Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2022

Eléments de réponses

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Partie 1

Cette partie comporte 9 pages

SCIENCES PHYSIQUES

Partie 2

Cette partie comporte 7 pages

Partie 1 : Sciences de l'ingénieur

Simulateur de pente pour home-trainer connecté



CORRIGÉ

Sous-partie 1	**Q1.1**	**Q1.2**	**Q1.3**	**Q1.4**	**Q1.5**	**Q1.6**	**Q1.7**	**Q1.8**	**Q1.9**	**Total**
Sous-partie 2	**Q1.10**	**Q1.11**	**Q1.12**	**Q1.13**	**Q1.14**	**Q.1.15**	**Q1.16**			**Total**
Sous-partie 3	**Q1.17**	**Q1.18**	**Q1.19**	**Q1.20**	**Q1.21**	**Q1.22**	**Q1.23**			**Total**

Sous-Partie 1 - obligatoire

Question 1.1 Le système doit pouvoir reproduire une inclinaison qui correspond à une déclivité de 20% en montée et de 10% en descente avec une précision de 0,2%.

Question 1.2 D'après la figure 9 : $déclivité = \frac{distance\ parcourue}{dénivelé} = \sin\alpha$

Soit pour une déclivité de 20% : $\alpha = \sin^{-1} 0{,}2 = 11{,}5°$

Et pour une déclivité de -10% : $\alpha = \sin^{-1}(-0{,}1) = -5{,}7°$

Question 1.3 Voir DR1

Question 1.4 Voir DR1

Inclinaison haute = 8,5° soit une déclivité en montée de 14,8%

Inclinaison basse = -8.5° soit une déclivité en descente de -14,8%

Question 1.5 Sur le document DR1 on mesure un écart de 10 mm soit 50 mm dans la réalité

Question 1.6 Le paramètre à modifier est la hauteur *h*. Avec le home-trainer à transmission par roue *h* est trop importante pour permettre de reproduire la déclivité de 20 % attendue en montée. En revanche avec le home-trainer à entrainement direct *h* est « plus basse » de 50 mm (10 mm sur le DR1), ce qui correspond à la différence d'altitude entre les positions extrêmes attendues et réelles.

Le simulateur de pente est donc capable de reproduire les déclivités attendues (+20 %, -10 %) uniquement lorsqu'il est associé au home-trainer à entrainement direct.

Question 1.7 $q = \frac{5}{2^8} = 19{,}53\ mV$

La tension de sortie V_S la plus petite convertible correspond au quantum q soit V_S=19,53 mV.

Question 1.8 $\theta_s = \frac{11\times 2\pi}{12\times 256} = 0{,}0225$ rad

$\theta_e = \frac{\theta_s}{r}$; A.N : $\theta_e = \frac{0{,}0225\times 100}{24} = 0{,}09375$ rad

$d = \theta_e \times \frac{D_{poulie}}{2}$; A.N : $d = 0{,}09375 \times \frac{35{,}65}{2} = 1{,}67$ mm

Question 1.9 D'après la figure 14 on a : *Déclivité en %* = $10^{-5}d^2 + 0{,}1061d + 0{,}0158$ (avec *d* en mm)
A.N : $10^{-5} \times 1{,}7^2 + 0{,}1061 \times 1{,}7 + 0{,}0158 = 0{,}196\%$
L'exigence de précision sur la déclivité de 0,2% est bien respectée.

Sous-Partie 2 – choix A

Question 1.10 La masse maximale de l'ensemble {vélo+cycliste} à mettre en mouvement est de 113 kg ;
Le temps de réaction est au maximum d'une seconde pour une inclinaison de 4° de l'ensemble {vélo+cycliste}.

Question 1.11 Voir DR2

Question 1.12 Compte tenu des hypothèses de modélisation, le simulateur de pente est soumis à :
- l'action mécanique du sol au point C, modélisée par la résultante $\vec{C}_{sol\to simulateur}$;
- l'action mécanique du vélo (fourche du vélo) au point B, modélisée par la résultante $\vec{B}_{vélo\to simulateur}$.

Le simulateur de pente étant soumis à 2 résultantes et les effets dynamiques étant négligés on obtient l'égalité vectorielle suivante :
$\vec{C}_{sol\to simulateur} + \vec{B}_{vélo\to simulateur} = \vec{0}$
Ainsi les 2 résultantes ont :
- des normes identiques ;
- des sens opposés ;
- la même direction : (CB) .

