

ETUDE COMPORTEMENTALE DE LA MOTORISATION DU VELO ELECTRIQUE

Objectifs

Décrire le fonctionnement du VAE à partir de diagrammes SyML.

Exploiter les mesures sur le système pour décrire le comportement du moteur dans les conditions d'utilisations les plus défavorables.

Simuler le comportement du moteur et valider le choix du constructeur.

Conditions de réalisation

Travail expérimental en binôme avec rédaction d'un compte rendu

Ressources : cours, dossier ressource, modèle Psim.

Critères d'évaluation :

- Pertinence des réponses apportées
- Soins apportés à la rédaction
- Comportement durant la séance et participation au travail demandé
- Autonomie et respect des consignes

1 PROBLEMATIQUE

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 :

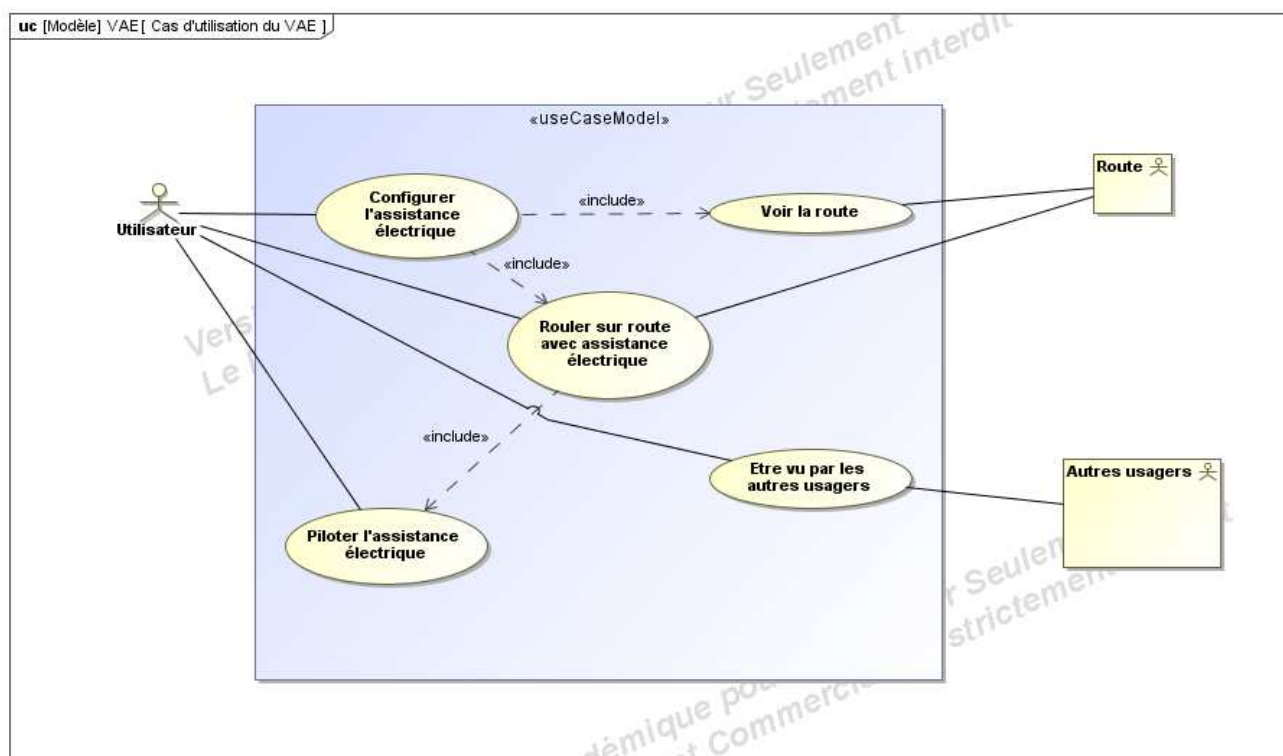
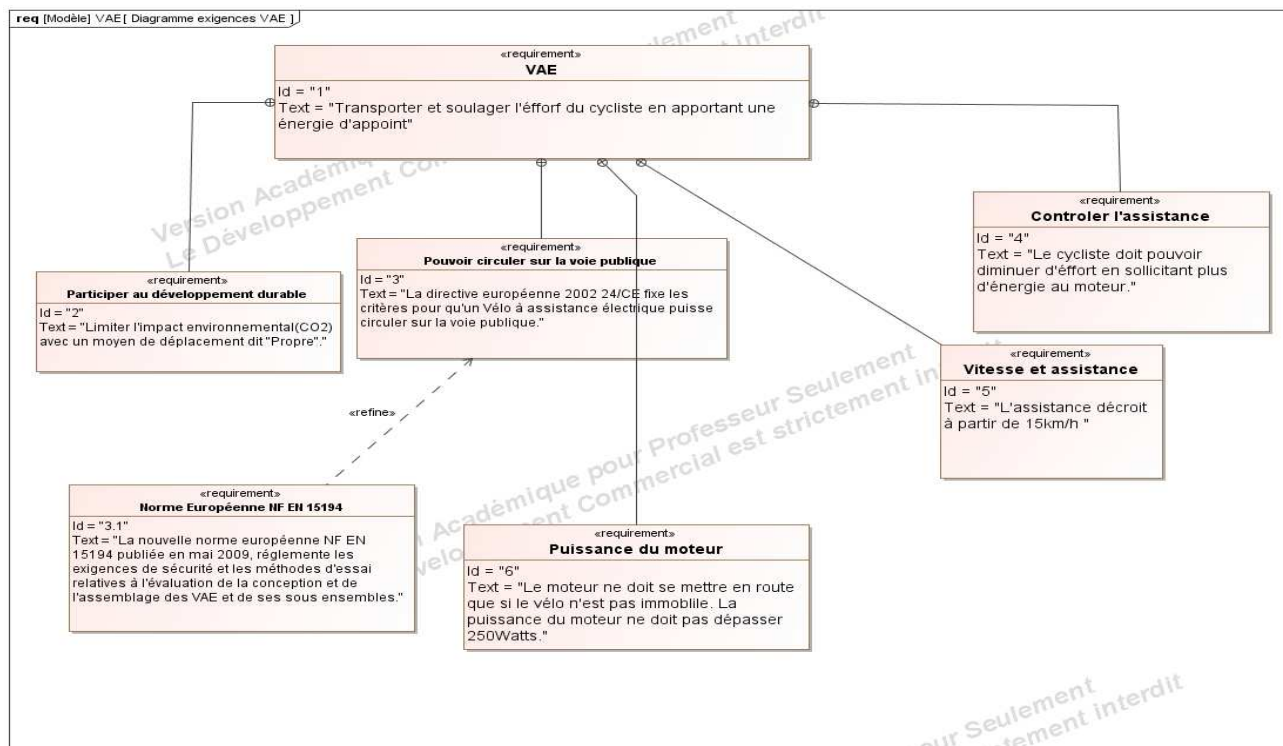
- D'identifier par des mesures, les variables influents sur le comportement du moteur dans des conditions sévères de fonctionnement.
- De comparer les résultats issus de la simulation avec le système réel.
- De valider sous ces conditions le choix du moteur par le constructeur.

