ ,  $n$  (tr/mn),  $P_a$  et la puissance mécanique  $P_u$  en multipliant les courbes : Couple et vitesse angulaire.
- Présenter les performances simulées sous forme de tableau.

$U_m$	$I_m$	$N$ (tr/mn)	$P_a$ (W)	$P_u$ (W)	$\eta$ (%)

## 4. Conclusion

Comparer les performances mesurées du moteur avec celles annoncées par le constructeur (document Moteur MY1016).

.....

.....

D'après toutes les mesures ci-dessus, que peut-on conclure quant au choix du moteur réalisé par le constructeur.

.....

.....

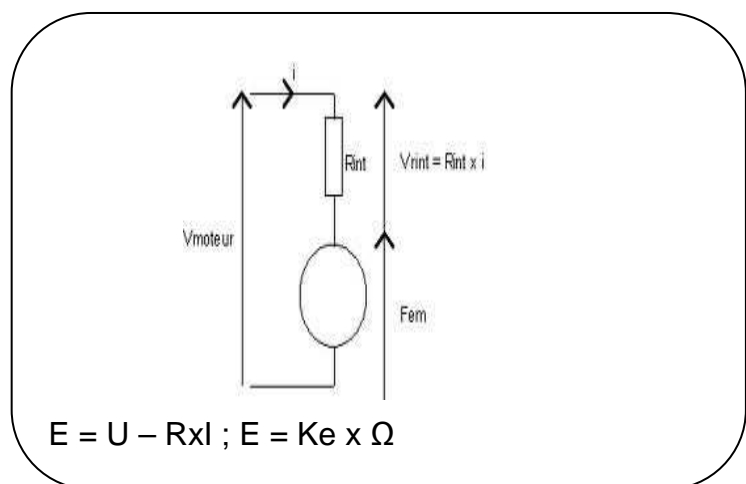
## 5. Remplacement du moteur

Le fabricant décide de remplacer les moteurs qui équipent ses vélos car ils commencent à montrer des signes de vieillissement. Son fournisseur lui propose une nouvelle gamme plus performante.

On se propose d'identifier la cause de cette baisse de performance au niveau de l'ancien moteur:

*Rappel :*

Schéma équivalent du moteur à courant continu :



D'après les relations ci-dessus, comment varie la f.e.m si la résistance interne de l'induit augmente ? Quelle est l'incidence sur la vitesse de rotation du moteur ?

.....

.....

Modifier la valeur de  $r$  ( $r = 1\Omega$ ) dans le fichier psim, puis lancer la simulation. Relever la vitesse du moteur et conclure sur l'incidence de  $r$  sur la vitesse de rotation.

.....

.....