

# SUJET

## 2020-2021

### SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

### Spécialité Première

### ÉVALUATIONS COMMUNES

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 :  /  /



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

**CLASSE** : Première

**E3C** :  E3C1  E3C2  E3C3

**VOIE** :  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT** : SCIENCES DE L'INGENIEUR

**DURÉE DE L'ÉPREUVE** : 02h00

Niveaux visés (LV) : LVA                      LVB

Axes de programme :

- Analyser le besoin d'un produit par une démarche d'ingénierie système
- Caractériser la puissance nécessaire au fonctionnement d'un produit ou un système
- Quantifier les écarts de performance entre les valeurs attendues, mesurées, simulées
- Caractériser les grandeurs physiques en entrées/sorties d'un modèle multiphysique traduisant la transmission de puissance
- Traduire le comportement attendu ou observé d'un objet par une structure algorithmique
- Modéliser sous une forme graphique une structure, un mécanisme ou un circuit
- Modéliser les mouvements
- Modéliser les actions mécaniques
- Caractériser les échanges d'informations
- Identifier les erreurs de mesure
- Relever les grandeurs caractéristiques d'un protocole de communication
- Rendre compte de résultats

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui  Non

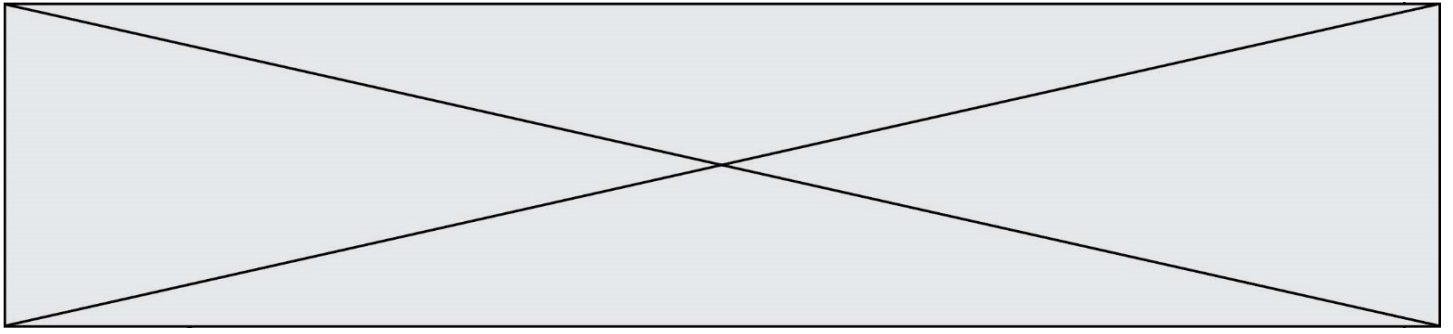
**DICTIONNAIRE AUTORISÉ** :  Oui  Non

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** : 14



**BACCALAURÉAT GÉNÉRAL**  
**Épreuve Commune de Contrôle Continu**  
**E3C**

**SCIENCES DE L'INGÉNIEUR**

Coefficient 5

Durée : 2 heures

Aucun document autorisé

L'usage des calculatrices est autorisé dans les conditions suivantes :

- l'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé ;
- l'usage de calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

**Information aux candidats** : les candidats qui disposent d'une calculatrice avec mode examen devront l'activer le jour des épreuves et les calculatrices dépourvues de mémoire seront autorisées. Ainsi tous les candidats composeront sans aucun accès à des données personnelles pendant les épreuves.

SUJET SI-E3C-20-01

**Constitution du sujet**

- **Étude d'une performance du produit**..... Pages 2 à 5
- **Commande du fonctionnement du produit ou modification de son comportement** ..... Pages 6 à 8
- **Documents réponses** ..... Pages 9 à 10

**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.

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

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 de la trottinette électrique M365