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 VERIFICATION DES PERFORMANCES DU SYSTEME

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 ?

Il rend service au cycliste

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

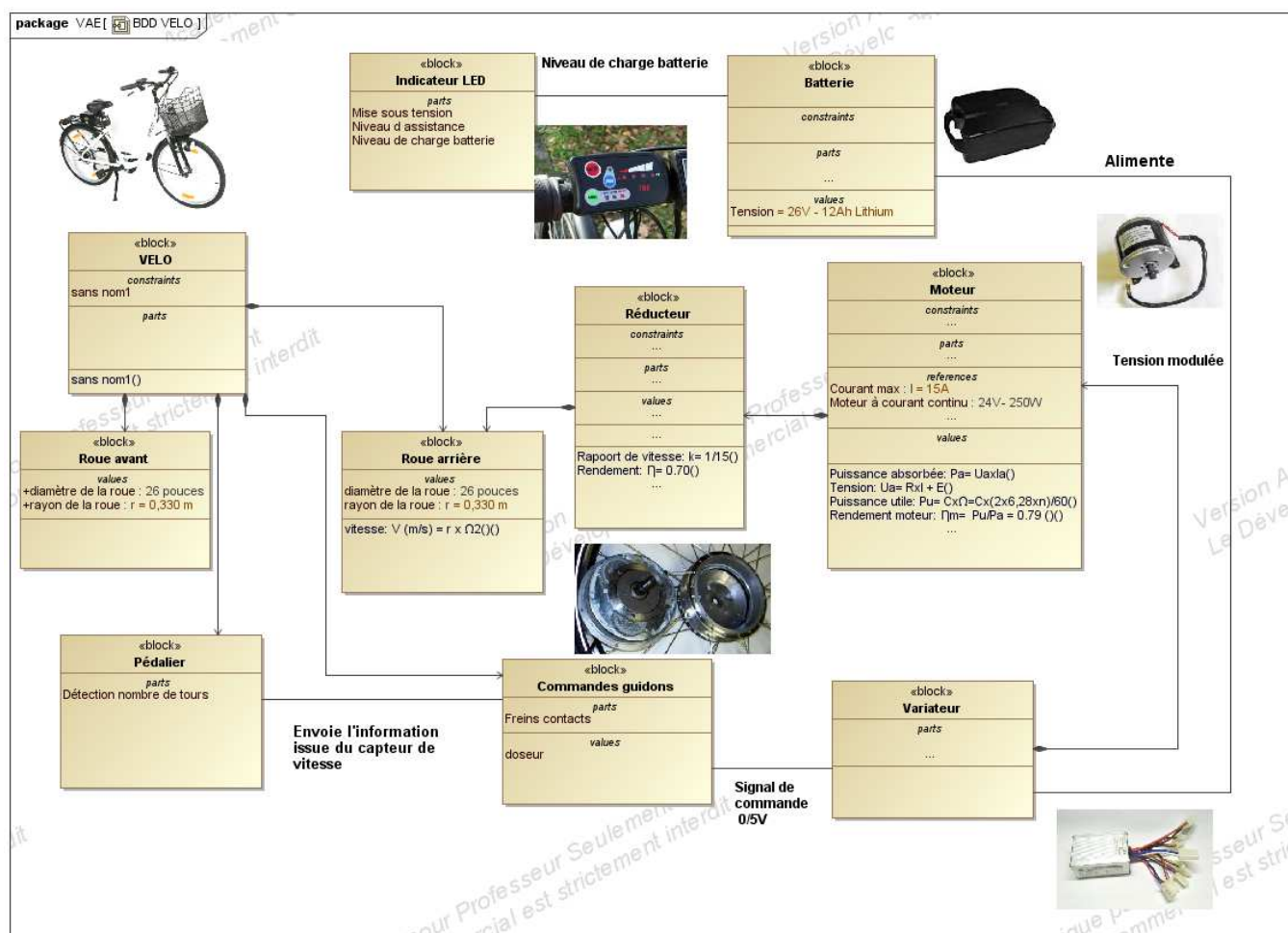
Il doit pouvoir, configurer et régler l'assistance électrique.

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

L'assistance décroît à partir de 15km/h (exigence :Id5), cela permet à diminuer la consommation énergétique du système.

