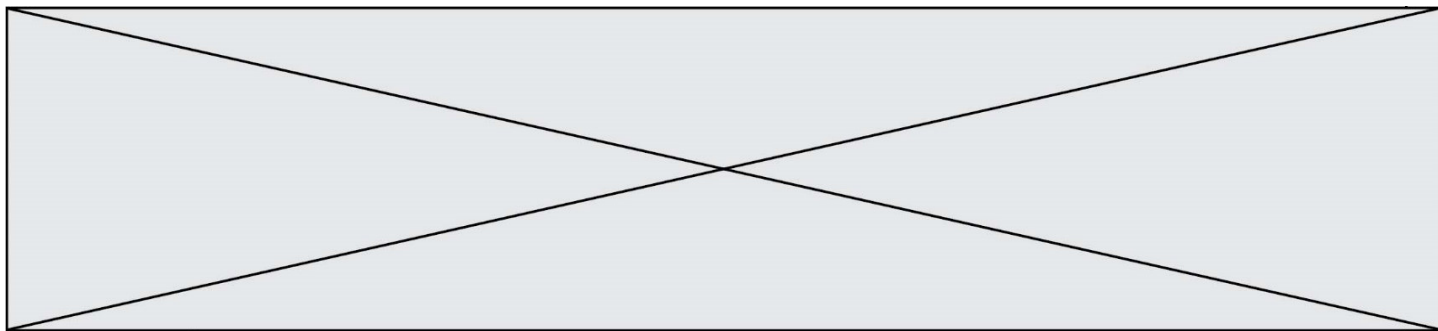




BACCALAURÉAT GÉNÉRAL
Épreuve Commune de Contrôle Continu
E3C
SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

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-20-02

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 :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