Question 1.13 Voir DR3

$$\vec{M}_{D,\overrightarrow{D_{sol\to E}}} + \vec{M}_{D,\vec{P}} + \vec{M}_{D,\overrightarrow{C_{sol\to E}}} = \vec{0}$$

$/\vec{z}$: $\quad 0 - \left\|\vec{P}\right\| \times 450 + \left\|\vec{C}_{sol\to E}\right\| \times 830 = 0$

A.N : $\left\|\vec{C}_{sol\to E}\right\| = \frac{(113+17)\times 9.81\times 450}{830} = 691$ N

Question 1.14 D'après la question 1.11 on a $\left\|\vec{C}_{sol\to E}\right\| = \left\|\vec{C}_{sol\to simulatuer}\right\| = \left\|\vec{B}_{vélo\to simulateur}\right\| = 700$ N

Le bloc 3 représente l'action du vélo sur l'axe de fixation du simulateur au point B dont la norme de la résultante est de 700 N. Par ailleurs cet

effort est résistant (il s'oppose au mouvement), il faut donc lui associer un signe négatif.

Question 1.15

Le bloc 5 permet de faire le lien entre le déplacement du point B (en entrée) et l'inclinaison du vélo (en sortie), il faut donc y saisir l'équation de l'inclinaison en fonction du déplacement.

Or sur la figure 17 on trouve l'équation :
position = 16,196 × inclinaison - 0,9883
Ainsi dans le bloc 5 il faut saisir l'équation :
inclinaison = 0,0617 × position + 0,061
Dans cette équation la position est exprimée en mm, or en sortie du capteur de position la valeur étant donnée en m il faut la convertir en multipliant par un facteur 1000 d'où la présence du bloc 4.

Question 1.16

D'après la figure 18 on trouve un temps de réaction de 0,963 seconde pour une inclinaison de 4°. Ce temps de réaction est inférieur de 0,037 seconde par rapport à l'exigence ce qui permet de conclure que le simulateur de pente peut mettre en mouvement l'ensemble {cycliste+vélo} conformément au diagramme des exigences.

Sous-Partie 2 – choix B

Question 1.17

$$U_{INC} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{REF} = \frac{kP}{(1-k)P + kP} \times V_{REF} = k \times V_{REF}$$

La tension U_{INC} varie de 0 V (angle d'inclinaison de -10 %) à 0,176×5V=0,88 V (angle d'inclinaison de +20 %). Pour une variation de 1 % de l'angle d'inclinaison on a donc une variation de U_{INC} de :

$$\Delta U_{INC} = \frac{0{,}88 - 0}{20 - (-10)} = 29{,}33\ mV \cdot \%^{-1}$$

Question 1.18

$$\Delta N = \frac{\Delta U_{INC}}{4{,}88\ mV} = 6\ unités \cdot \%^{-1}$$

Question 1.19

Pour angle d'inclinaison nul, $N_0 = (0)_{10}$.

Pour angle d'inclinaison maximal de $N_{MAX} = 30 \times 6 = (180)_{10}$

Question 1.20

Voir DR3

Question 1.21

Code binaire de la 1ère trame : $(00110001)_2$. Le LSB est transmis en 1er, il faut donc lire la trame à l'envers.

Code hexadécimal correspondant : $(31)_{16}$

D'après la table ASCII (figure 21), cela correspond au caractère '1' soit à la valeur '1' pour la valeur de la dizaine de l'angle d'inclinaision.

Question 1.22

Il faut 1 bit de start, 8 bits de données, et 1 bit de stop pour transmettre un caractère donc le nombre total de bits : N_{bits}=10 bits.

Comme il faut 4 caractères pour transmettre l'ensemble des caractères lié à la valeur de l'angle de l'inclinaison donc le nombre total de bits N_{tot}=(4x10)=40 bits.