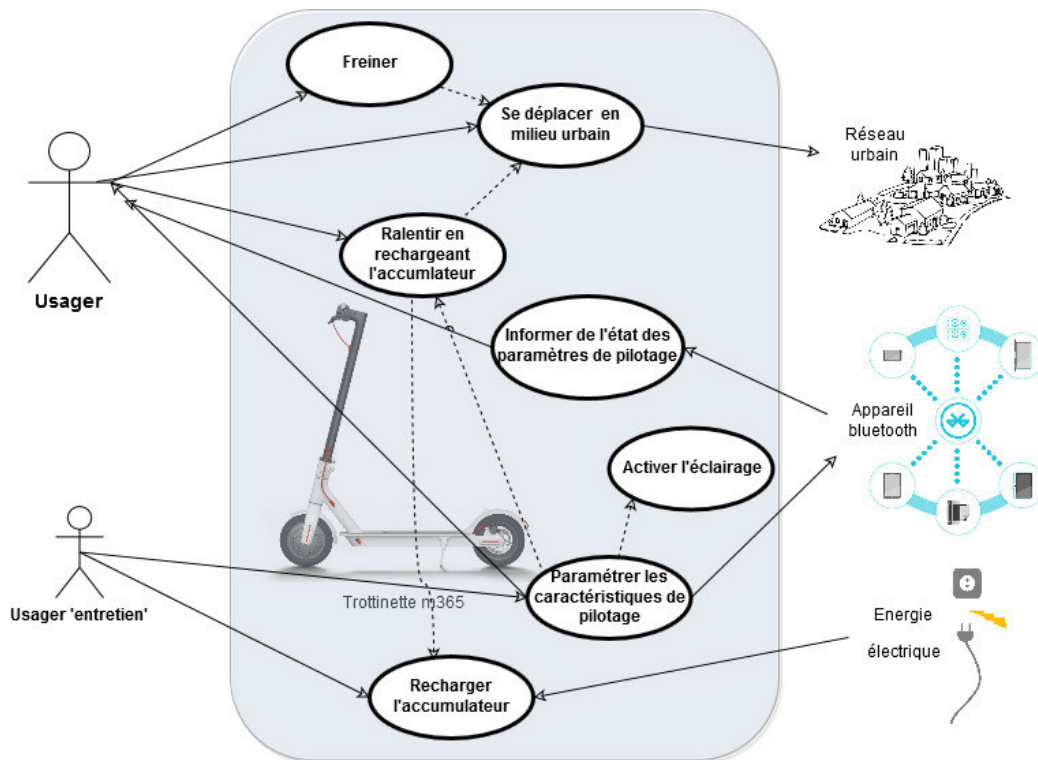


Figure 1 : cas d'utilisation

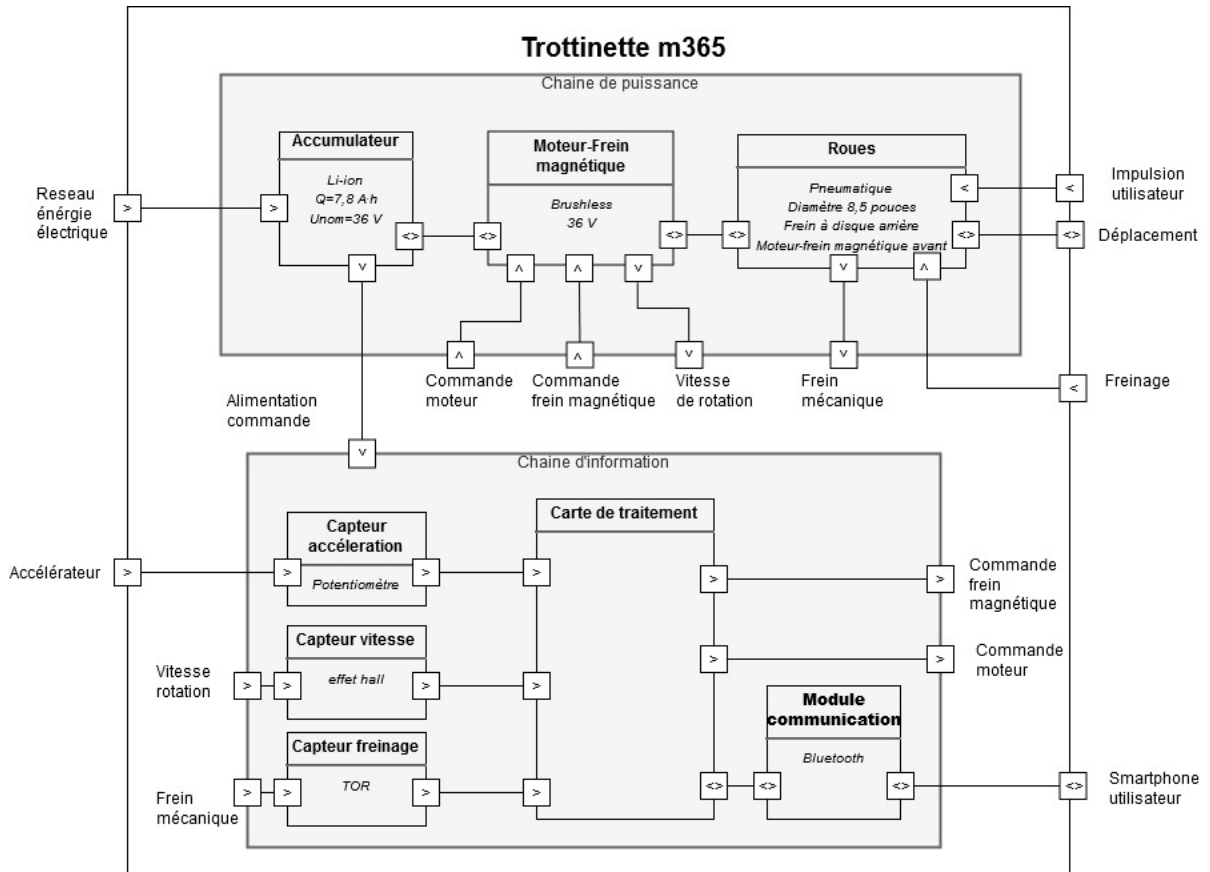
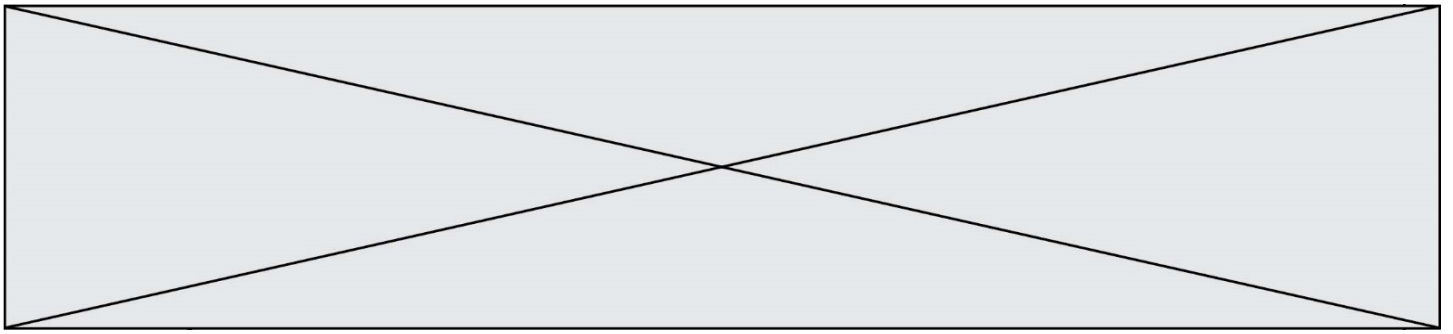