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

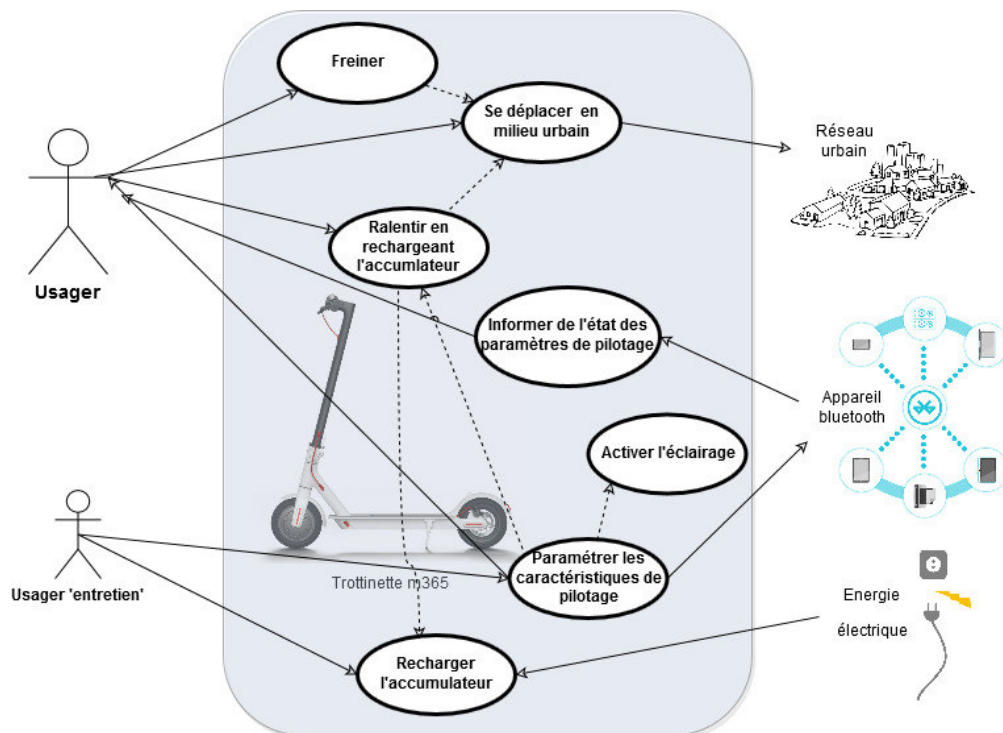


Figure 1 : cas d'utilisation

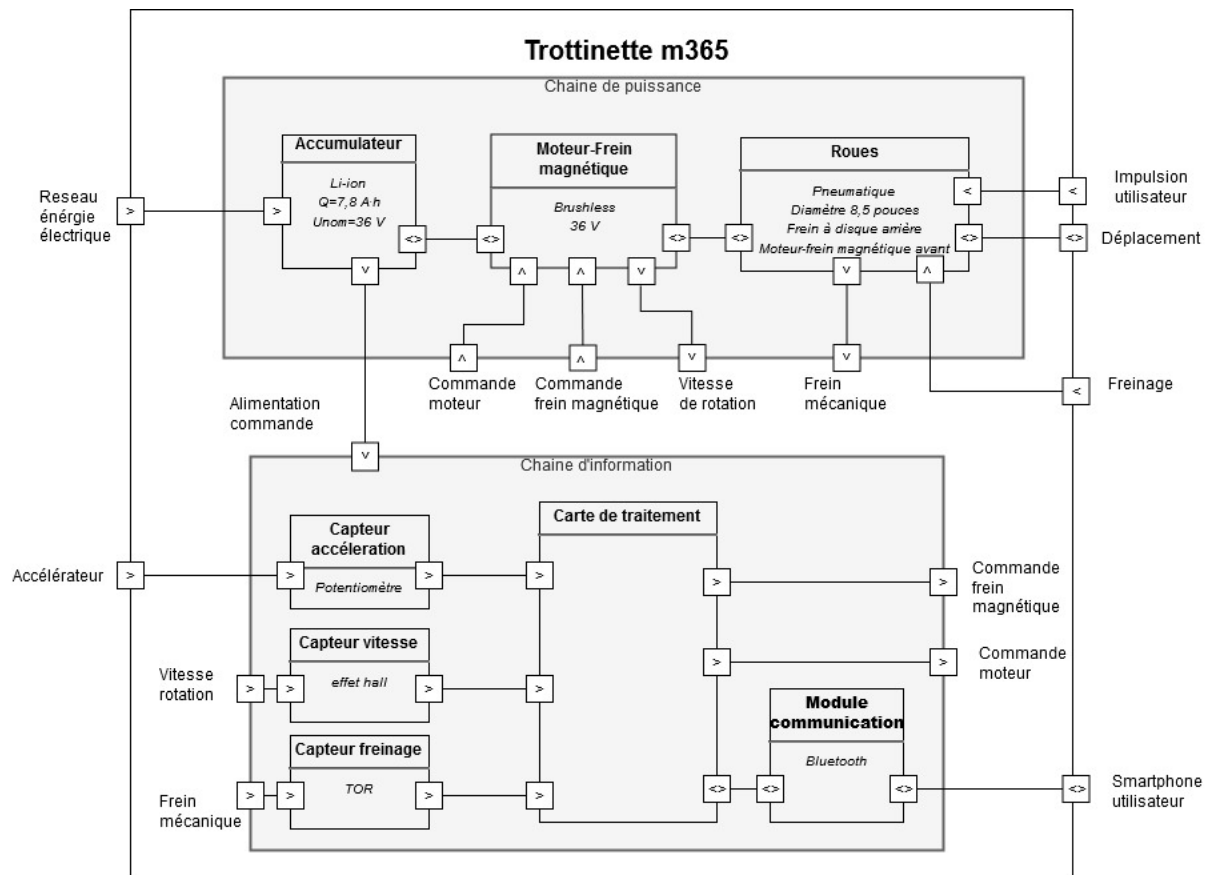
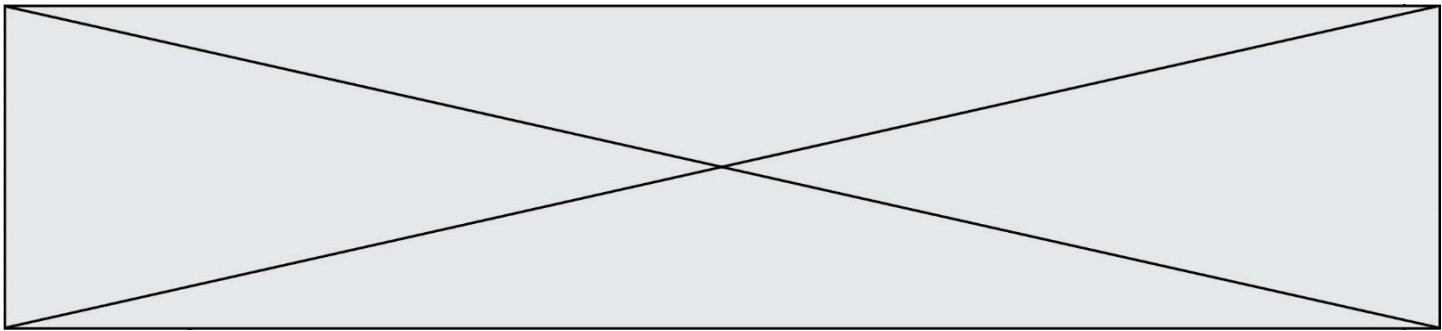


Figure 2 : IBD de la trottinette m365

Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :


Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

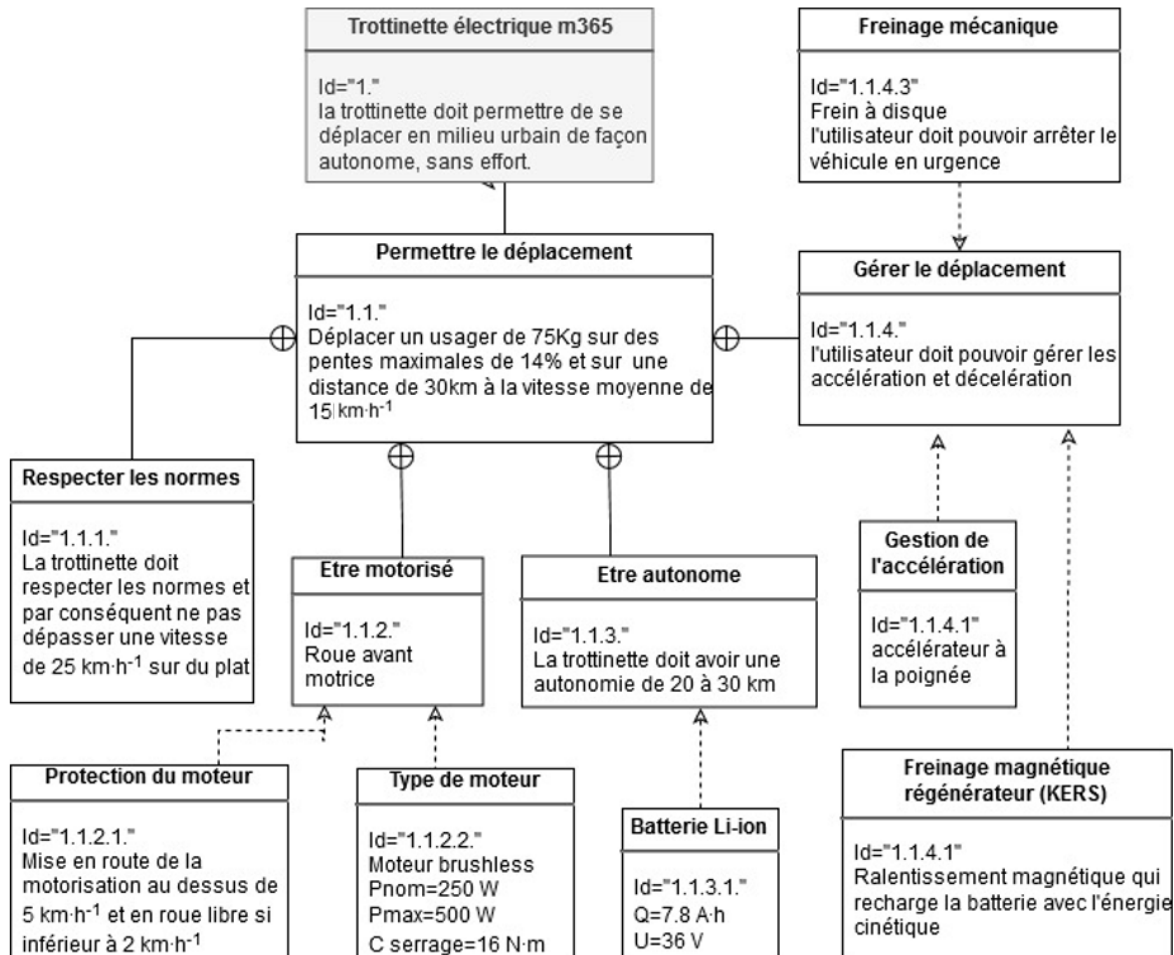


Figure 3 : Exigences de la trottinette m365

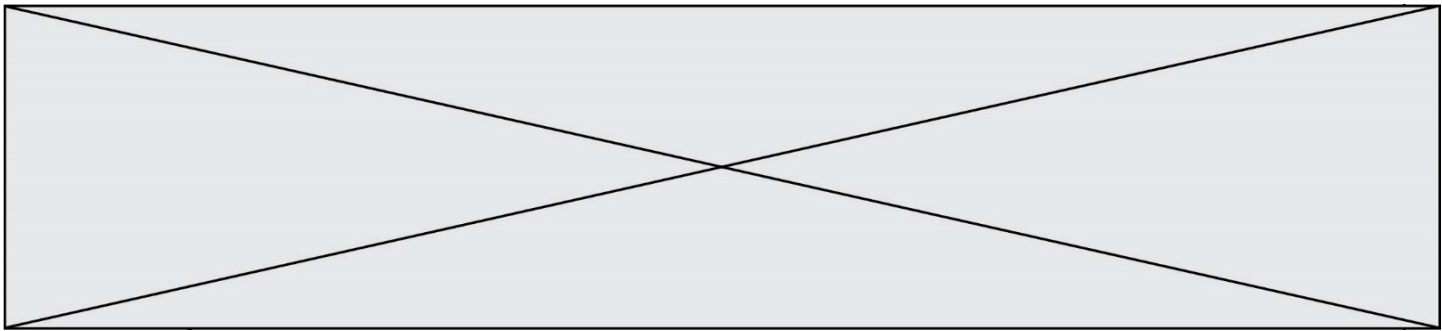
Le sujet porte sur l'étude des capacités de mobilité de la trottinette électrique M365.

EXERCICE 1 : ÉTUDE D'UNE PERFORMANCE DE LA TROTTINETTE

Problématique : L'utilisation de la trottinette sur un parcours réel vérifie-t-elle les exigences d'autonomie du constructeur ?

La trottinette M365 est dotée d'un système de récupération d'énergie cinétique (KERS) qui s'enclenche automatiquement lorsque l'accélérateur est relâché. Le moteur est utilisé, dans ce cas, en générateur d'énergie et sert de frein magnétique. Cela a pour conséquence de ralentir la trottinette et de produire de l'électricité afin de recharger la batterie.

Afin de tester l'autonomie de la trottinette sur un parcours réel, un protocole expérimental a cherché à mettre en évidence la récupération d'énergie dans les phases de ralentissement.



Description de la boucle réalisée par un usager de 75 kg avec sa trottinette est décrite sur le DR1 et sur la figure 4.