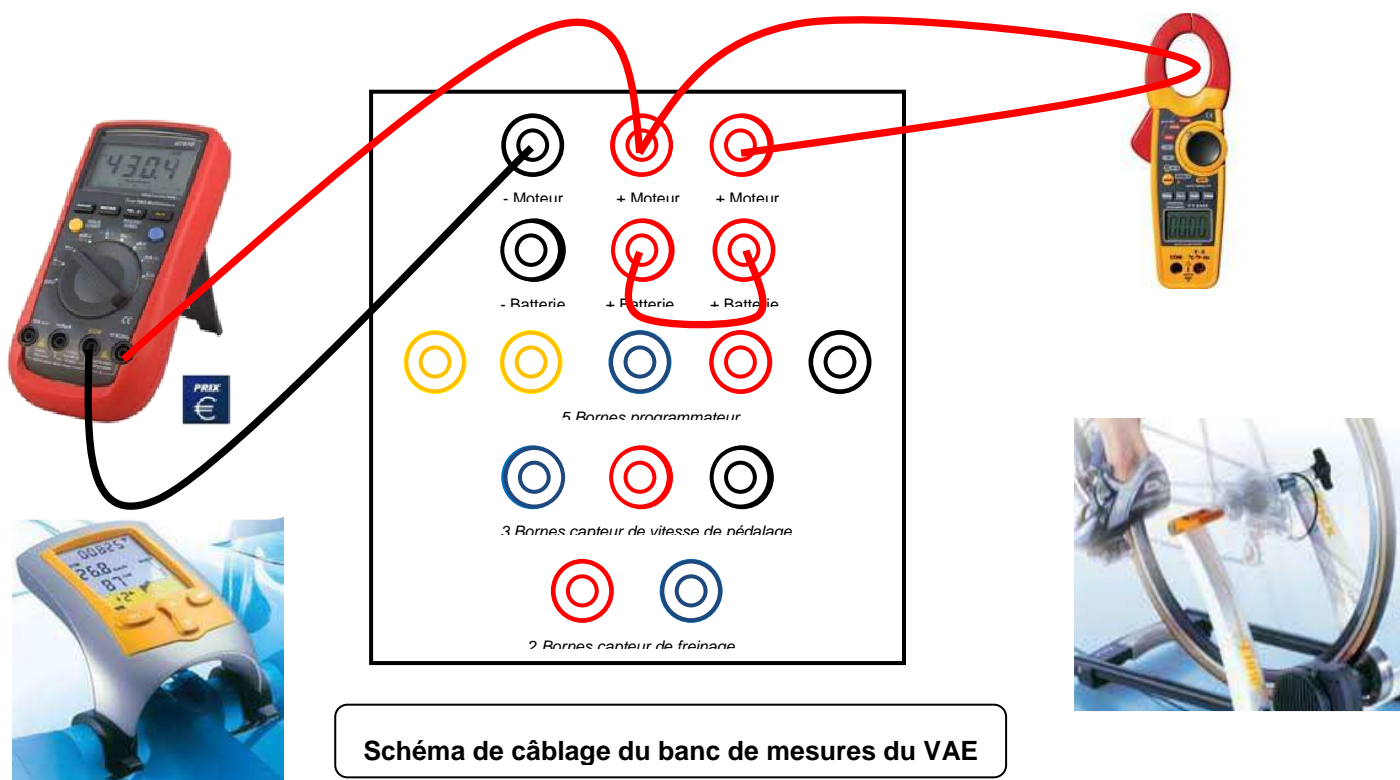
- 4 Appeler le professeur pour faire des essais sur le système.

3.1 ETUDE DE LA MOTORISATION DU SYSTEME



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.



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 quatres vitesses différentes et compléter le tableau de mesures.

Vitesse en km/h	Vitesse de rotation de la roue (rad/s)	Vitesse de rotation du moteur (rad/s)	fréquence de rotation du moteur (tr/mn)	Puissance mesurée par le home-trainer(W)	Tension moteur U_m	Courant moteur I_m	Puissance absorbée : $P_a=U \times I$
12 (Mode assistance low)	$\omega_{roue}=3.33 / 0.33$ =10.1	$\omega_m=\omega_{roue} \times 15$ = 151.5	N_m $=(\omega_m / 2\pi) \times 60$ =1447.59	80	14.6	6.9	100.74
14 (Mode assistance low)	11.7	176.76	1688	100	15.8	11	173.8
15 (Mode assistance medium)	12.6	189.39	1809.49	113	21.2	12	254
17 (Mode assistance high)	14.3	214.6	Au-delà de	142	21	7	147

assistance medium)			15km/h Le moteur tourne moins vite				
-----------------------	--	--	---	--	--	--	--

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.

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

Vitesse (km/h)	Cem (N.m)	Pem (W)
12	0.386	58.48
14	0.616	108.88
15	0.672	127

6. En déduire la puissance électromagnétique (Pem) développée par le moteur et comparer avec la puissance indiquée par le home-trainer. Conclure.

