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

Enseignement de spécialité

Sciences de l'Ingénieur

CORRIGÉ

PARTIE1-SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

EFOIL

Sous-partie 1	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Total**
	1	**1**	**2**	**2**	**2**	**1,5**	**1,5**	**11**
Sous-partie 2	**Q8**	**Q9**	**Q10**	**Q11**	**Q12**	**Q13**		**Total**
	2	**1,5**	**1**	**2**	**1**	**1,5**		**9**
Sous-partie 3	**Q14**	**Q15**	**Q16**	**Q17**	**Q18**	**Q19**		**Total**
	1,5	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**1,5**	**1,5**		**9**

CORRECTION

Sous-partie 1 - obligatoire

1. Garantir une autonomie suffisante pour assurer le retour du pratiquant sur la berge

Objectif : Gérer l'énergie de la batterie afin de garantir le retour sur la berge du pratiquant en toute sécurité.

Question 1

figure 6

Relever *sur le diagramme des exigences (figure 6) la valeur de la vitesse de croisière de l'Efoil et l'autonomie de fonctionnement.* ***Calculer*** *dans ces conditions la distance maximale théorique que peut parcourir le produit.*

Vitesse de croisière : **V = 20 km.h^{-1}**

Autonomie : **t = 1 h**

Calcul de la distance maximale théorique : **d = V × t = 20 km**

Question 2

figure 8

Le paramétrage du modèle nécessite de disposer d'informations. ***Relever*** *dans le diagramme de définition des blocs la valeur de la puissance nominale du moteur ainsi que les valeurs des tensions minimale et maximale aux bornes de la batterie.*

Puissance nominale du moteur : **4 kW**

Tension minimale de la batterie : **38,4 V**

Tension maximale de la batterie : **50,4 V**

Question 3

Voir DR1

figure 7

À partir de la description du scénario d'essai présenté dans la page précédente, ***tracer*** *sur le document réponse DR1 le profil de vitesse imposé au contrôleur de vitesse du modèle multiphysique en limitant à la première minute.* ***Justifier*** *les tracés sur la copie.*

Phase 1 : passage de 0 km.h^{-1} à 7 km.h^{-1} avec une accélération de 0,2 m.s^{-2}

$V_{\varphi 1}$ = 7 km.h^{-1} $\Rightarrow$ $V_{\varphi 1}$ = 7 / 3,6 = 1,94 m.s^{-1} $\rightarrow$ $t_{\varphi 1} = V_{\varphi 1} / a_i$ = 9,7 s

Phase 2 : vitesse constante de 7 km.h^{-1} soit 1,94 m.s^{-1} ;

$t_{\varphi 2}$ = 8 s ; $t_{\varphi 1} + t_{\varphi 2}$ = 17,7 s

Phase 3 : passage de 7 km.h^{-1} à 14,5 km.h^{-1} avec une accélération de 0,3 m.s^{-2}

ΔV_3 = 14,5 km.h^{-1} – 7 km.h^{-1} = 7,5 km.h^{-1} $\Rightarrow$ ΔV_3 = 7,5 / 3,6 = 2,08 m.s^{-1}

$t_{\varphi 3} = \Delta V_3 / a_d$ = 6,9 s ; $t_{\varphi 1} + t_{\varphi 2} + t_{\varphi 3}$ = 24,6 s