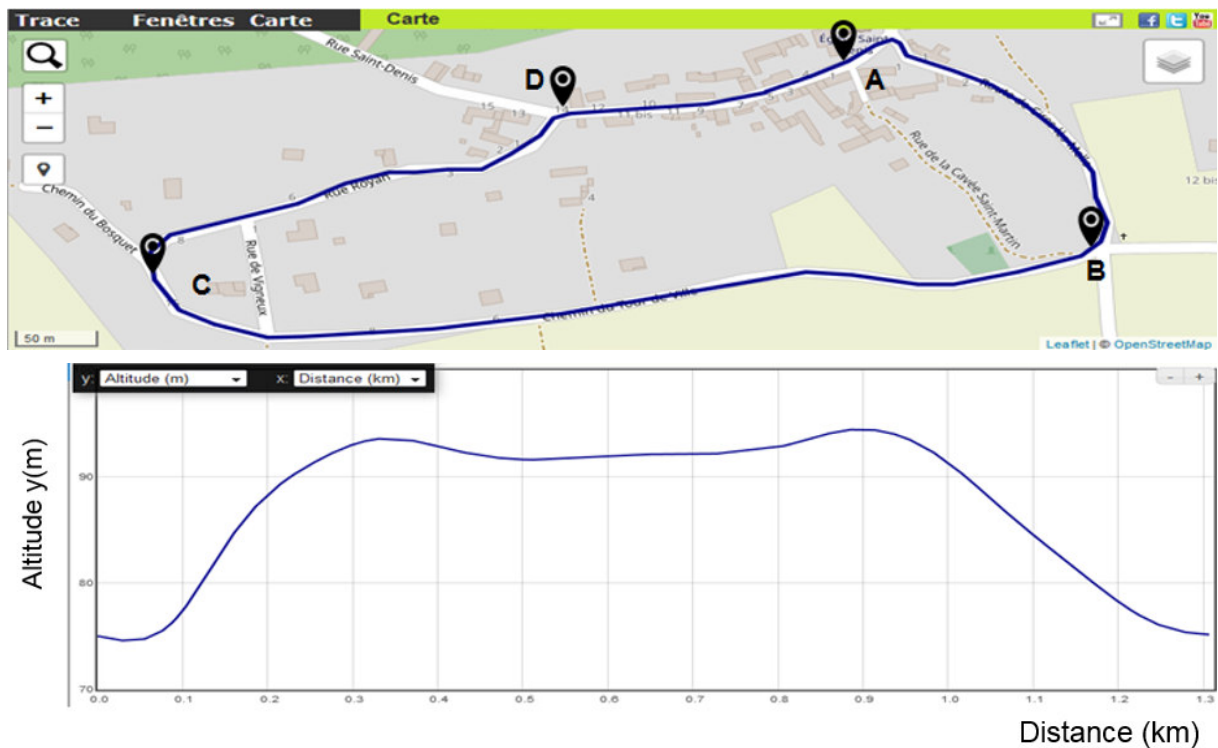


Figure 4 : plan de la boucle

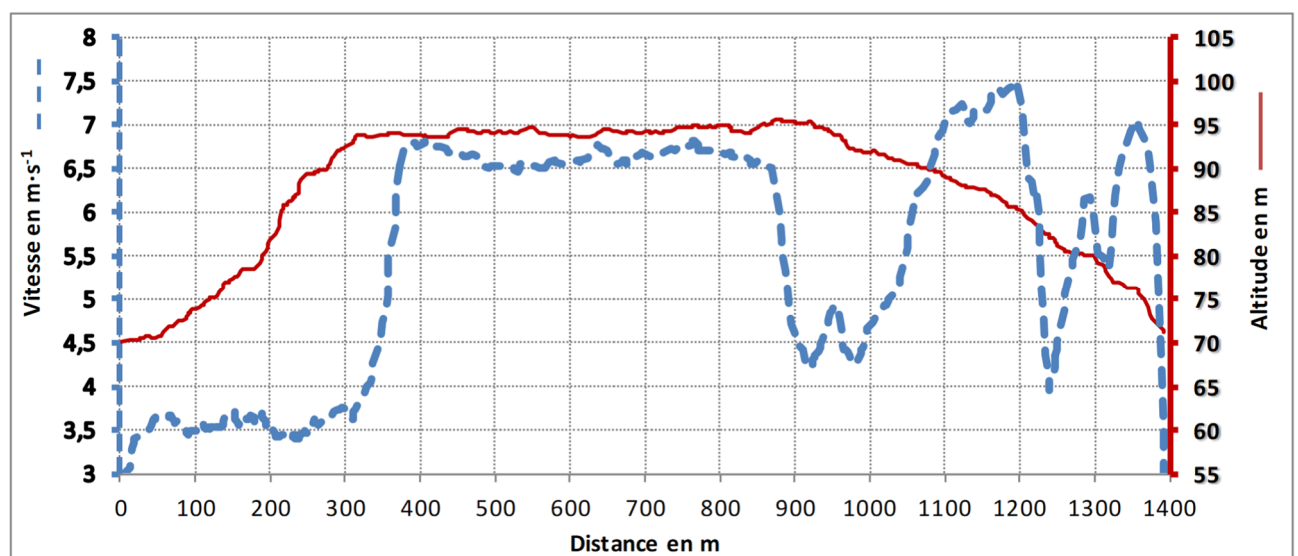


Figure 5 : Vitesse, altitude et distance parcourue

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

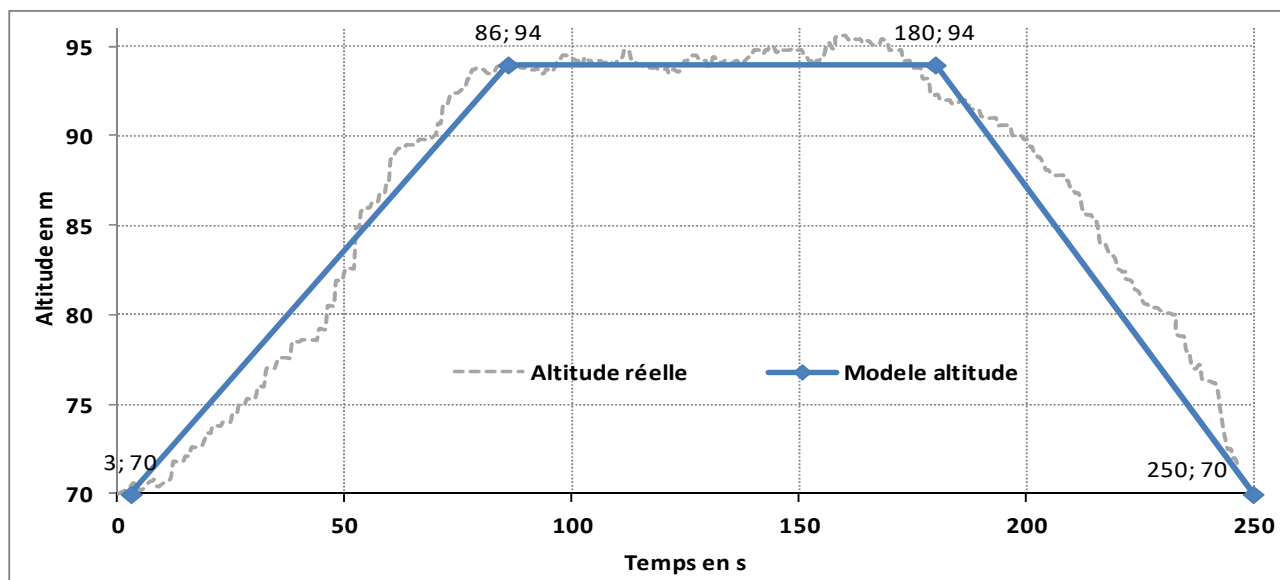


Figure 6 : Altitude réelle et simplifiée.

Étude des conséquences de l'utilisation de la trottinette sur sa consommation.

Question I.1 **Compléter** le tableau 1 du document réponse 1 avec les profils du parcours (plat, montée ou descente) et **qualifier** la valeur de la vitesse moyenne (élevée ou faible) sur la distance comprise entre 0 et 312 m et la cause justifiant la valeur de vitesse moyenne sur cet intervalle [0, 312].