Figure 2 : IBD de la trottinette m365

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

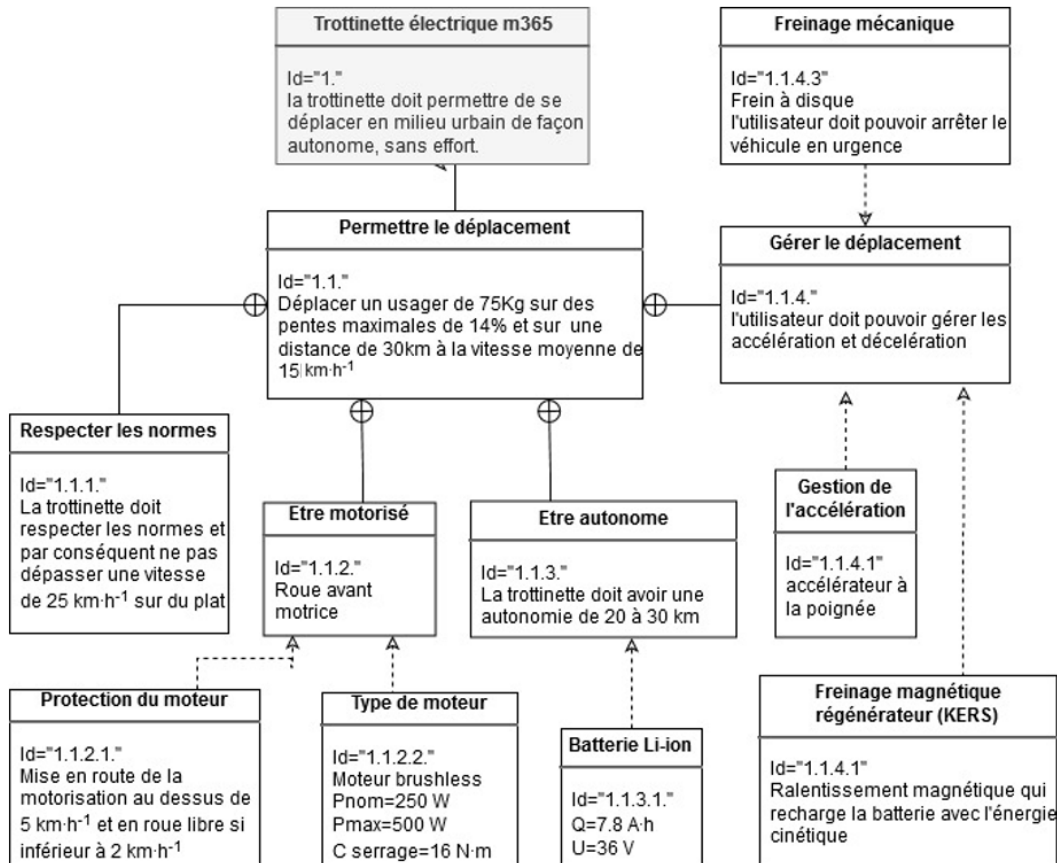
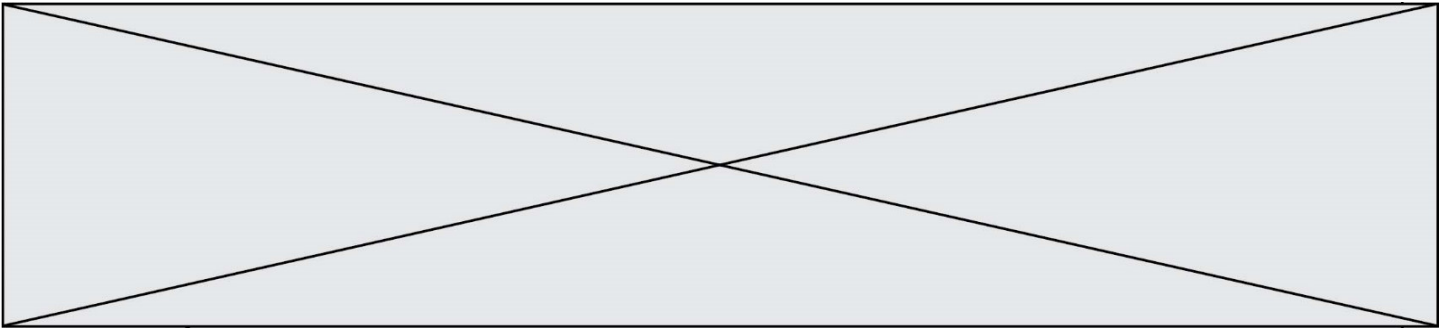


Figure 3 : Exigences de la trottinette m365

**Caractéristiques techniques du constructeur**

<b>Modèle</b>	M365
<b>Poids de la trottinette</b>	environ 12,5 kg
<b>Taille des pneus</b>	8,5 pouces
<b>Couple de serrage max.</b>	16 N·m
<b>Vitesse max.</b>	25 km·h <sup>-1</sup>
<b>Puissance nominale du moteur</b>	250 W
<b>Puissance instantanée max.</b>	500 W
<b>Inclinaison max.</b>	environ 14 %
<b>Énergie</b>	batteries Li-ion 7,8 A·h
<b>Tension nominale</b>	36 V
<b>Capacité nominale</b>	280 W·h
<b>Autonomie [1]</b>	30 km

