



Vélo à Assistance Electrique Interactif

TP STI2D T-M4-b



Société DMS

Aéroparc Saint Martin – 12 rue de caulet – 31300 TOULOUSE – ☎ : + 33 (0)5 62 88 72 72 📠 : + 33 (0)5 62 88 72 79

Site internet : www.dmseducation.com Email : info@dmseducation.com

Ce document et les logiciels fournis sont protégés par les droits de la propriété intellectuelle et ne peuvent pas être copiés sans accord préalable écrit de DMS.
Copyright DMS 2011



MISE EN SITUATION

Afin de dimensionner tout système mécanique, il est nécessaire de connaître les actions mécaniques qui sont appliquées sur chacune des pièces.

Nous allons faire l'étude du VAE en phase d'utilisation sur route et ainsi trouver le couple nécessaire à l'avancée du VAE.

A partir de ce couple, nous pourrions, dans une deuxième phase en déduire les actions exercées sur chaque pièce du mécanisme (par exemple les manivelles) et ainsi procéder à son dimensionnement. Ce couple dépend de la pente, de la résistance de l'air, de la résistance au roulement (pneu/route) et des divers frottements dans les liaisons pivots des roues.



PRÉSENTATION	CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	EQUIPEMENT	ACCESSOIRES
<p>Développé pour répondre à des aspirations sportives, i-step Runner dispose de 27 vitesses, d'un pédalier 48-36-26 et d'un système de frein V-Brakes, tous fournis par Shimano. Ses pneus renforcés viennent compléter le cadre double butted en aluminium pour une utilisation dynamique.</p> <p>Ses lignes épurées et son poids plus léger permettent d'emblé une utilisation plus nerveuse, quelque soit le profil de la route. Le cintre a été dessiné spécialement pour offrir à l'utilisateur la possibilité d'avoir une position plus dynamique et plus racée. i-step Runner bénéficie d'une finition exemplaire qui comblera les cyclistes les plus exigeants, avec sa console amovible compatible Rapidfire, ses leviers de frein très confortables et ses capteurs coupe-circuit dissimulés. Il est livré en série avec une housse de batterie, un porte-bagage avant et une sacoche d'ordinateur pour une utilisation urbaine optimisée.</p> <p>Grâce à leur moteur performant, les modèles de la gamme i-step fournissent une assistance proportionnelle à l'effort de pédalage sur le plat ou dans les montées et se rechargent dans les descentes. Puissant, fiable et sans entretien, ce moteur à entraînement direct procure une conduite silencieuse et un pédalage en souplesse. Le logiciel de commande spécifique associé offre quatre niveaux d'assistance et quatre autres niveaux de régénération. Ainsi, le moteur mesure en permanence l'effort appliqué sur chacune des pédales et peut ajouter 25 %, 50 %, 100 % ou 200 % à cet effort, selon le niveau choisi. Il compense automatiquement les irrégularités tout en fournissant du couple afin de procurer une dynamique régulière et souple.</p>			

<http://matra-ms.com/e-bike/i-step-runner.html>

Société DMS

Aéroparc Saint Martin – 12 rue de caulet – 31300 TOULOUSE – ☎ : + 33 (0)5 62 88 72 72 📠 : + 33 (0)5 62 88 72 79

Site internet : www.dmseducation.com Email : info@dmseducation.com



PRE-REQUIS

- Notion d'action mécanique
- Modélisation des actions mécaniques

POSTE DE TRAVAIL

Vous disposez d'un poste équipé de :

Un vélo à Assistance Electrique Matra I-Step instrumenté sur home trainer TACX.

Un ordinateur associé au vélo connecté à internet

Du dossier technique du vélo

Allumez le poste et vérifier son fonctionnement



PROBLEMATIQUE

Afin de simplifier le problème nous allons chercher la relation existant entre le profil de la pente et le couple moteur à fournir sur la roue du vélo.