DR1
Figures
5 et 6

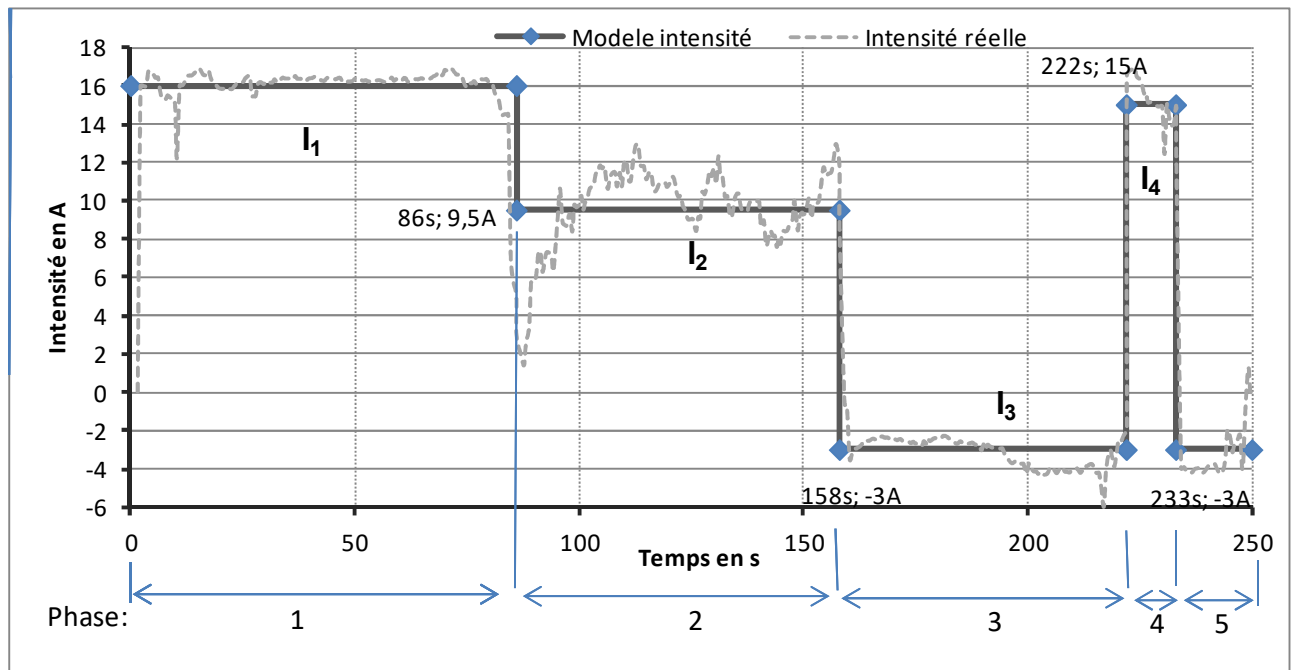
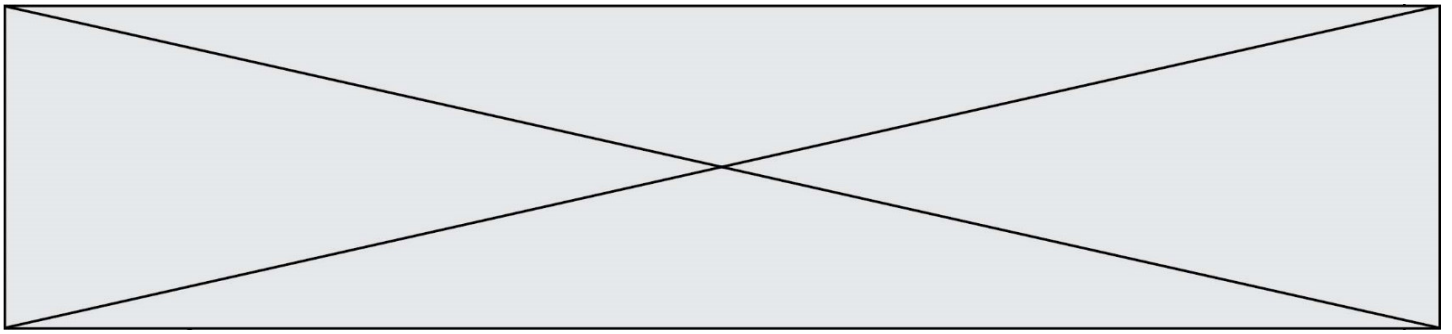


Figure 7 : Courant consommé (modélisé et réel) pendant les phases 1 à 5.

À l'approche du carrefour D, un freinage est nécessaire afin de ralentir et d'aborder ce carrefour en toute sécurité. À la sortie du carrefour D ($t = 222$ s), une accélération est effectuée, cela induit une « demande » d'intensité électrique pour alimenter le moteur (phase 4) afin d'atteindre une vitesse convenable.

Question I.2 Pour les phases 1 à 3, **reporter** les valeurs des intensités modélisées dans le tableau 2 du DR1. De manière qualitative, **justifier** que la consommation de courant est plus élevée en montée que sur du plat et que la consommation de courant peut être négative lors de la descente.

DR1
Figures 6 et 7

La quantité d'électricité consommée (Q_{conso}) par le moteur correspond à la somme des produits, phase par phase, de l'intensité par le temps de chaque phase consommatrice de courant. Ainsi on obtient $Q_{conso} = 2225$ C.

Question I.3 **Calculer** en Coulomb, la quantité d'électricité produite ($Q_{produite}$) par le frein magnétique pendant les phases génératrices de courant qui recharge la batterie ainsi que le bilan de la quantité totale d'électricité effectivement nécessaire (Q_{totale}) pour effectuer le parcours complet. **Quantifier** le rapport $Q_{produite}$ sur Q_{conso} en pourcentage sur le parcours complet.

