

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

ÉVALUATION COMMUNE

CLASSE : Première

EC : EC1 EC2 EC3

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Sciences de l'ingénieur

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h00

Niveaux visés (LV) : LVA LVB

Axes de programme :

- Analyser le besoin d'un produit par une démarche d'ingénierie système
- Analyser l'organisation matérielle d'un produit par une démarche d'ingénierie système
- Analyser l'organisation fonctionnelle d'un produit par une démarche d'ingénierie système
- Caractériser la puissance nécessaire au fonctionnement d'un produit ou un système
- Repérer les échanges d'énergie sur un diagramme structurel
- Caractériser les grandeurs physiques en entrées/sorties d'un modèle multiphysique traduisant la transmission de puissance
- Associer un modèle aux composants d'une chaîne de puissance
- Traduire le comportement attendu ou observé d'un objet par une structure algorithmique
- Modéliser sous une forme graphique une structure, un mécanisme, un circuit
- Modéliser les mouvements
- Modéliser les actions mécaniques
- Caractériser les échanges d'informations
- Associer un modèle à un système asservi
- Déterminer les grandeurs géométriques et cinématiques d'un mécanisme
- Rendre compte de résultats

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

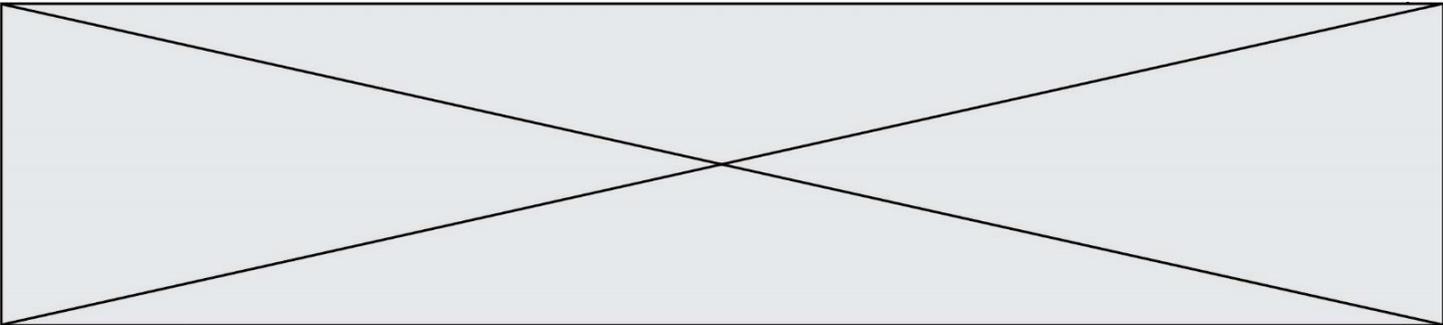
DICTIONNAIRE AUTORISÉ : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 11



SUJET SI-E3C-25-03

Constitution du sujet

- **Étude d'une performance du produit**..... Pages 4 à 6
- **Commande du fonctionnement du produit ou modification de son comportement** Pages 6 à 8
- **Documents réponses** Pages 9 à 12

Rappel du règlement de l'épreuve

Le sujet comporte deux exercices indépendants l'un de l'autre, équilibrés en durée et en difficulté, qui s'appuient sur un produit unique.

Un premier exercice s'intéresse à l'étude d'une performance du produit. Les candidats doivent mobiliser leurs compétences et les connaissances associées pour qualifier et/ou quantifier cette performance, à partir de l'analyse, de la modélisation de tout ou partie du produit ou de relevés expérimentaux.

Le second exercice porte sur la commande du fonctionnement du produit ou la modification de son comportement. L'étude s'appuie sur l'algorithmique et de la programmation, à partir de ressources fournies au candidat qu'il devra exploiter, compléter ou modifier.

Présentation du Produit

Stéphane Rachmulh et Antoine d'Acremont, deux entrepreneurs français férus de bicyclette, ont trouvé la solution pour transformer n'importe quel vélo en vélo à assistance électrique (VAE). Leur concept : Rool'in.