1 Présentation du vélo à assistance électrique

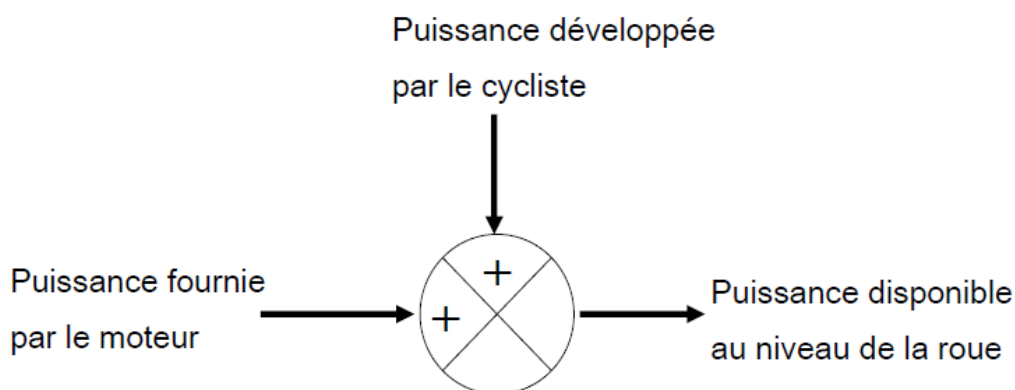
1.1 Le moteur

Le vélo I-Step dispose d'une assistance au pédalage actionnée par un moteur électrique type brushless, ce moteur est intégré dans le moyeu de la roue arrière. L'énergie électrique est stockée dans une batterie fixée sur le cadre du vélo.



1.2 Les puissances mises en jeu

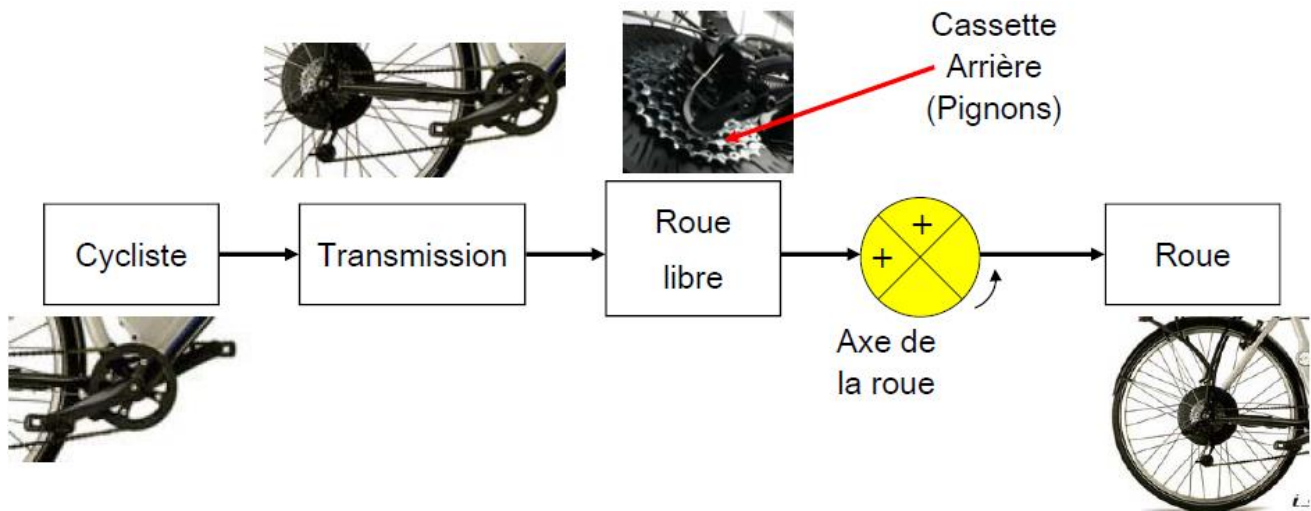
Le système d'assistance électrique au pédalage est un système de transmission mécanique à deux entrées et une sortie. La puissance motrice disponible au niveau de la roue arrière est la somme de deux puissances : la puissance musculaire fournie par le cycliste et une puissance électrique apportée par un moteur électrique.



La somme de ces deux puissances se réalise au niveau de l'axe de la roue. Il y a donc deux chaînes d'énergies qui aboutissent sur cet axe, celle qui part du cycliste celle qui part de la batterie.