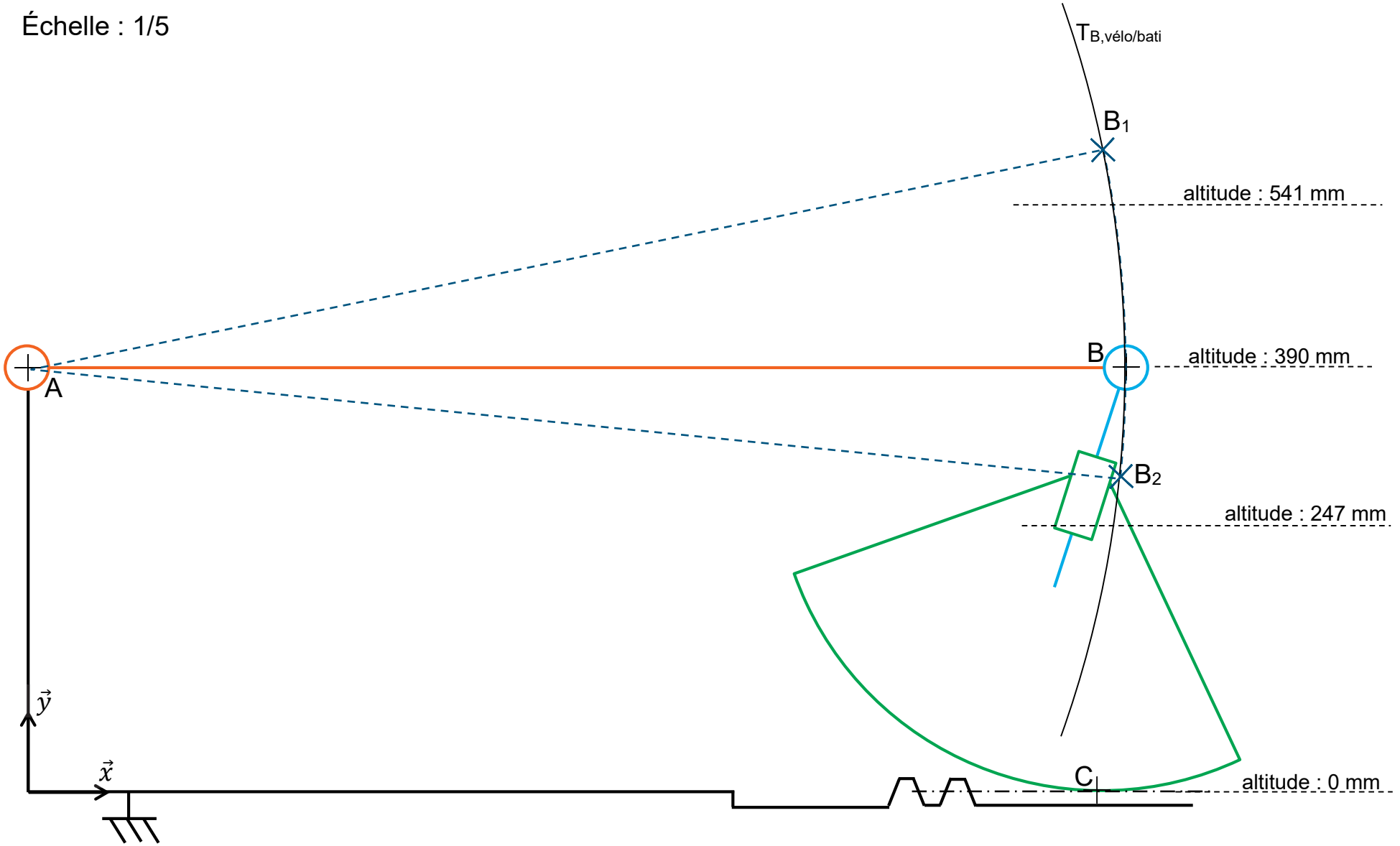
Question 1.23

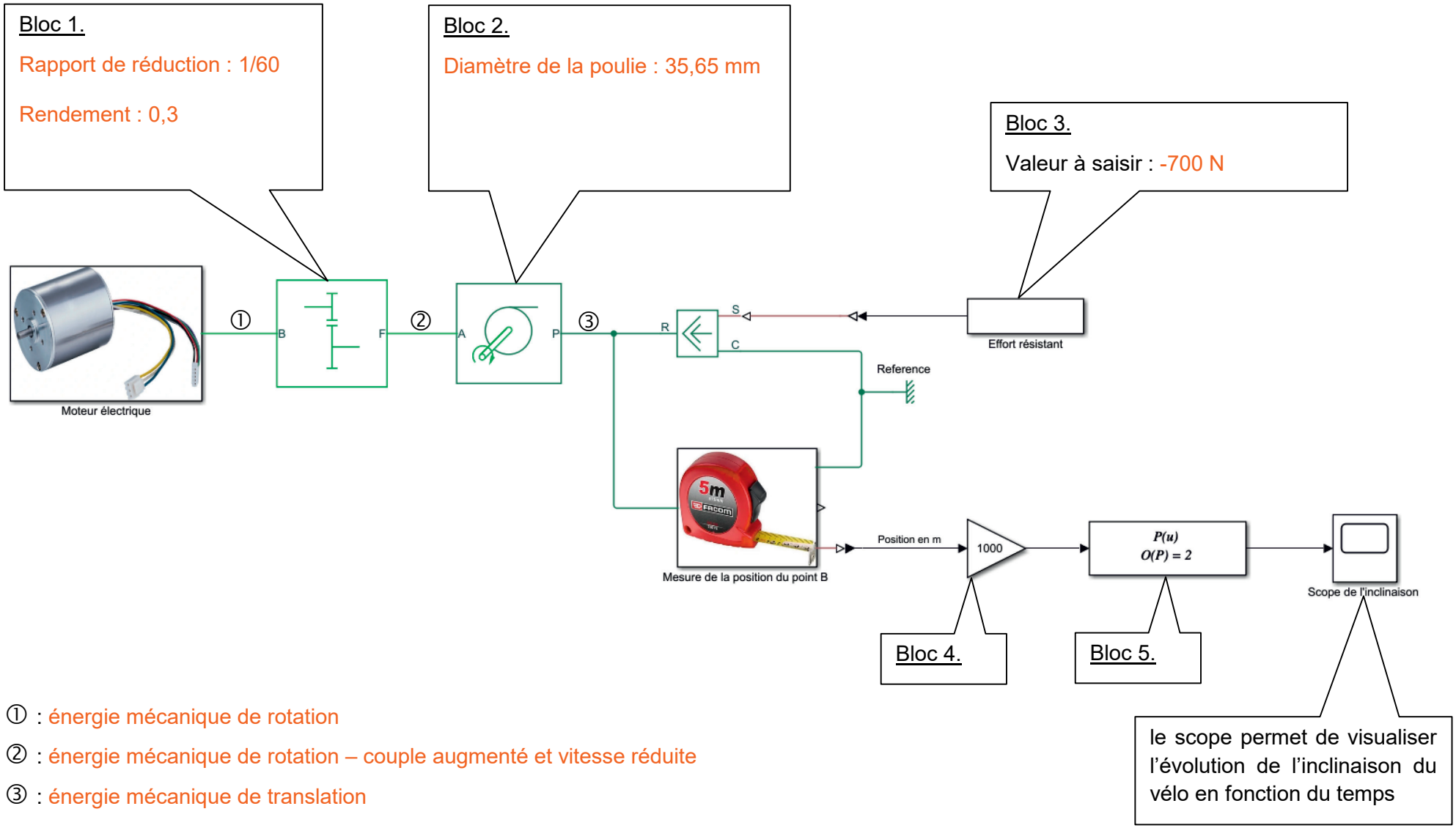
La vitesse de transmission est de 57,6 kbits/sec soit 57600 bits/s.