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

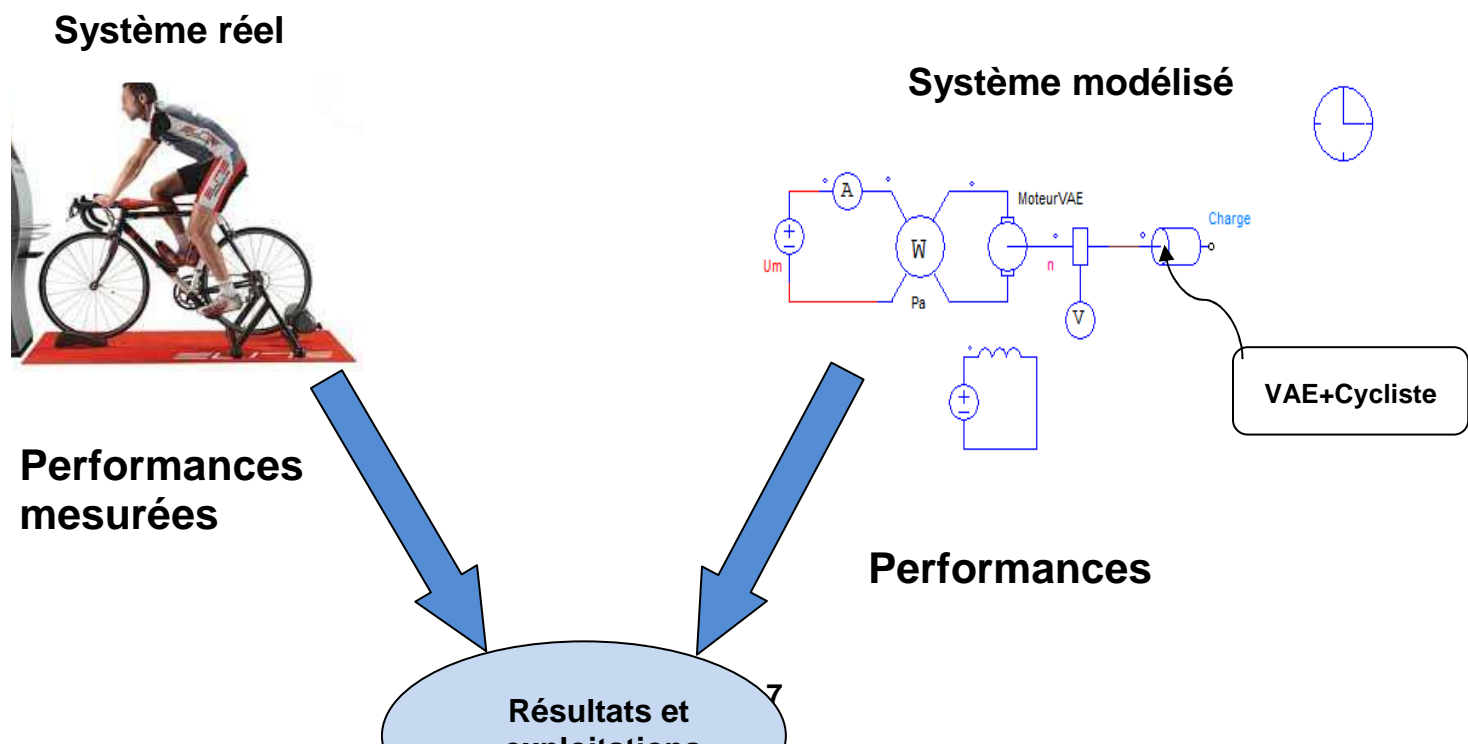
3.2 SIMULATION DU MOTEUR DU VAE

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 (Pa, Pu, η) :

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

$$\Omega_m= 2 \cdot \pi \cdot n$$



U m	Im	N (tr/mn)	Pa (W)	Pu (W)	η (%)

simulées

- 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 de I_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.

4 CONCLUSION

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

Les valeurs mesurées sur le système sont très proches de celles du constructeur.

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

Le choix du moteur est validé.

5 REMPLACEMENT DU MOTEUR

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 ?

Si R augmente, E ($E = U - R \cdot I$) diminue et par conséquent la vitesse diminue ($E = K_e \times \Omega$).

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.

Lors des différentes simulations avec $R=1\Omega$, on s'aperçoit que la vitesse du moteur est largement en dessous des valeurs attendues.