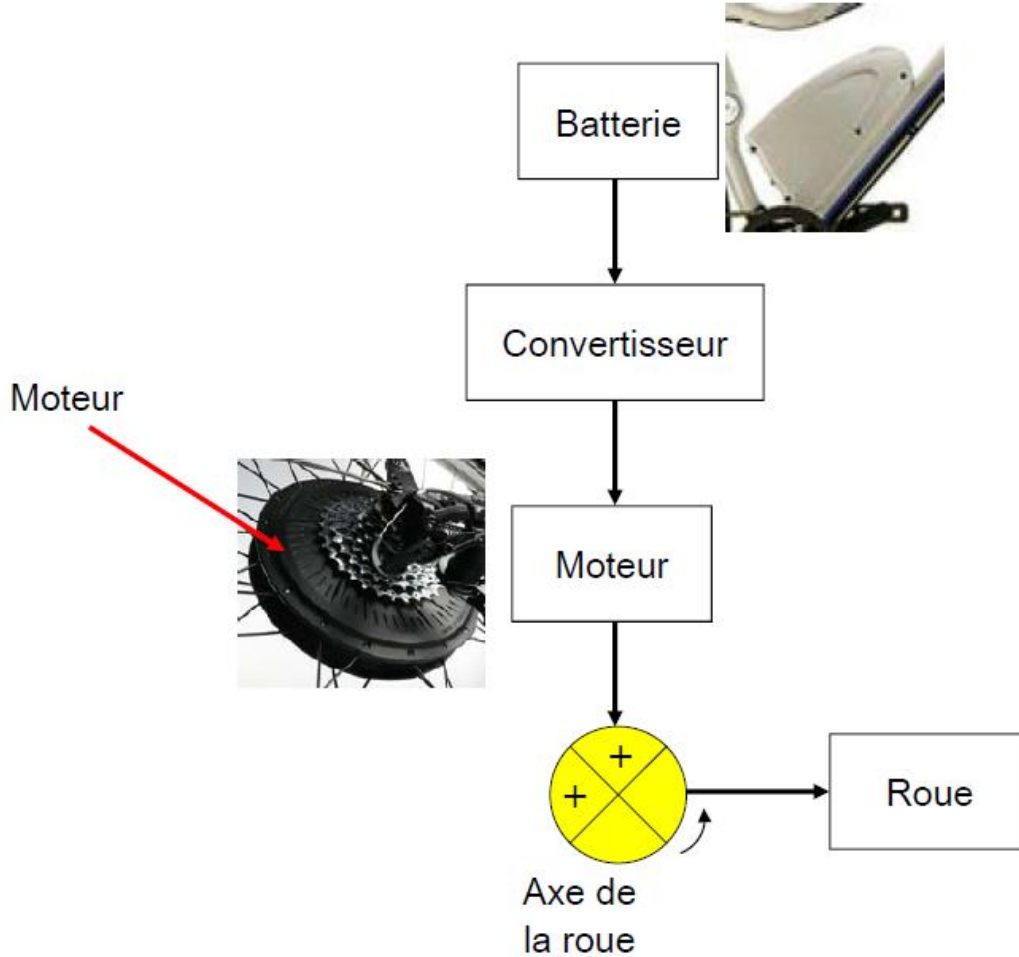


La première chaîne est représentée par le schéma synoptique ci-dessous, elle part du cycliste qui agit sur le plateau à l'avant, ensuite le transfert d'énergie passe par une transmission « roue dentée + chaîne ». La roue libre ensuite bloque le transfert de l'énergie de la roue vers le cycliste et évite ainsi qu'en descente les pédales ne tournent (la roue libre est placée sur la cassette arrière).





La deuxième chaîne part de la batterie qui fournit l'énergie au moteur via un convertisseur placé comme le moteur sur l'axe de la roue arrière (ce convertisseur d'énergie est aussi appelé variateur de vitesse électronique). Le moteur entraîne la roue arrière :