[1]. 30 km d'autonomie avec une seule charge définie en fonction des conditions suivantes : conduite par une personne de 75 kg, une température extérieure de 25 °C, sur une route plate sans vent fort, mode économie d'énergie activé, roulant à une vitesse constante de 15 km·h<sup>-1</sup>. Les résultats peuvent varier selon le poids, la température, la vitesse du vent, les habitudes d'utilisation et d'autres



L'amélioration des trottinettes électriques pour adultes, en termes d'autonomie, de puissance, de confort et de design a permis de développer une nouvelle manière de se déplacer en ville. Elles permettent de répondre à la fois aux attentes des citoyens et aux préoccupations actuelles liées au développement durable en matière de mobilité. Ce développement a entraîné le législateur à réglementer l'utilisation de ces trottinettes.

Le sujet porte sur l'étude des capacités de mobilité de la trottinette électrique M365.

## ÉTUDE D'UNE PERFORMANCE DE LA TROTTINETTE ÉLECTRIQUE

**Problématique** : La trottinette peut-elle gravir les pentes indiquées par le constructeur ?

Pour rappel, une pente de  $x$  % correspond à une hauteur de  $x$  m pour 100 m parcourus horizontalement (voir le document réponse DR1).

Question I.1 **Relever** la pente maximum de montée prévue par le constructeur. En **déduire** la hauteur (en mètre) pour 100 m par rapport à l'horizontale correspondante puis l'angle  $\alpha$  en rad.

Figure 3  
DR1

### Étude des actions mécaniques nécessaires pour gravir la pente maximale.

Pour l'étude en montée, les hypothèses suivantes sont faites :

- vitesse de la trottinette  $\left\| \vec{V}_{G,t/s} \right\|$  constante et suffisamment faible pour négliger les effets aérodynamiques ;
- adhérence des roues sur le sol ;
- cas d'un usager moyen de masse 75 kg, les deux pieds sur la trottinette ;
- on prendra  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

### Etude de l'équilibre de l'ensemble $t = \{\text{usager} + \text{trottinette}\}$

L'ensemble  $t = \{\text{usager} + \text{trottinette}\}$  est soumis aux actions mécaniques suivantes :

- action mécanique du poids de l'ensemble

$$\{\tau(\text{poids} \rightarrow t)\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{P}_{\text{poids} \rightarrow t} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G = \left\{ \begin{array}{c} -m \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot \vec{u} - m \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot \vec{v} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G$$

- actions mécaniques des roues arrière sur le sol

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

Le contact roue-sol génère une force de résistance au roulement qui « s'oppose » au mouvement. Le coefficient de résistance au roulement pour un contact pneu - goudron est  $C_{rr} = 0,004$  (coefficient sans dimension)

$$\{\tau(\text{rar sol} \rightarrow t)\} = \left\{ \begin{matrix} F_{rrar} \cdot \vec{u} + R_{ar} \cdot \vec{v} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_B = \left\{ \begin{matrix} -\frac{1}{2} m \cdot g \cdot C_{rr} \cdot \vec{u} + R_{ar} \cdot \vec{v} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_B$$

- actions mécaniques des roues avant sur le sol

La roue avant motrice génère une force de traction dans le sens du déplacement.

$$\{\tau(\text{rav sol} \rightarrow t)\} = \left\{ \begin{matrix} F_{tract} \cdot \vec{u} + R_{av} \cdot \vec{v} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_A$$

Question I.2 **Placer**, à côté des vecteurs en gras tracés sur le document réponse DR1, le nom des actions mécaniques suivantes:

DR1

$$\vec{P}_{\text{poids} \rightarrow t}, \vec{R}_{\text{av sol} \rightarrow t}, \vec{F}_{\text{tract sol} \rightarrow t}, \vec{F}_{\text{rrar sol} \rightarrow t} \text{ et } \vec{R}_{\text{ar sol} \rightarrow t}$$

L'étude de l'équilibre de l'ensemble  $t = \{\text{usager} + \text{trottinette}\}$  permet d'obtenir l'équation suivante :

$$-m \cdot g \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} m \cdot g \cdot C_{rr} + F_{tract} = 0$$

L'étude de l'équilibre de la roue avant permet d'obtenir l'équation suivante :

$$C_{mot} - F_{tract} \cdot \|\vec{OA}\| = 0$$

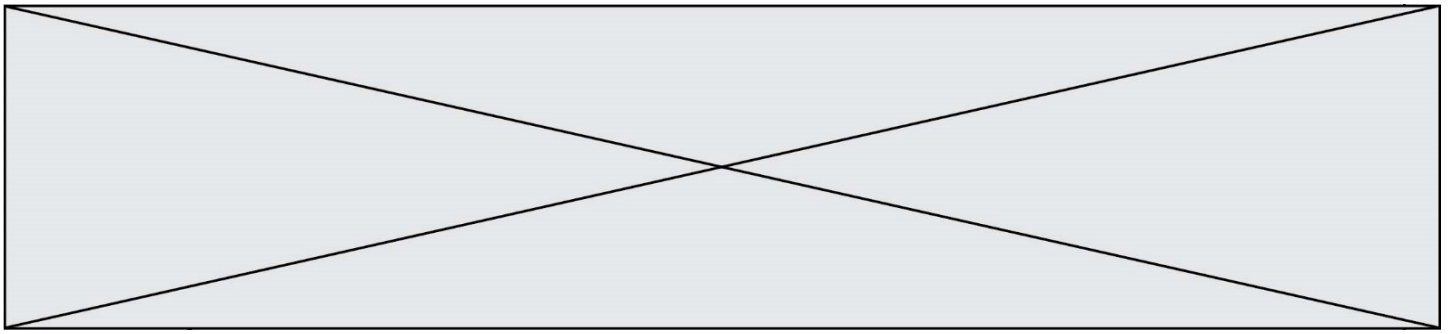
Les roues ont un diamètre de 8,5 pouces soit 216 mm.