Donc pour transmettre 40 bits, le temps de transmission t_{trans}=(40x1)/57600=0,694 msec.

L'exigence est donc respectée car ce temps est inférieur à 1 msec (Voir Id 5 sur le diagramme d'exigence).

Échelle : 1/5

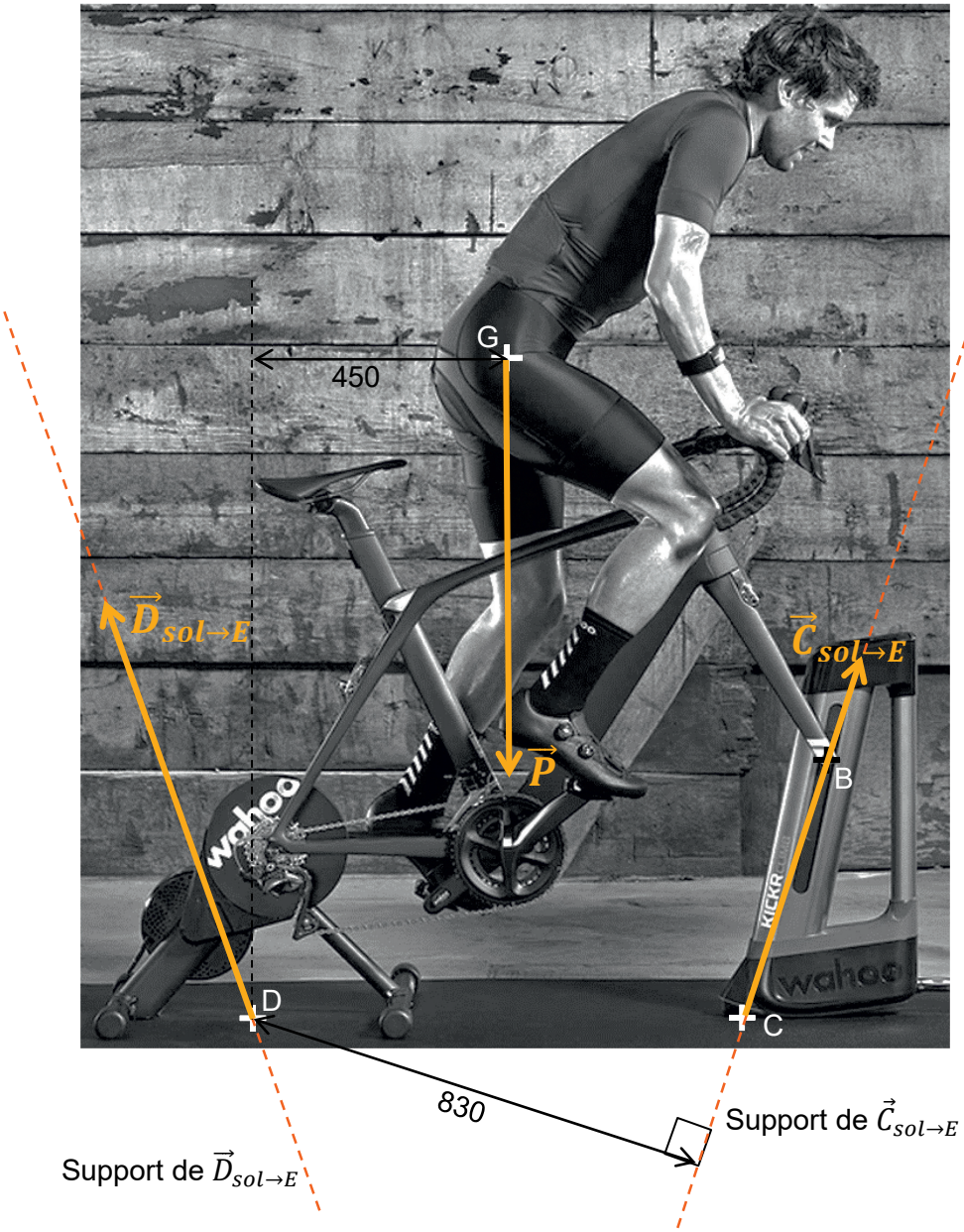

$T_{B,vélo/bati}$
B_1
altitude : 541 mm
B
altitude : 390 mm
A
B_2
altitude : 247 mm
$\vec{y}$
$\vec{x}$
C
altitude : 0 mm



① : énergie mécanique de rotation

② : énergie mécanique de rotation – couple augmenté et vitesse réduite

③ : énergie mécanique de translation


G
450
$\vec{D}_{sol\to E}$
$\vec{C}_{sol\to E}$
$\vec{P}$
B
D
C
830
Support de $\vec{C}_{sol\to E}$
Support de $\vec{D}_{sol\to E}$

```
Début
Tant que vrai
    val = lire_CAN()            // voir remarques
    Si ↑bp_monter et val < 180                  // voir remarques
    |       Répeter
    |       |   Marche = 1
    |       |   Sens = 1
    |       |   new_val = lire_CAN()
    |       Jusqu'à new_val-val ≥ 6 OU new_val ≥ 180
    |       Marche = 0
    Sinon   Si ↑bp_descendre et val > 0
            |   Répeter
            |   |   Marche = 1
            |   |   Sens = 0
            |   |   new_val = lire_CAN()
            |   Jusqu'à new_val-val ≤ 6 OU new_val = 0
            |   Marche = 0
            Sinon
            |   Marche = 0
            Fin Si
    Fin  Si
Fin
```

Remarques :

- La fonction lire_CAN() renvoie la valeur numérique en sortie du convertisseur analogique-numérique.
- ↑ bp_monter : détection d'un front montant sur le bouton poussoir « monter »

Le candidat est autorisé à conserver les unités dans les applications numériques.