DR1
Figure7

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

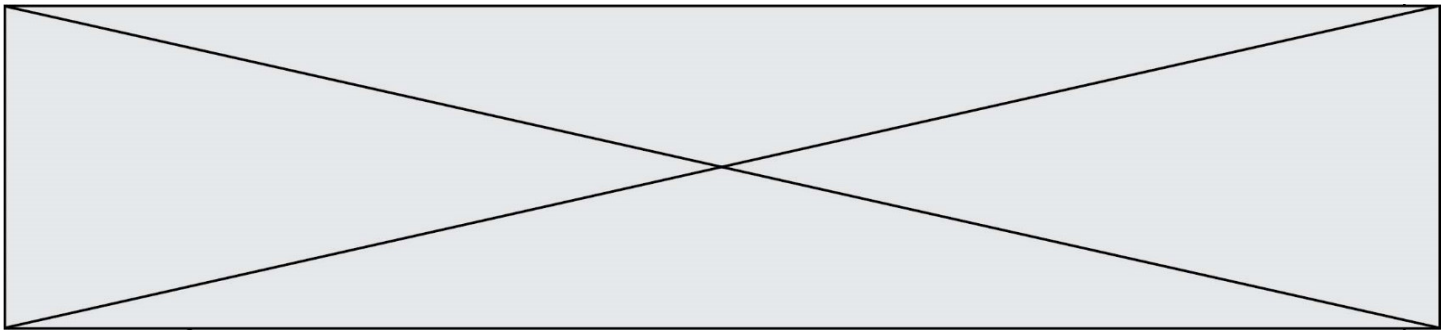
1.1

Étude de l'autonomie de la trottinette sur un parcours réel.

Pour la suite de l'étude, on prendra $Q_{totale} = 1982 \text{ C}$. On rappelle que $1 \text{ A} \cdot \text{h} = 3600 \text{ C}$.

Question I.4 A partir de la charge complète de la batterie (voir les caractéristiques de la batterie figure 3), **déterminer** le nombre de parcours test que pourrait parcourir la trottinette. A partir de la distance parcourue lors du test (figure 5), **déterminer** la distance totale (en parcours test) pouvant être couverte par la trottinette avec une batterie complètement chargée.

Question I.5 **Comparer** cette distance à celle annoncée dans le cahier des charges et **conclure** sur l'intérêt pour l'autonomie de la trottinette du système de récupération d'énergie cinétique (KERS) sur un parcours test représentatif du réel.



COMMANDE DU FONCTIONNEMENT DU PRODUIT OU MODIFICATION DE SON COMPORTEMENT

Des accidents récents mettant en cause les trottinettes électriques ont nécessité une évolution de la loi sur leur utilisation.

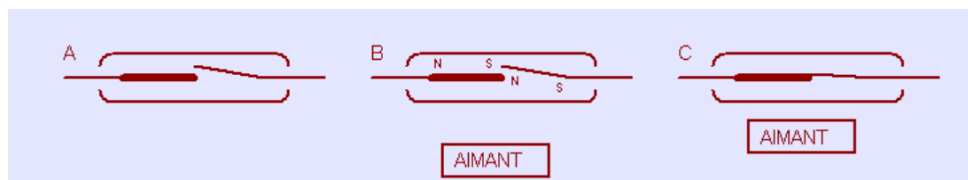
L'article 3 du décret n° 2019-1082 du 23 octobre 2019 relatif à la réglementation des engins de déplacement personnel (E.D.P.) motorisé (non thermique) impose une vitesse maximale de 25 km·h⁻¹.

La trottinette Xiaomi M365 ne dispose pas d'éléments structurels d'acquisition de vitesse linéaire.

Problématique : Comment faire pour mesurer et limiter la vitesse conformément à la nouvelle réglementation ?

Une solution économique envisagée serait de placer une détection à base d'I.L.S (Interrupteur à Lamelle Souple) dans la roue arrière.

L'I.L.S. se présente sous la forme de 2 lamelles magnétiques sous verre qui en présence d'un aimant ouvre ou ferme un contact.



Pour chaque tour de roue, une impulsion est générée lors du passage de l'I.L.S. devant l'aimant.

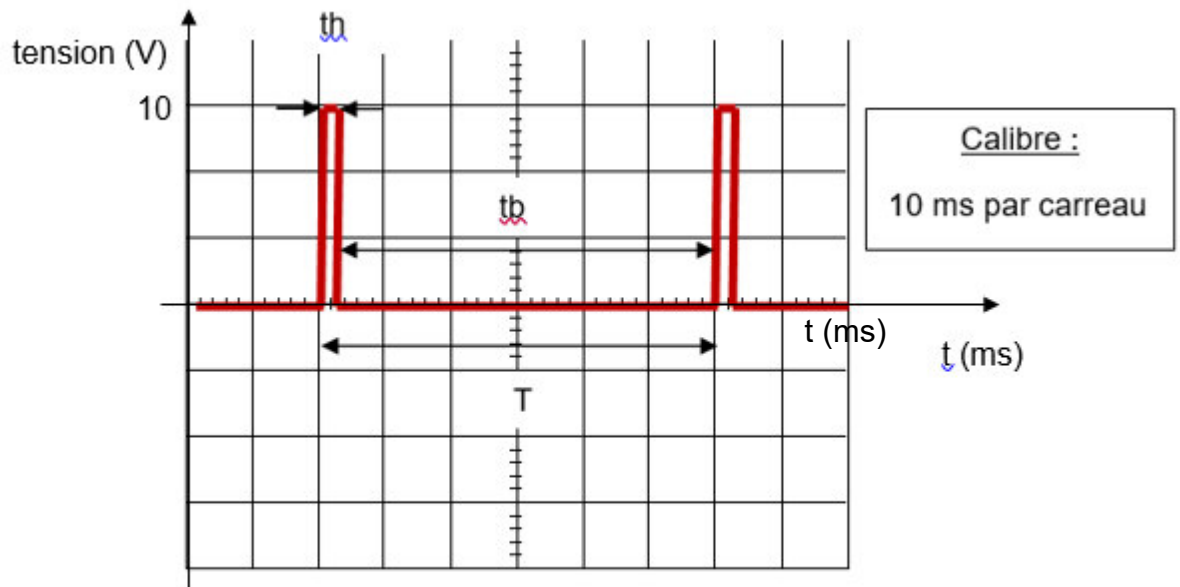
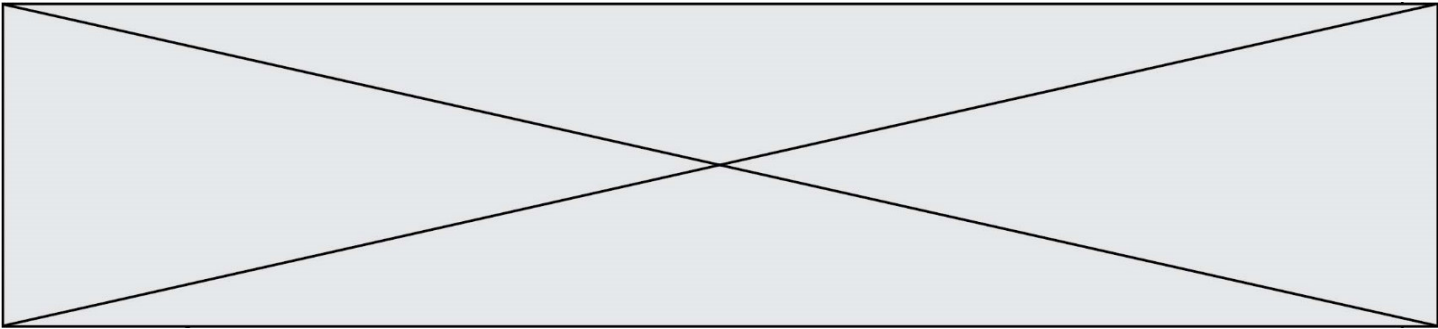