Le Rool'in est une **roue électrique amovible** que vous pouvez installer sur votre vélo. Elle remplace la roue avant de votre bicyclette.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

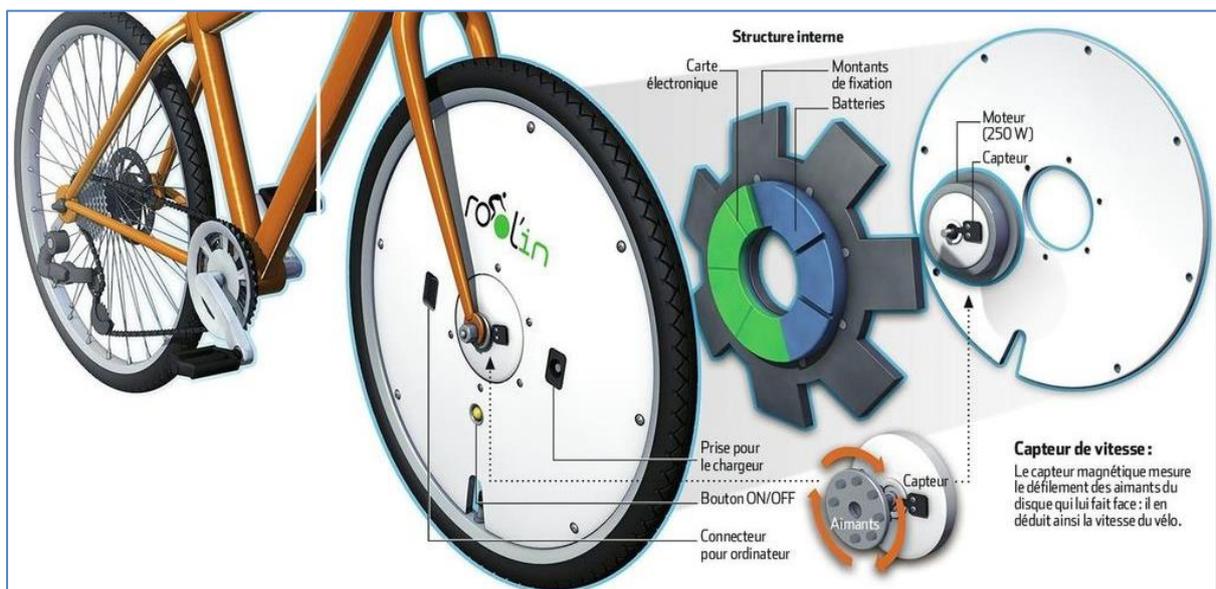
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1



Le système Rool'in se compose d'une roue avant dont le moyeu contient un moteur électrique, des batteries et un capteur de vitesse, d'un détecteur de pédalage, d'un détecteur de freinage et d'une console électronique. Dès qu'un mouvement de pédalage est détecté, la console électronique transmet, par WiFi, l'ordre au moteur électrique de se mettre à tourner.

Le moteur fournit ainsi une assistance électrique tant que la vitesse, surveillée par le capteur intégré dans la roue, ne dépasse pas 25 km·h⁻¹, la limite légale autorisée en Europe.



Étude d'une performance du produit

Problématique : comment fonctionne l'assistance électrique sur un vélo équipé d'une roue Rool'in ?

Question I-1 **Compléter** le diagramme des cas d'utilisation du document réponse DR1 QI-1 avec la nature des liens (« include » ou « extend ») et avec le nom des acteurs secondaires « smartphone » et « réseau électrique » et « réglementation européenne » dans les cases blanches correspondantes.