Question I.3 **Déterminer**, sous forme littérale, puis numérique, l'effort de traction  $F_{tract}$  nécessaire pour gravir la pente maximale du cahier des charges.

En **déduire** le couple moteur  $C_{mot}$ .

**Étude des capacités énergétiques de la trottinette à gravir la pente maximale.**





Pour la suite de l'étude, on prendra  $C_{\text{mot}} = 13 \text{ N}\cdot\text{m}$

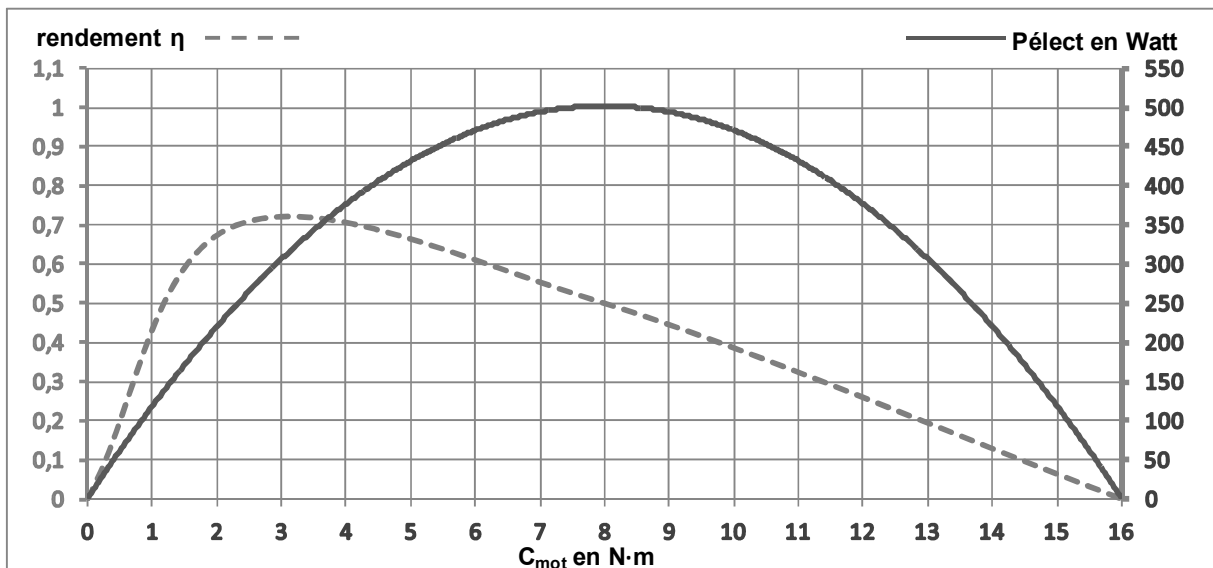


Figure 4 : Rendement et puissance absorbée du moteur en fonction de  $C_{\text{mot}}$ .

Question I.4 Dans le cas précédent, **relever sur la figure** les valeurs de la puissance électrique absorbée  $P_{\text{élect}}$  et du rendement  $\eta$  pour le couple moteur  $C_{\text{mot}}$  donné. En **déduire** la valeur de la puissance mécanique utile  $P_{\text{méca}}$  en W.

Pour la suite de l'étude, on prendra  $P_{\text{méca}} = 62 \text{ W}$  et  $F_{\text{tract}} = 120 \text{ N}$

Question I.5 **Exprimer** l'expression littérale de la puissance utile mécanique  $P_{\text{méca}}$  en fonction de la vitesse  $\|\vec{V}_{G,t/s}\|$  et de la force de traction  $F_{\text{tract}}$  de la trottinette. **Calculer** la vitesse  $\|\vec{V}_{G,t/s}\|$  en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Question I.6 **Comparer** la vitesse  $\|\vec{V}_{G,t/s}\|$  avec la vitesse minimale avant la mise en roue libre de la trottinette et **conclure** sur les possibilités d'assistance électrique en pente élevée.

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

## COMMANDE DU FONCTIONNEMENT DU PRODUIT OU MODIFICATION DE SON COMPORTEMENT

La trottinette Xiaomi M365 a été conçue à destination d'une population d'adolescents. La vitesse ressentie et les accélérations franches ont été favorisées au détriment de la stabilité et du contrôle.

Les nouveaux moyens de déplacement « éco-responsables » doivent permettre de toucher une tranche d'âge plus élevée.

**Problématique** : L'expérience de conduite doit être sans à-coups. Comment modifier le comportement de la trottinette par une simple mise à jour du logiciel ?