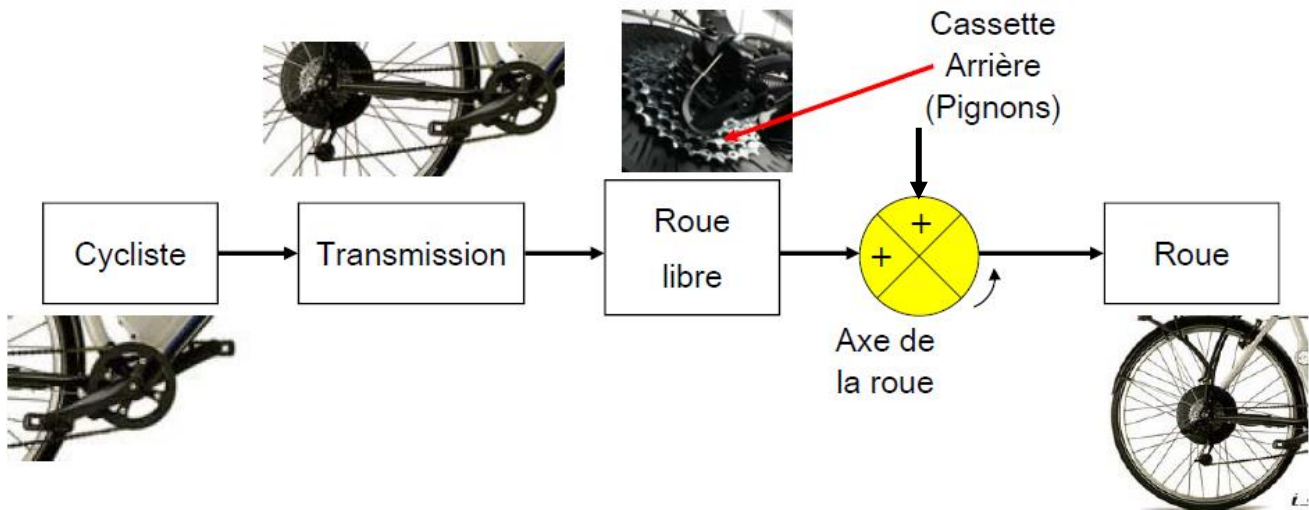




2_ Identification de la chaine d'énergie

Positionner sur ce schéma :

- Le couple fourni par le cycliste C_c
- Le couple fourni par le moteur C_m
- Le couple de transmission C_t (fourni par le pignon)
- Le couple sur la roue C_r
- Le rapport de transmission r



3_Modélisation des actions extérieures sur le vélo

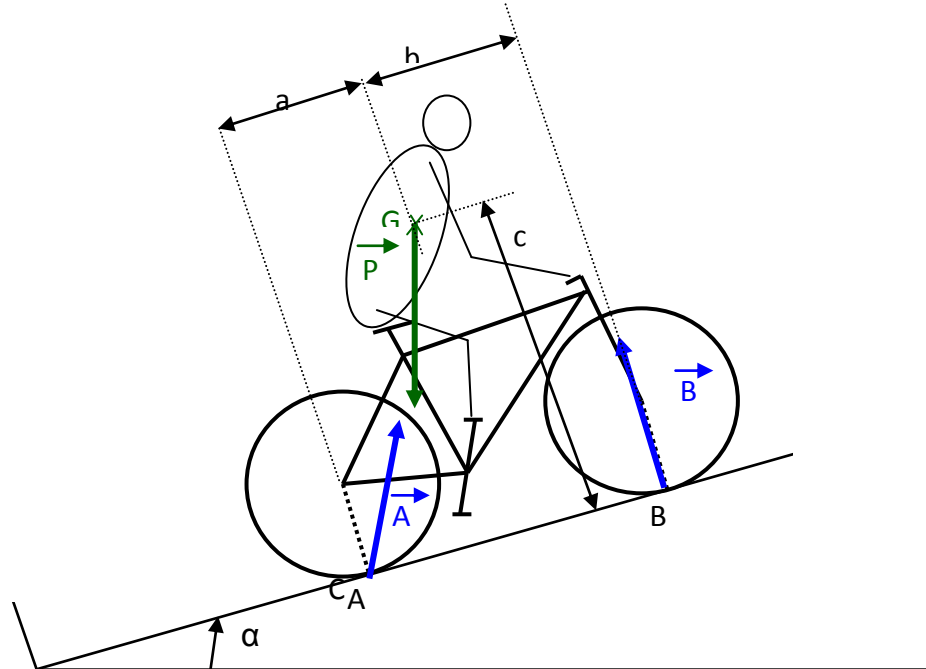
3.1 Hypothèses

- le cycliste évolue sur une pente de 3%
- la vitesse est constante
- pas de résistance à l'avancement (frottements nuls)
- résistance de l'air nulle (vitesse très faible)
- masse totale M (cycliste +vélo) ; $M = 80$ kg
- accélération de la pesanteur $g=9,81\text{ms}^{-2}$
- poids de l'ensemble appliqué en G
- diamètre de la roue $D_r = 650$ mm