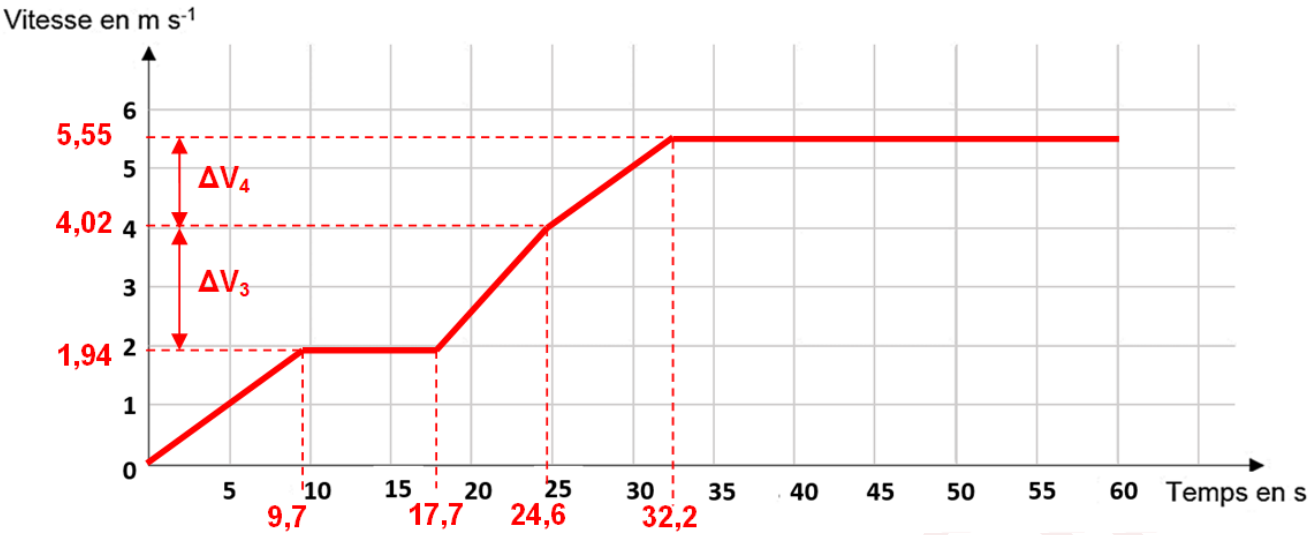
Phase 4 : passage de 14,5 km.h^{-1} à 20 km.h^{-1} avec une accélération de 0,2 m.s^{-2}

ΔV_4 = 20 km.h^{-1} – 14,5 km.h^{-1} = 5,5 km.h^{-1} $\Rightarrow$ ΔV_4 = 5,5 / 3,6 = 1,53 m.s^{-1}

$t_{\varphi 4} = \Delta V_4 / a_v$ = 7,6 s ; $t_{\varphi 1} + t_{\varphi 2} + t_{\varphi 3} + t_{\varphi 4}$ = 32,2 s

Phase 5 : vitesse constante de 20 km.h^{-1} soit 5,56 m.s^{-1}

CORRECTION



Question 4 figure 9

Calculer *la puissance maximale disponible sur l'axe moteur en mode dégradé puis* ***relever*** *sur le graphe la vitesse maximale correspondante à ce mode dégradé.*

P_{max} = 4000 × 30 / 100 = **1200 W**

La lecture sur le graphe donne une vitesse : $\mathbf{V_{max} = 3,3\ m.s^{-1}}$

Nota : La réponse sera jugée satisfaisante si $\mathbf{3,2 \leq V_{max} \leq 3,4\ m.s^{-1}}$