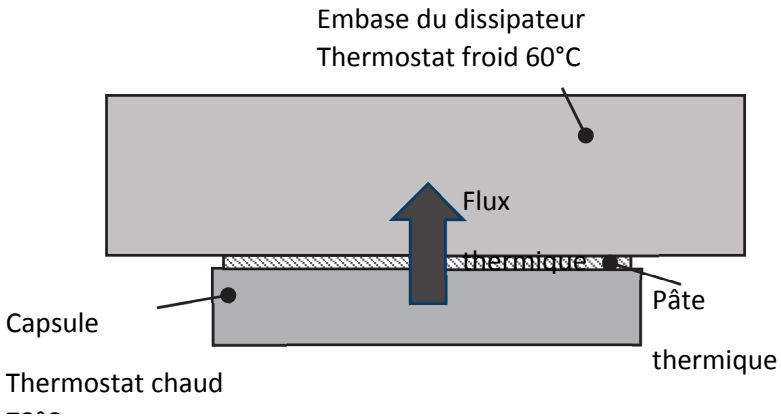
Exercice A – Valoriser l'énergie cinétique d'une rame de métro (10 points)			
Question	**Capacités exigibles / mobilisées**	**Éléments de correction**	**Barème**
1	**Décrire un mouvement.** Mouvement rectiligne uniformément accéléré. **S'APPROPRIER** en recherchant une information.	Phase 1 de $t_0 = 0$ s à $t_1 = 10$ s : mouvement rectiligne uniformément accéléré Phase 2 de $t_1 = 10$ s à $t_2 = 160$ s : mouvement rectiligne uniforme Phase 3 de $t_2 = 160\,s$ à $t_3 = 180$ s : mouvement rectiligne uniformément accéléré (décéléré)	
2	Aspects énergétiques du mouvement Expression de l'énergie cinétique. **S'APPROPRIER** en recherchant une information. **RÉALISER** des procédures courantes de calculs	$E_{c\,max} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ avec $\begin{cases} m = 140\ t = 140\,000\ \text{kg} \\ v = 55\ \text{km} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{55\,km}{1\text{h}} = \frac{55000\,m}{3600\,s} = 15{,}28\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \end{cases}$ Application numérique : $E_{c\,max} = \frac{1}{2} \times 140000 \times (15{,}28)^2 = 1{,}63 \cdot 10^7\text{J} \approx 2 \cdot 10^7\text{J}$ $P_{récup} = \frac{E_{c\,max}}{\Delta t}$ avec $\begin{cases} E_{c\,max} = 2 \cdot 10^7\text{J} \\ \Delta t = 15\ \text{s} \end{cases}$ Application numérique : $P_{récup} = 1{,}3 \cdot 10^6\ \text{W} = 1{,}3\ \text{MW}$ Par comparaison, Puissance d'une ampoule LED est de quelques watts ; Bouilloire : 1 kW Une voiture : un peu moins d'un 1 MW. Toute comparaison à un ordre de grandeur de puissance correct est acceptée.	