Figure 8

Question II.1 D'après le chronogramme issu d'une mesure en sortie du capteur I.L.S. de la figure 8, **relever les durées** t_h , t_b et T .
 Figure 8 En **déduire** la vitesse de rotation N_{roue} de la roue de la trottinette en $\text{tr} \cdot \text{s}^{-1}$.

Pour rappel :

- $\omega = 2 \times \pi \times N_{\text{roue}}$ avec $N_{\text{roue}} = 16,7 \text{ tr} \cdot \text{s}^{-1}$ (prendre cette valeur quelque soit la valeur calculée au II.1.).
- Les roues ont un diamètre de 8,5 pouces soit 216 mm.



Question II.2 **Déterminer par le calcul**, la vitesse linéaire V de la trottinette en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Sous-programme de mesure de la vitesse

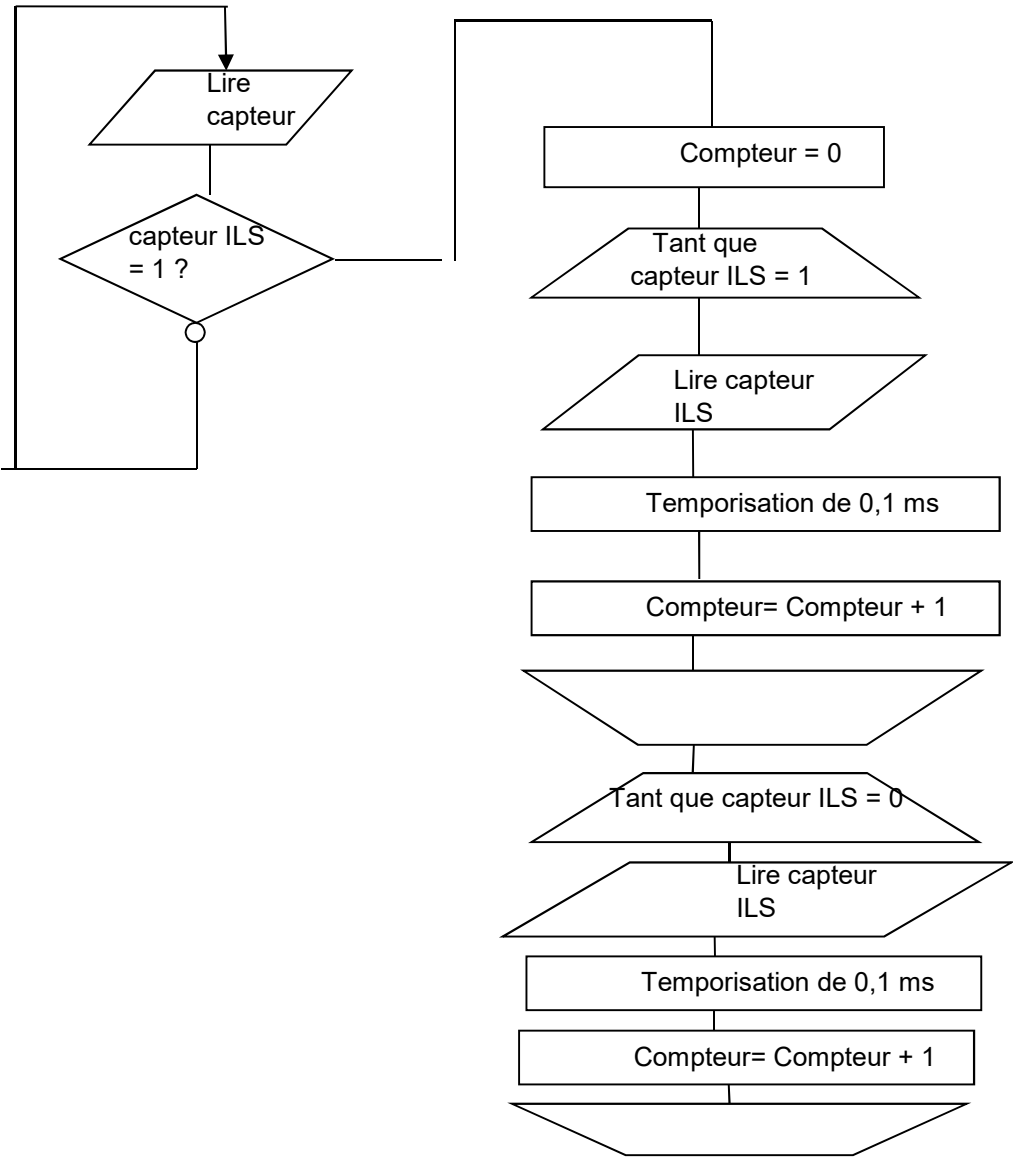


Figure 9

L’algorithme figure 9 permet de mesurer la vitesse en déterminant la période sur le capteur ILS. La première instruction « tant que » permet de calculer le temps à l’état

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

haut t_h et la deuxième instruction « tant que » permet de calculer le temps à l'état bas t_b .