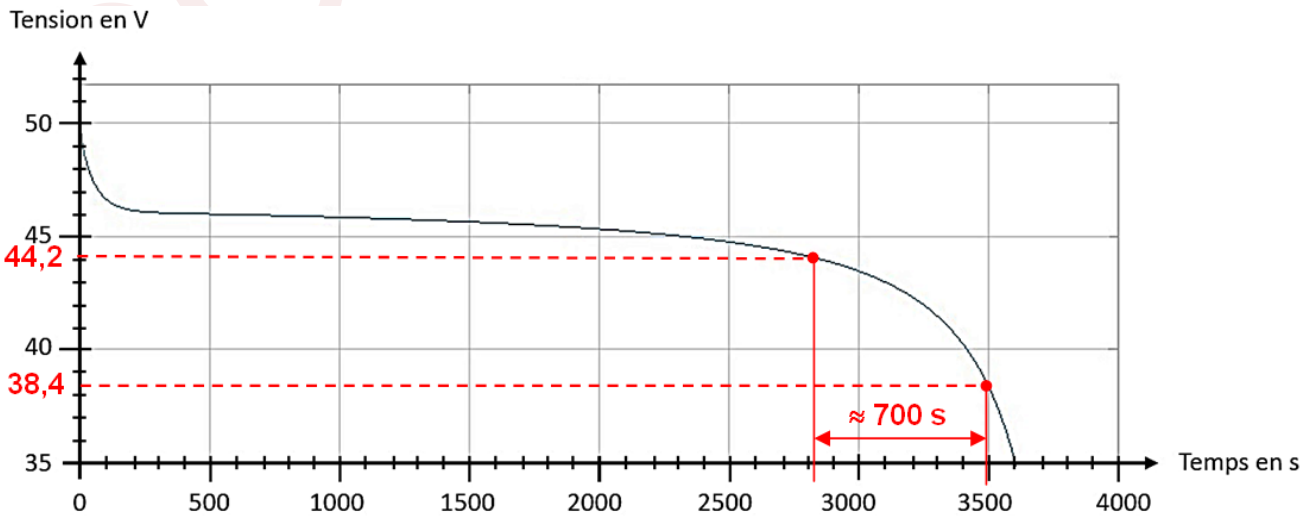
Question 5 Voir DR1

Tracer *sur le document réponse DR1 les valeurs des tensions U_{min} et U_s. En raisonnant uniquement en mode dégradé,* ***déterminer*** *la distance que peut parcourir le pratiquant sur son Efoil avant l'arrêt complet de son embarcation.*

U_{min} = **38,4 V** donc U_s = 38,4 × 1,15 = 44,16 V ≈ **44,2 V**

Durée de fonctionnement en mode dégradé ≃ 700 s (lecture graphique).

Distance franchissable : 3,3 x 700 ≈ **2310 m** (le résultat peut varier selon la vitesse relevée à la question 4 et selon l'estimation graphique de la durée).



Question 6

figures 6 et 10

Relever *sur la figure 10 l'information de la distance réellement parcourue par le pratiquant en mode dégradé entre les points A et B.* ***Calculer*** *les écarts relatifs en pourcentage de ce résultat par rapport à la simulation et au cahier des charges; exigence «Id='40'» du diagramme des exigences.*

La distance réellement parcourue par le pratiquant en mode dégradé est **2,76 km**.
Écart du résultat par rapport à la simulation : 2,76 – 2,31 = 0,45 km
0,45 / 2,31 = **19,5 %**
Ce résultat peut varier notablement en fonction de la distance calculée à la question 5.
Écart du résultat par rapport au cahier des charges : 2,76 – 2 = 0,76 km
0,76 / 2 = **38%**

Question 7

figures 6 et 10

Analyser *les écarts calculés à la question 6.* ***Conclure*** *sur la capacité du système à répondre à l'exigence «Id='40'».*

Les écarts calculés à la question 6 s'expliquent par la présence du vent de 6 nœuds secteur ouest / nord-ouest mais également des petites vagues de 10 cm venant de l'ouest. Ces phénomènes naturels ont eu tendance à améliorer les performances du produit. Il faudra nécessairement faire plus d'essais pour vérifier que le pratiquant peut parcourir au moins 2 km en mode dégradé.