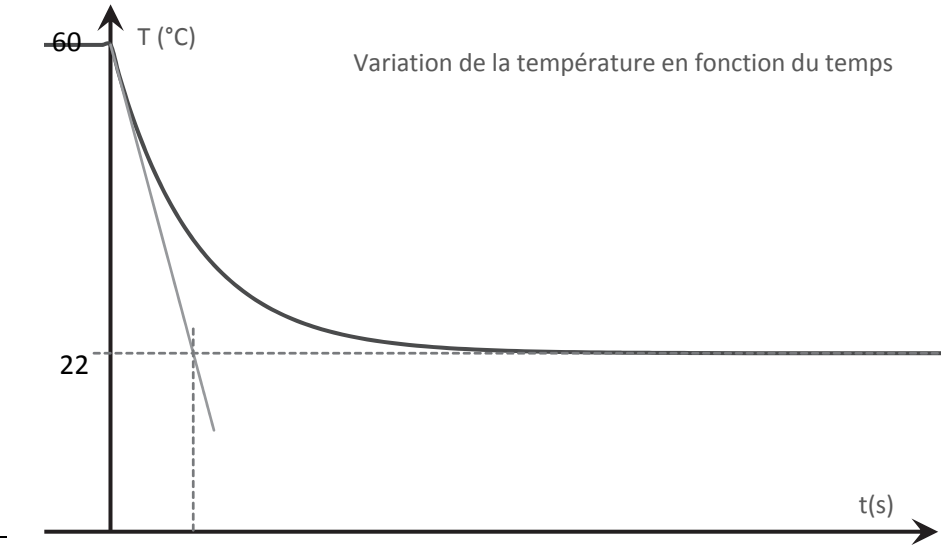
3	**Analyse des aspects énergétiques.** **ANALYSER** en passant d'un langage à un autre	La phase d'accélération de la rame dure moins longtemps que la phase de freinage $\Delta t' < \Delta t$ et donc la puissance nécessaire $P = \frac{E_{c\,max}}{\Delta t'}$ est plus grande que $P_{récup}$.	
4	**ANALYSER** en évaluant des ordres de grandeur. **S'APPROPRIER** en recherchant une information. **RÉALISER** des procédures courantes (calcul).	$N_{unités\ \mathrm{ESS}} = \frac{E_{c\,max}}{E_{ESS}}$ avec pour les : • **batterie Ni-Cd** $\begin{cases} E_{c\,max} = 4{,}5\ \mathrm{kWh} \\ E_{ESS} = 162\ \mathrm{Wh} \end{cases}$ Application numérique : $N_{unités\ SSI} = \frac{4{,}5\ \mathrm{kWh}}{162\ \mathrm{Wh}} \approx 27$ soit un volume de 27 × 1,51 = 41 dm^3 • **supercondensateur** $\begin{cases} E_{c\,max} = 4{,}5\ \mathrm{kWh} \\ E_{ESS} = 4{,}37\ \mathrm{Wh} \end{cases}$ Application numérique : $N_{unités\ SSI} = \frac{4{,}5\ \mathrm{kWh}}{4{,}37\ \mathrm{Wh}} \approx 1\,022$ soit un volume de 950 dm^3 • **volant d'inertie** $\begin{cases} E_{c\,max} = 4{,}5\ \mathrm{kWh} \\ E_{ESS} = 400\ \mathrm{Wh} \end{cases}$ Application numérique : $N_{unités\ SSI} = \frac{4{,}5\ \mathrm{kWh}}{400\ Wh} = 11$ soit un volume de 1815 dm^3 Ce sont les batteries Ni-Cd qui réduisent l'encombrement.	
5	**S'APPROPRIER** en recherchant une information.	C'est le volant d'inertie qui a la puissance la plus élevée.	
6	Exploiter les expressions des coordonnées du vecteur accélération dans le repère de Frenet	Il s'agit du schéma b. Le sens de rotation permet de déterminer le sens du vecteur vitesse Dans la base de Frénet pour ce mouvement circulaire, la composante tangentielle du vecteur accélération est de sens opposé à $\vec{T}$ (donc à $\vec{v}$) puisque le système décélère.	