Description du système

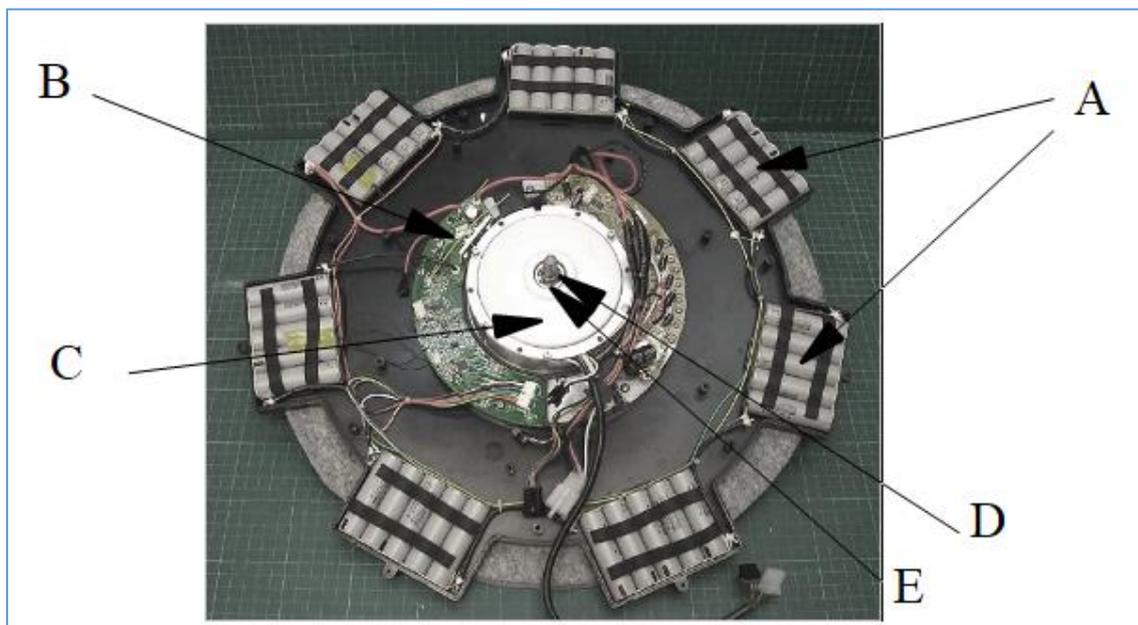


Figure 1-1 : Roue Rool'in dépourvue du pneumatique, de la jante et des capots de protection.

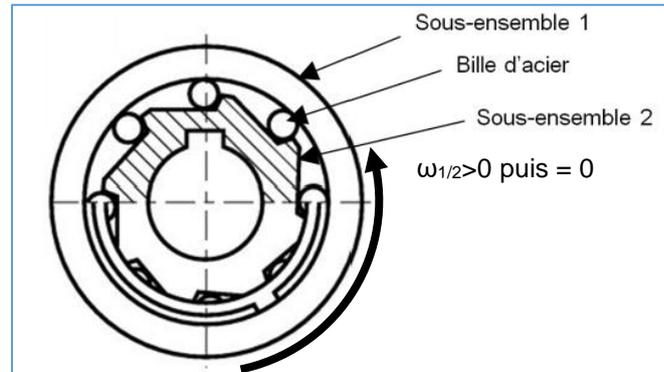
Depuis la périphérie de la roue jusqu'à son centre, sont visibles successivement sur la photographie ci-dessus :

- **A** : 7 blocs de 5 accumulateurs Lithium-ion répartis uniformément autour de la roue motorisée ;
- **B** : la carte électronique du système reliée par des faisceaux électriques aux blocs d'accumulateurs ;
- **C** : le moteur brushless LMC 24V ;
- **D** : l'axe central qui, une fois la roue montée, se trouve encastré à la fourche avant du vélo.
- **E** : le système de roue libre qui permet la rotation de la roue sans effort résistif en l'absence d'assistance électrique.



Le fonctionnement est le suivant :

Lorsque l'assistance du moteur est active, le couple entre les bobines électromagnétiques et les aimants permanents tend à faire tourner le sous-ensemble 1, par rapport au sous-ensemble 2, dans le sens trigonométrique (anti-horaire) ce qui a pour effet, par coincement des billes, de solidariser les deux sous-ensembles.



Les aimants liés au sous ensemble 1 deviennent donc immobiles par rapport à la fourche du vélo, ce qui provoque la rotation de la roue électrique. Lorsque l'assistance est désactivée, ou que le vélo va à une vitesse supérieure à 25 km·h⁻¹, les bobines et les aimants sont magnétiquement liés, donc le sous-ensemble 1 tourne dans le sens anti-trigonométrique (horaire) par rapport au sous-ensemble 2 ce qui a pour effet de libérer les billes de la roue libre.

L'ensemble A est constitué des éléments fixes par rapport à l'axe central de la roue, lié à la fourche.

L'ensemble B est constitué des éléments mobiles par rapport à l'axe central de la roue, lié à la fourche.

Question I-5 Sur le document réponse DR1 QI-5, **compléter** le tableau par des lettres (A ou B) afin d'indiquer le mouvement des différents éléments pour les deux situations, avec ou sans assistance.



identique, on peut en déduire que le couple moteur est donné par la relation :
 $C_{mot} = N_a \cdot C_{musc}$ si la vitesse du cycliste par rapport au sol ne dépasse pas $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
S'il y a dépassement établie de cette valeur, le couple moteur sera réduit linéairement jusqu'à éventuellement s'annuler.