CORRECTION

Sous-partie 2 – choix 1

2. Permettre au pratiquant de maintenir son équilibre

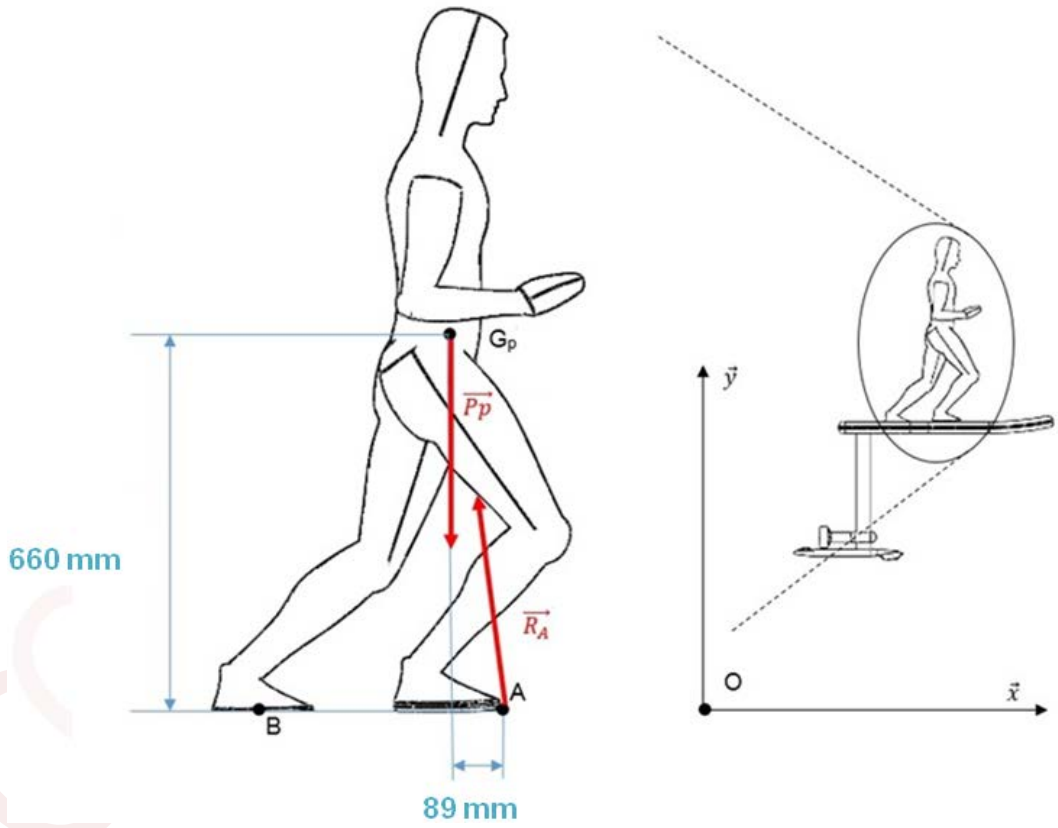
Objectifs: Permettre au pratiquant de maintenir son équilibre sur sa planche :
- lors du passage en mode dégradé,
- avec l'implantation future d'un système automatique de contrôle d'altitude de la planche.

2.1. Passage en mode dégradé

Question 8

Voir DR1

Tracer *sur DR1 les directions et les sens des actions mécaniques exercées sur le pratiquant.* ***Exprimer*** *le principe fondamental de la dynamique au point G_p.* ***Ecrire*** *les équations scalaires littérales de la résultante dynamique en projection sur l'axe $\vec{x}$ et l'axe $\vec{y}$, puis celle du moment dynamique autour de l'axe $\vec{z}$ exprimée au point G_p.*



Expression du PFD au point Gp :

Théorème de la résultante dynamique : $\sum \overrightarrow{\mathbf{F}_{(ext\to s)}} = \mathbf{m_p} \cdot \vec{\mathbf{a}}$

Application de résultante dynamique : $\overrightarrow{\boldsymbol{P}_{g\to P}} + \overrightarrow{\boldsymbol{R}_{planche\to P}} = \mathbf{m_p} \cdot \vec{\mathbf{a}}$

Projection de la résultante sur l'axe $\vec{x}$: $\mathbf{X_A} = \mathbf{m_p} \cdot \mathbf{a_x}$

Projection de la résultante sur l'axe $\vec{y}$: $\mathbf{Y_A} - \mathbf{P_p} = \mathbf{0}$

Théorème du moment dynamique : $\sum \overrightarrow{\mathbf{M}_{\mathbf{G_p}(ext\to s)}} = \vec{\mathbf{0}}$

Application du moment dynamique : $\overrightarrow{\mathbf{M}_{G_p(\overrightarrow{P_{g\to P}})}} + \overrightarrow{\mathbf{M}_{G_p(\overrightarrow{R_{planche\to P}})}} = \vec{0}$

Projection de la résultante sur l'axe $\vec{z}$: $\mathbf{0,66 \cdot X_A + 0,089 \cdot Y_A = 0}$