7	**S'APPROPRIER** en recherchant une information. **RÉALISER** des procédures courantes (calcul). **ANALYSER** en évaluant des ordres de grandeur.	$a_{An} = \frac{v_A^2}{R}$ avec $\begin{cases} v_A = 280\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \\ R = 35\ \text{cm} = 0{,}35\ \text{m} \end{cases}$ Application numérique : $a_{An} = \frac{280^2}{0{,}35} = 2{,}24 \cdot 10^5\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ $g = 9{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ d'où $\frac{a_{An}}{g} = \frac{2{,}24 \cdot 10^5\ \text{m}.s^{-2}}{9{,}8\ \text{m}.s^{-2}} \approx 23\,000$ C'est une accélération considérable qui interroge sur la cohésion de l'objet lors de sa rotation.	

Exercice B – Intervalle entre les buses d'une tête d'impression (10 points)			
Question	**Capacité exigible du programme**	**Éléments de réponse**	**Barème**
1	S'approprier en recherchant l'information en lien avec la problématique. Réaliser des calculs littéraux et numériques.	Sur l'étalon objet, on a $0,80\ \text{mm}$ pour $\ell = 12{,}4\ \text{cm}$ et a pour $1{,}29\ \text{cm}$ Donc $a_1 = \frac{0{,}80\ \text{mm}}{12{,}4\ \text{cm}} \times 1{,}29\ \text{cm} = 0{,}083\ \text{mm} = 83\ \mu\text{m}$ Remarque : la détermination doit être faite sur plusieurs intervalles pour diminuer l'incertitude.	
2	Caractériser le phénomène d'interférences de deux ondes et en citer des conséquences concrètes.	Les raies verticales sont dues au phénomène d'interférences entre les ondes issues de deux sources, ici deux buses placées sur une même rangée.	
3	S'approprier en recherchant l'information en lien avec la problématique. Réaliser des calculs littéraux et numériques.	$6 \times i_a = 7{,}2\ \text{cm}$ d'où $i_a = \frac{7{,}2\ \text{cm}}{6} = 1{,}2\ \text{cm}$ $i_a = \frac{\lambda \cdot D}{a_2}$ donc $a_2 = \frac{\lambda \cdot D}{i_a}$ avec $\begin{cases} \lambda = 532\ \text{nm} = 532 \times 10^{-9}\ \text{m} \\ D = 1{,}90\ \text{m} \\ i_a = 1{,}2\ \text{cm} = 0{,}012\ \text{m} \end{cases}$ A. N. : $a_2 = 8{,}4 \times 10^{-5}\ \text{m} = 84\ \mu\text{m}$	

4	Procéder à l'évaluation d'une incertitude-type par une autre approche que statistique (évaluation de type B).	L'étendue de lecture est vraisemblablement égale à 0,3 cm. On a donc une demi-étendue de 0,15 cm et une incertitude $\frac{0{,}15\ cm}{\sqrt{3}}$. On mesure 6 interfranges, l'incertitude est donc divisée par 6 : $\frac{0{,}15\ cm}{6\times\sqrt{3}}$. On effectue ici une double lecture (une à chaque extrémité) sur papier millimétré, ce qui augmente l'incertitude d'un facteur racine de 2 : $u(i_a) = \sqrt{2}\frac{0{,}15\ cm}{6\times\sqrt{3}} = 0{,}02$ cm = 0,2 mm $u(a_2) = 84\mu m \times \sqrt{\left(\frac{3\ nm}{532\ nm}\right)^2 + \left(\frac{0{,}001\ m}{1{,}9\ m}\right)^2 + \left(\frac{0{,}2\ mm}{12\ mm}\right)^2} = 1{,}5$ µm Les valeurs 1 µm et 2 µm sont acceptées.	
5	Analyser et raisonner en choisissant un modèle. Valider en confrontant un modèle à des résultats expérimentaux. Communiquer de manière argumentée avec un vocabulaire adapté.	Calcul du z-score : $\frac{\lvert a_2 - a_1\rvert}{u(a_2)} = \frac{1\ \mu m}{1{,}5\ \mu m} = 0{,}7$; ce résultat est très inférieur à 2, cela confirme que les valeurs obtenues sont compatibles.	
6	Rechercher et organiser l'information. Choisir un modèle. Communiquer en utilisant un vocabulaire adapté et une argumentation cohérente.	*(La figure2b est circulaire : ceci est dû au phénomène de diffraction à travers chaque buse.)* Les raies verticales ont le même interfrange que sur la figure 2a ; il s'agit d'une figure issue des interférences entre les ondes issues de deux buses consécutives appartenant à la même rangée. On observe que chaque raie est désormais formée de plusieurs points lumineux, régulièrement espacés. Il s'agit d'un nouveau phénomène d'interférences. L'interfrange entre ces points est inférieur à celui qu'on mesure sur la figure 2a ; donc d'après l'expression de l'interfrange, $i = \frac{\lambda \cdot D}{p}$, les sources sont plus distantes que deux buses consécutives sur la même rangée. Il s'agit cette fois de deux buses situées sur deux rangées différentes.	