Question II.3

Figure
8

Figure
9

À partir du chronogramme figure 8 et de l'algorithme figure 9, **déterminer** la valeur de compteur à la fin d'exécution du sous-programme « *mesure de la vitesse* ».

Sachant que $T = \text{compteur} \times 0,1 \times 10^{-3}$, **calculer** la période T du signal fourni par l'ILS en seconde.

Une étude cinématique a permis d'affirmer que pour une vitesse de la trottinette de $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (vitesse maximum imposée par la réglementation), la vitesse de rotation de roue est $N_{\text{roue}} = 10 \text{ tr} \cdot \text{s}^{-1}$.

Question II.4

DR2

Calculer la période du signal fourni par l'ILS pour la vitesse linéaire de la trottinette de $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. **En déduire** la valeur du compteur (document réponse 2) pour la vitesse maximum imposée par la réglementation de $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

La commande pour la variation du moteur est effectuée grâce à la variable `var_mot`.

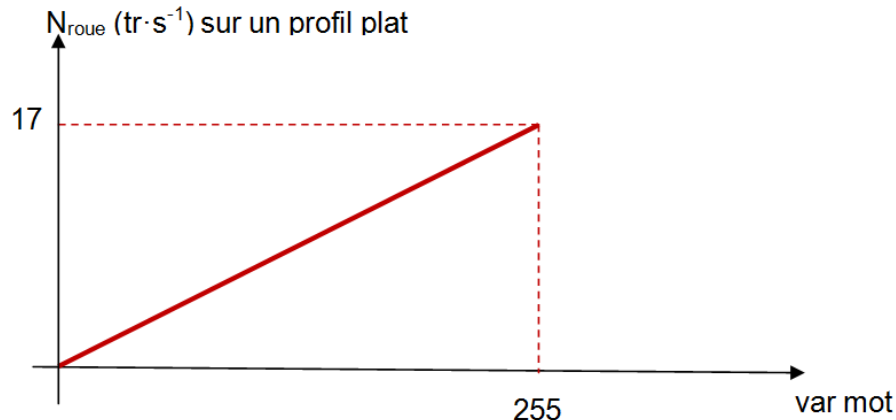


Figure 10

Question II.5

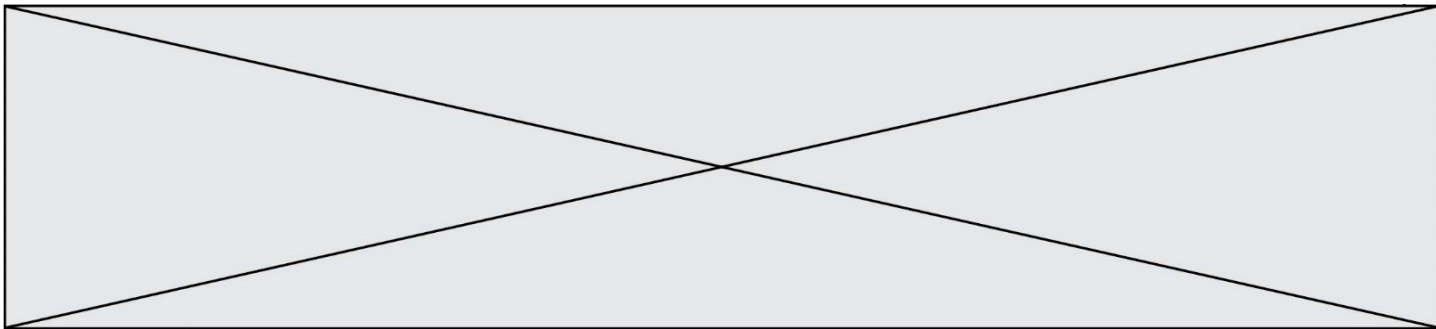
Figure 10

À partir de la courbe figure 10, déterminer l'équation de N_{roue} en fonction de `var_mot` et **calculer** la valeur exacte de `var_mot` pour $N_{\text{roue}} = 10 \text{ tr} \cdot \text{s}^{-1}$.

Question II.6

DR 2

Sur le document réponse DR2, **compléter** les éléments (a) et (b) dans le nouveau sous programme *mesure de vitesse* afin de répondre à la problématique et ne pas dépasser $25 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. **Conclure** sur la possibilité du contrôle de la vitesse maximum par une implantation d'une nouvelle programmation.



DOCUMENTS RÉPONSES

DR1 :

Tableau 1 :

Déroulé du parcours test à la vitesse moyenne de $16 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Phase	Position	Temps en s	Accélérateur	Freinage	Profil	Vitesse	Causes	
1	départ A	0	maxi	inactif				
	312 m	86						
2	carrefour B	86	moyen			faible	approche du carrefour B	
	406 m	90						
		90	maxi			élevée	Plat	
	865 m	158						
3	carrefour C	158	nul		actif		faible	carrefour C
	1000 m	185						
	1194 m	215						
		215						
4	carrefour D	222	maxi	inactif			faible	approche du carrefour D en descente
	1300 m	233						
233		maxi	élevée				Descente	
1392 m	248							
	248	nul		actif				
arrivé A	250							

Tableau 2 :

Relevé des intensités par phase et quantités d'électricité.

Phase	Intensité modélisée en Ampère	Durée en seconde
1		86
2		72
3		64
4	15	11
5	-3	17

Quantité d'électricité en Coulomb		
consommée par le moteur	produite par le frein magnétique	totale effectivement nécessaire
$Q_{\text{conso}}=2225 \text{ C}$	Q_{produite} à déterminer	Q_{totale} à déterminer

**DR2 : nouveau sous programme *mesure de vitesse***