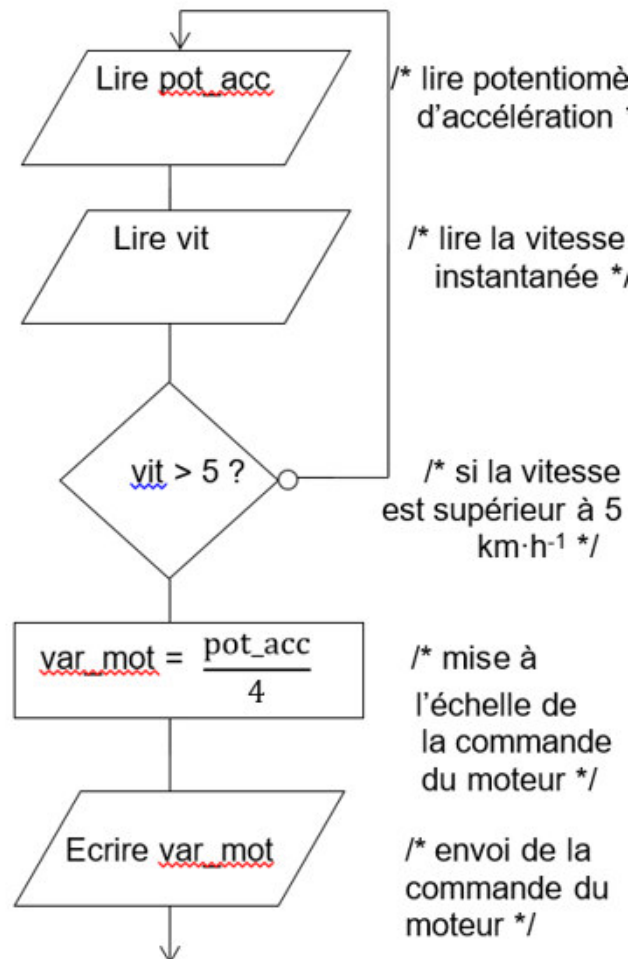
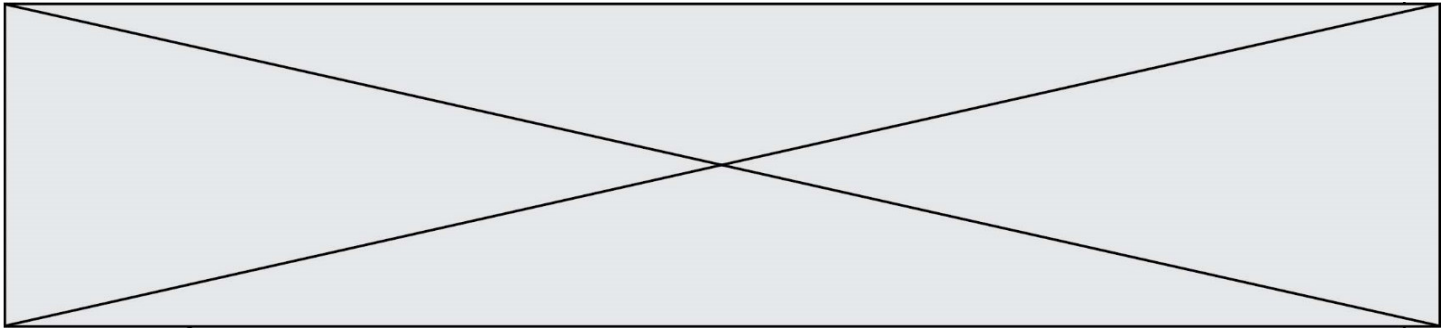


Figure 5



### Étude de la commande d'accélération du système actuel :

La commande d'accélération permet actuellement la commande du moteur si la vitesse est supérieure à  $5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  (voir figure 5).

Question II.1 **Déterminer** le nombre de valeurs possibles de `pot_acc` sachant que cette variable est définie sur 10 bits.

Figure 5

**Déterminer** le nombre de valeurs possibles de `var_mot` sachant que cette variable est définie sur 8 bits.

Question II.2 À partir de la réponse à la question 1, **justifier** l'instruction `var_mot =  $\frac{\text{pot\_acc}}{4}$`  présente dans l'algorithme figure 5.

Figure 5

La courbe figure 6 illustre l'influence de la position du potentiomètre d'accélération sur la vitesse finale et le temps pour atteindre cette vitesse.

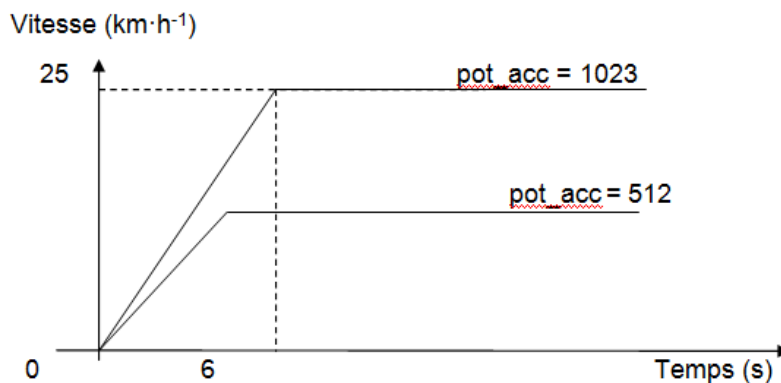


Figure 6

Une trop forte accélération ( $> 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) entraîne un patinage de la roue avant.

Question II.3 **Calculer** l'accélération (en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) quand `pot_acc = 1023` avant que la vitesse ne se stabilise. En **déduire** si cette accélération entraîne un patinage des roues ou pas.

Le constructeur souhaite réduire l'accélération réelle lorsque la consigne donnée par l'utilisateur est supérieure à  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , cela correspond à (`pot_acc > 850`).

La fin de l'algorithme figure 5 a été modifiée.