Exercice C – Étude d'un système de refroidissement pour microprocesseur (10 points)			
Question	**Capacité exigible du programme**	**Éléments de réponse**	**Barème**
1	Prévoir le sens d'un transfert thermique	 Le flux thermique s'établit du thermostat chaud vers le thermostat froid donc de la capsule du microprocesseur vers le dissipateur thermique (sens spontané d'un transfert thermique).	
2	Exploiter la relation entre flux thermique, résistance thermique et température Effectuer des calculs courants Trouver une unité	Le flux thermique s'exprime : $\phi_{th} = \frac{T_{chaude} - T_{froide}}{R_{th}}$ $\mathrm{R_{th}} = \frac{T_{chaude} - T_{froide}}{\phi_{th}}$ $R_{th} = \frac{72 - 60}{65}$ $\boldsymbol{R_{th}} = 0{,}185\ K \cdot W^{-1} = \mathbf{0.19\ K \cdot W^{-1}}$	
3	Comparer à une valeur de référence Proposer d'éventuelles améliorations du modèle, identifier des sources d'erreur	$\mathrm{R_{th}} = \frac{e}{\lambda S}$ ⍰=$\mathrm{R_{th}} \times \lambda \times S$ $e = 0{,}19 \times 3 \times 34{,}5 \cdot 10^{-3} \times 32 \cdot 10^{-3}$ $\boldsymbol{e = 6{,}1 \times 10^{-4}\ m = 0.61\ mm}$ On trouve une valeur inférieure à 1 mm qui paraît cohérente avec ce qu'on observe sur un ventirad.	

4	Faire des prévisions à l'aide d'un modèle	Lorsque débit d'air produit par le ventilateur augmente, le transfert thermique augmente aussi, la convection étant plus efficace. En analysant la loi de Newton, on constate donc le coefficient h sera plus grand (les autres paramètres étant constants).	
5	Établir l'expression de la température du système en fonction du temps	D'après la loi de Newton rappelée dans l'énoncé *:* $\Phi_{th} = hS(T_{air} - T) < 0$ D'après le premier principe de la thermodynamique pour un système fermé incompressible au repos : $\Delta U = Q = \Phi \times \Delta t$ car le transfert thermique est perdu par le système D'où : $\frac{\Delta U}{\Delta t} = hS \times (T_{air} - T)$ Or pour un système {ventirad} incompressible : $\Delta U = C \times \Delta T$ On obtient : $C \times \frac{\Delta T}{\Delta t} = hS \times (T_{air} - T)$ Lorsque Δt tend vers 0, on obtient l'équation différentielle suivante : $$\frac{dT}{dt} = \frac{h \times S}{C} \times (T\text{air} - T) = -\frac{h \times S}{C} \times (T - T\text{air}) =$$	
6	Effectuer des procédures courantes	$\left[\frac{dT}{dt}\right]$ correspond au rapport d'une température sur une durée $\left[\frac{h \times S}{C} \times (T - T\text{air})\right]$ correspond donc au même rapport ; donc $\left[\frac{h \times S}{C}\right]$ correspond à l'inverse d'une durée et $\frac{C}{h \times S}$ **est homogène à une durée ; cette grandeur s'exprime en seconde (ou minute, ou heure…)**	
7	Modéliser l'évolution de la température d'un système		

		La température va décroitre rapidement au début puis de plus en plus lentement lorsque la température du dissipateur se rapproche de la température de l'air (22°C) Les deux valeurs de température sont exigées.	
8	Faire des prévisions à l'aide d'un modèle	Plus la durée $\frac{C}{h.S}$ est élevée, plus $\frac{dT}{\mathrm{dt}}$ diminue (pour une valeur de Tfixée, ici égale à $T_{initiale}$) ; donc plus la pente à l'origine de la courbe T(t) est faible. Le refroidissement est donc plus lent. La grandeur $\frac{C}{h.S}$ est un indicateur de la durée de l'évolution du système.	

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.