Question II-1 D'après la figure 2-1, **Indiquer** la condition sur la vitesse qui entraîne la croissance ou décroissance du couple.

Question II-2 A partir des valeurs maximale (C_{mot_max}) et minimale (C_{mot_min}) du couple moteur relevées sur les courbes précédentes à **préciser, justifier** la valeur du rapport $\frac{C_{mot_max}}{C_{mot_min}}$.

La roue avant motorisée est équipée de 16 aimants sur la partie tournante, et d'un capteur à effet Hall ($Capt_H$) sur la partie fixe. Le passage d'un aimant devant le capteur déclenche en sortie une impulsion à l'état haut (figure 2-2). On donne le diamètre de la roue :

$$D_r = 0,7 \text{ m.}$$

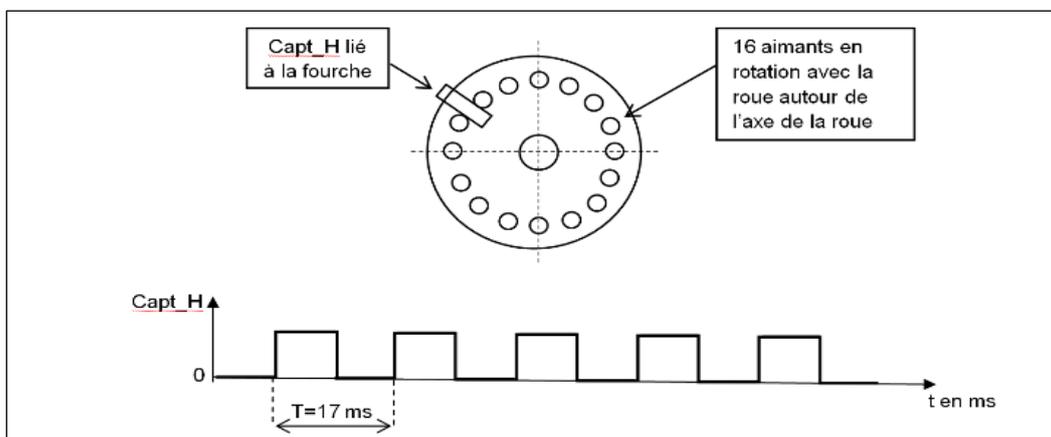


Figure 2-2 : Chronogramme de Capt_H

Question II-3 A partir du chronogramme de la figure 2-2, **déterminer** le nombre N_{imp} d'impulsions (ou périodes) par seconde issues du capteur $Capt_H$ (arrondi au nombre entier le plus proche) et **en déduire** la vitesse du cycliste $V_{cycl/sol}$ par rapport au sol correspondante en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



1.1

Pour la suite, on appelle $N_{max} = 50$, le nombre d'impulsions par seconde lié à la vitesse maximale du cycliste par rapport au sol. Le programme en charge de la limitation de couple est composé de deux tâches logicielles distinctes :

- un sous-programme d'interruption qui se déclenche à chaque front montant de $Capt_H$, gère l'incrémentatation d'un compteur N ;
- une tâche de fond, qui se déclenche toutes les 100 ms, contrôle le courant i délivré par la batterie et réinitialise la variable N . En cas de survitesse, i décroît linéairement jusqu'à s'annuler éventuellement de façon à réduire le couple moteur. En cas de sous-vitesse, i peut recroître sans dépasser la valeur de consigne i_{cons} correspondant au niveau d'assistance demandé.