Les six nouvelles instructions dans le programme de la figure 7 permettent de réduire l'accélération réelle. Si le potentiomètre d'accélération renvoie une consigne très grande (supérieure à 850) alors on augmente progressivement la commande de vitesse du moteur. La vitesse maximale du moteur doit alors être atteinte avec un

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 :  /  /

Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

délai de 0,3 s par rapport à l'ancien programme. Le cahier des charges impose que la vitesse maximale du moteur, avec la nouvelle programmation, doit être atteinte au maximum 0,3 s plus tard qu'avec l'ancienne programmation.

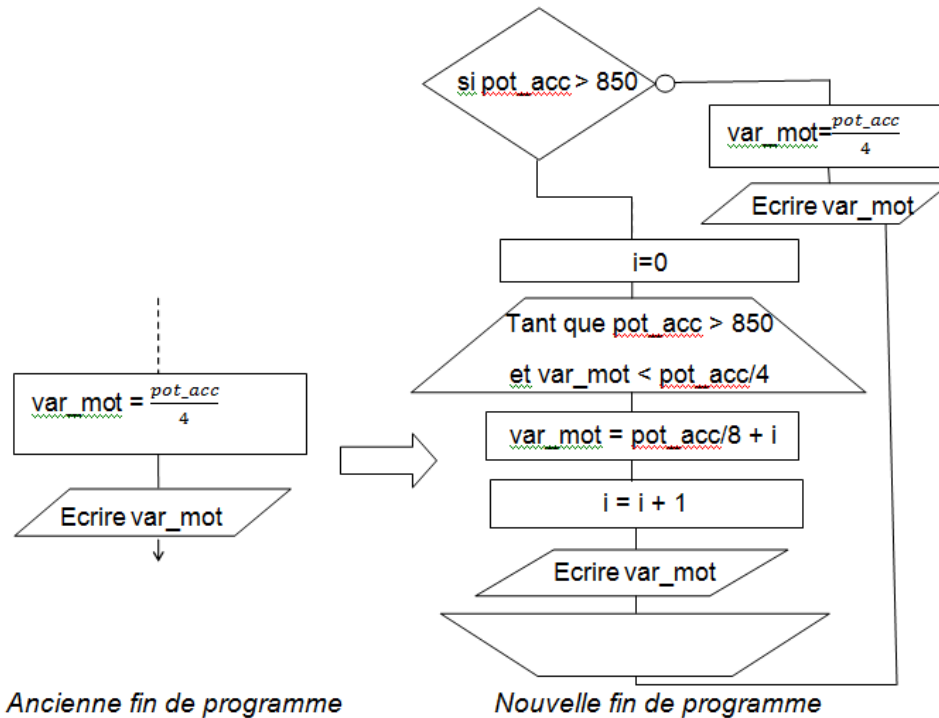


Figure 7

**Étude de la modification de la commande d'accélération :**

Question II.4 À l'aide de l'algorithme « Nouvelle fin de programme », compléter les valeurs de var\_mot et le nombre d'itérations correspondants aux valeurs du potentiomètre d'accélération du document réponse DR2.

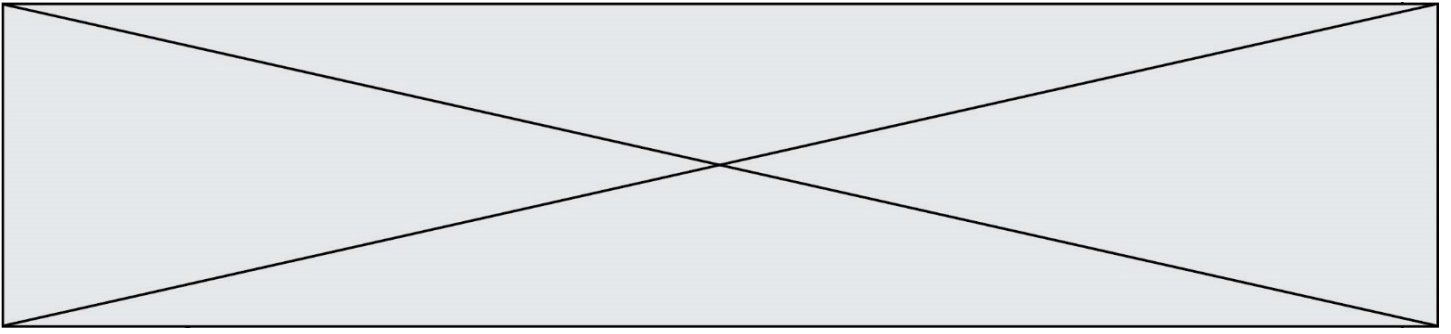
Figure 7  
DR2

Question II.5 Sachant que chaque instruction a une durée d'environ 1 µs, compléter les durées de traitement d'une boucle « tant que » et de la « Nouvelle fin de programme » correspondantes aux valeurs du potentiomètre d'accélération du document réponse DR2.

DR2

**Comparer** le délai engendré par ce nouveau programme avec celui attendu.

Question II.6



**Conclure** sur l'influence de la modification du programme au regard du cahier des charges. **Proposer** une solution pour répondre à la problématique.