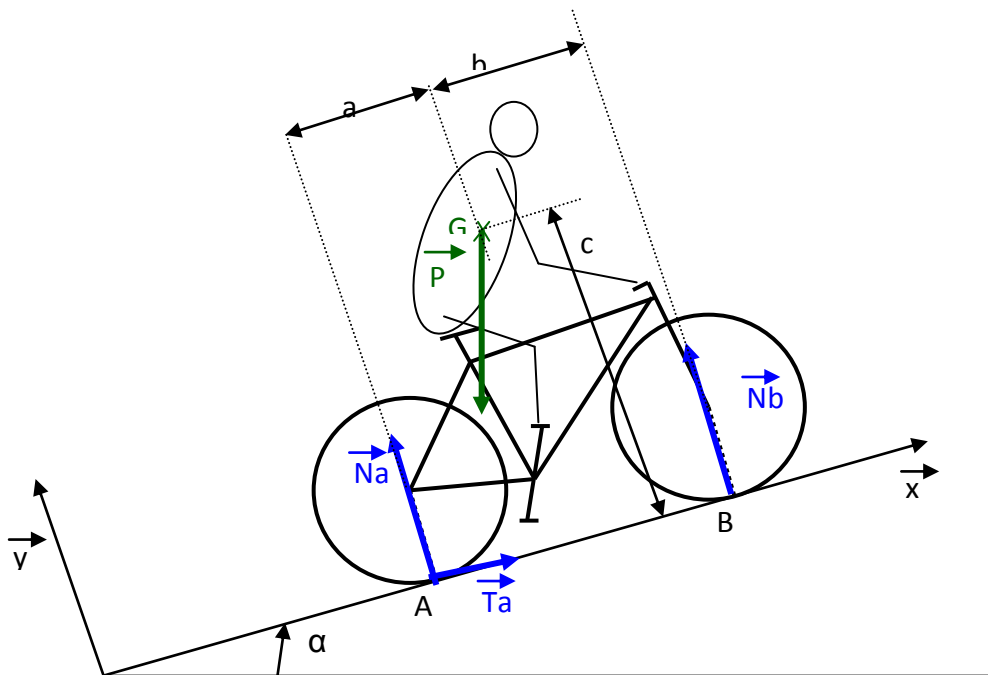


3.2 Modélisation des actions de contact et à distance (VAE sur route)

A partir de ces hypothèses, mettre en place les actions extérieures sur le (vélo+ cycliste) isolé .



3.3 Choisir un référentiel et décomposer les actions mécaniques





3.4 Appliquer le principe fondamental

$$\vec{P} + \vec{A} + \vec{B} = 0$$

$$\vec{M}_G(P) + \vec{M}_G(A) + \vec{M}_G(B) = 0$$

Equations

- Ecrire le P.F.S. en projection sur l'axe x \rightarrow
 $T_a - M g \sin\alpha = 0$

d'où $T_a = M g \sin\alpha$

A.N. $T_a = 80 \times 9,81 \times \sin 1,72^\circ$
 $T_a = 23,6 \text{ N}$

- Ecrire le P.F.S. en projection sur l'axe y \rightarrow
 $N_a + N_b - M g \cos\alpha = 0$

- Ecrire le P.F.S. d'un point de vue moment en G en projection sur l'axe z \rightarrow
 $N_b \cdot b - N_a \cdot a + T_a \cdot c = 0$

- Ecrire le P.F.S. (sur la roue arrière isolée), d'un point de vue moment, en C et en projection sur l'axe z \rightarrow

$$C_r = T_a (D_r/2)$$

A partir de ces équations, donner la valeur du couple nécessaire sur la roue C_r .

$$C_r = T_a (D_r/2)$$

A.N. $C_r = 23,6 (0,650/2)$

C_r (calculé) = **7,7 Nm**



5_Mesures

Mesurer sur le vélo en situation les éléments nécessaires au calcul du couple sur la roue arrière.