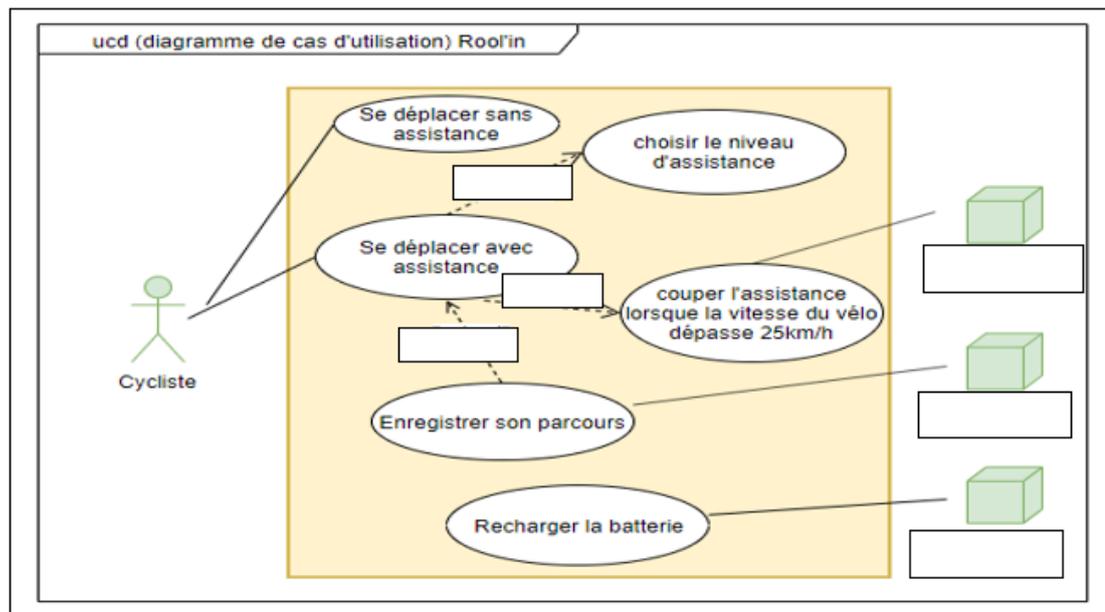
Question II-4 **Compléter**, dans les cases repérées en trait fort sur le document réponse DR2 QII-4, le sous-programme d'interruption et la tâche de fond en fonction des indications précédentes.

Question II-5 **Expliquer**, en 5 lignes au maximum, pourquoi le dispositif de contrôle de la vitesse utilisé par le V.A.E. n'est pas un asservissement de vitesse. On pourra envisager le comportement du vélo en descente.

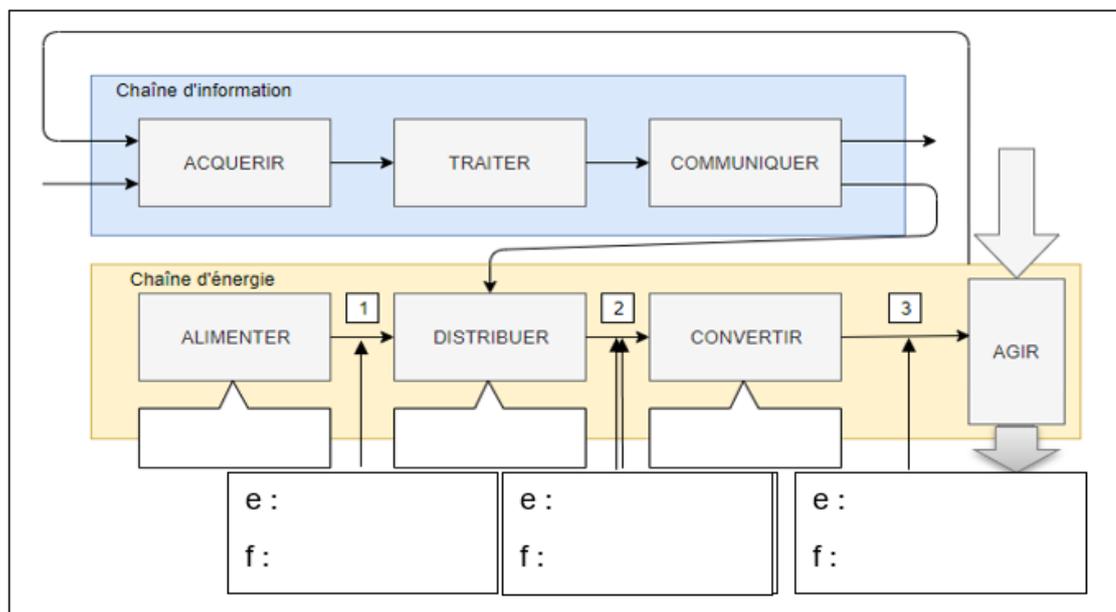


Documents Réponse DR1

QI-1



QI-2



QI-5

	Axe central	Sous-ensemble 1	Sous-ensemble 2	Aimants du moteur	Bobines du moteur	Partie tournante de la roue
Assistance active	A					B
Assistance inactive	A					B