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

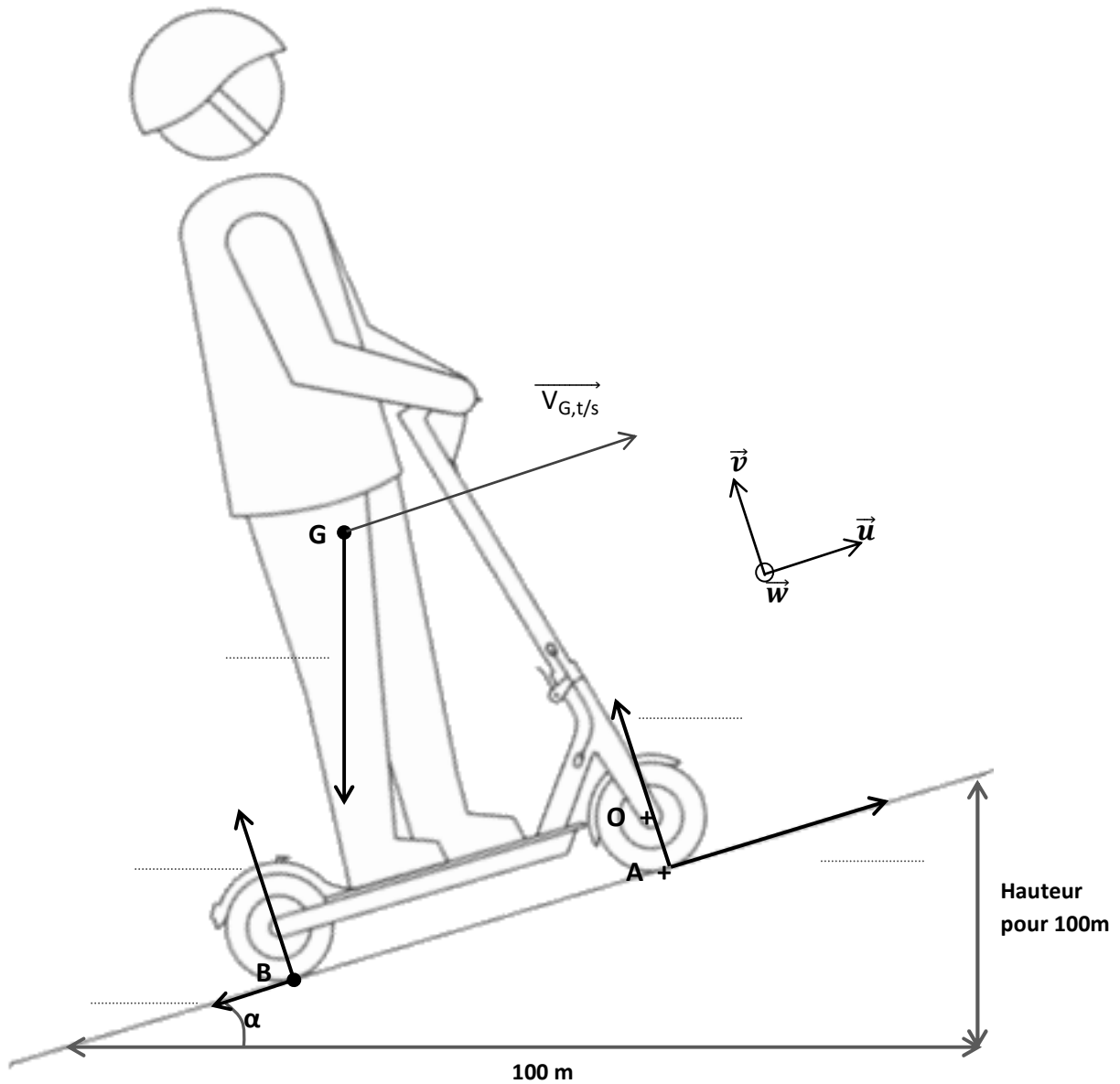
Né(e) le :

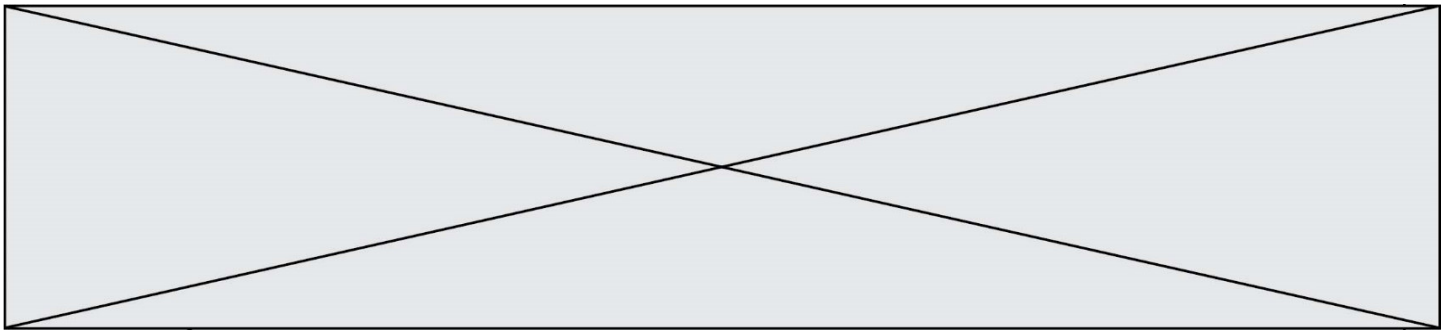
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

## DOCUMENTS RÉPONSES

DR1 :





**DR2 :**

**Question 4 :**

pot_acc	var_mot initial ( i=0 )	var_mot final ( i=pot_acc/4)	Nombre d'itérations
851	$\frac{851}{8} = 106$	$\frac{851}{4} = 212$	212-106 = 106
1023	...	...	...

**Question 5 :**

pot_acc	Nombre d'itérations	Durée des cinq instructions dans le <i>tant que</i>	Durée totale <i>nouvelle fin de programme</i>
851	106	5 $\mu$ s	530 $\mu$ s
1023	...	...	...