Pente	Vitesse	Assistance / Récupération A/R	Distance	Plateau Petit = 1 Grand = 3	Pignon Petit = 1 Grand = 9	Energie fournie par la batterie Interface DMS	Energie Récupérée Interface DMS	Temps Parcours TACX	Pmoyen Parcours TACX
3%	19km/H	A3	500m	3	6	3,22 Wh	0	101 s	156W

D'où la vitesse de rotation de la roue $\omega = 15,23 \text{ rd/s}$

Avec $Cr = P / \omega$

A.N. $Cr = 156 / 15,23$

Cr (mesuré) = 10,24 Nm

6_Conclusion

Conclure sur la validité des hypothèses simplificatrices mises en place en préambule.

Cr (calculé) = 7,7 Nm, Cr (mesuré) = 10,24 Nm.

Pour simplifier les calculs nous avons négligé les frottements de l'air (qui ne sont pas négligeables à 19 km/h) et surtout la résistance à l'avancement (pneu/route).

On peut conclure que les hypothèses simplificatrices ne sont pas validées.

A partir des calculs fournis en annexe (étude mécanique globale) nous pouvons avoir une approche plus précise du couple Cr

$$Cr = (Dr / 2) \cdot M \cdot g \cdot \sin\alpha + (Dr / 4) \cdot Cx \cdot \rho \cdot S \cdot V^2 + M \cdot g \cdot \delta \cdot \cos\alpha$$

Valeur des paramètres utilisés

M	80 kg
g	9,81 m.s ⁻²
Dr	650 mm
δ	0,003 m
α	0° à 6°
Cx	0,35
ρ	1,22 kg.m ⁻³
S	0,35 m ²



V	0 à 35 km /h
---	--------------

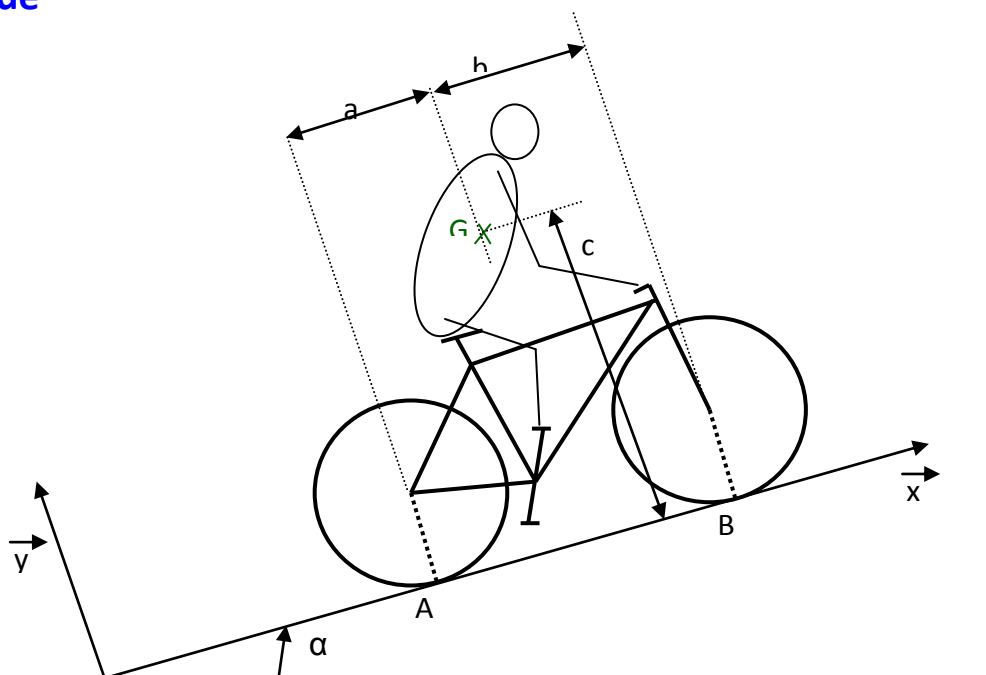
On obtient $Cr = 7,7 + 0,68 + 2,35$

Cr = 10,7 Nm

Cette approche plus précise (mais plus difficile), permet de valider les mesures faites sur le VAE instrumenté.

FICHE DE FORMALISATION

1_Isoler un solide



2_Modéliser les actions mécaniques

3_Principe fondamental de la statique

4_Résolution

5_Conclusion sur la validité des résultats