Question 9 ***Exprimer*** *Y_A en fonction de m_p et g.* ***En déduire*** *la valeur de la décélération linéaire a_X critique pour l'équilibre.*

Expression de Y_A : $Y_A - P_p = 0 \Leftrightarrow Y_A = m_p \cdot g \approx \mathbf{736\ N}$

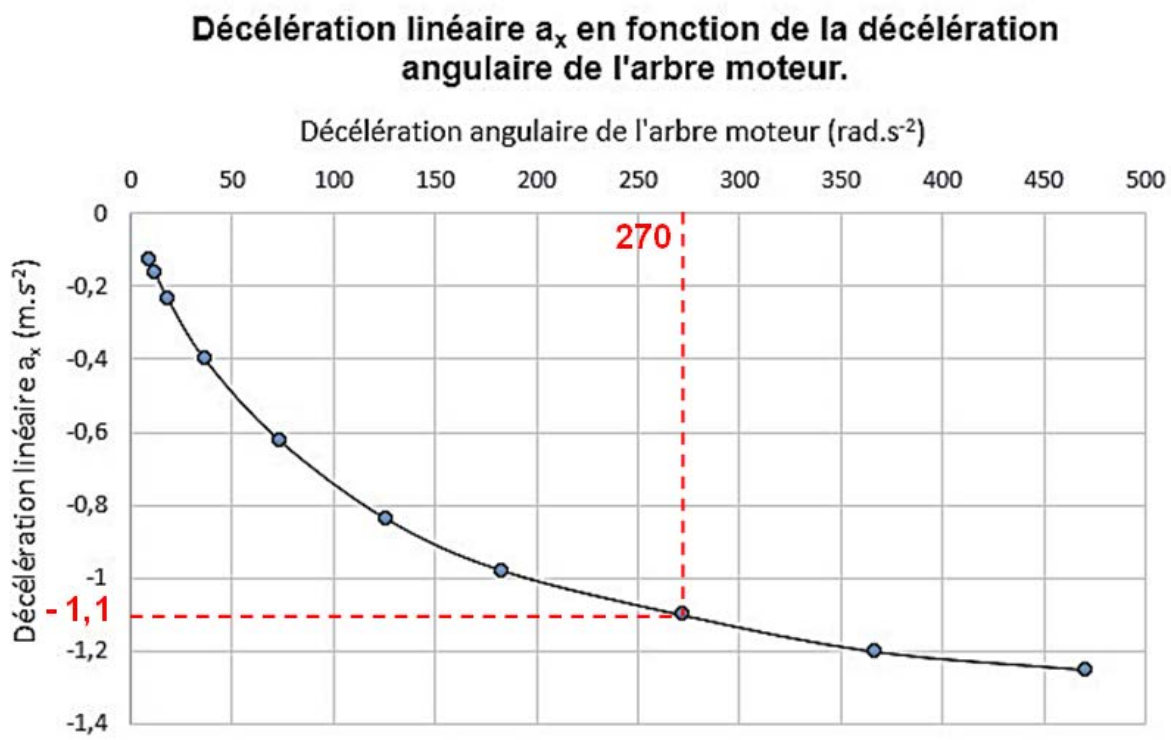
Expression de X_A : $0{,}66 \cdot X_A + 0{,}089 \cdot Y_A = 0 \Leftrightarrow X_A \approx \mathbf{-99\ N}$

Calcul de l'accélération critique : $X_A = m_p \cdot a_x \Leftrightarrow a_x = \frac{X_A}{m_p} \approx \mathbf{-1,32\ m.s^{-2}}$

Question 10 ***Relever*** *sur la figure 11 la décélération angulaire critique (en rad·s^{-2}) de l'arbre moteur pour s'assurer du maintien de l'équilibre du pratiquant lors du passage en mode dégradé.*

figure 11

La décélération angulaire critique de l'arbre moteur pour s'assurer de maintenir l'équilibre du pratiquant lors du passage en mode dégradé est d'environ **270 rad.s^{-2}**.



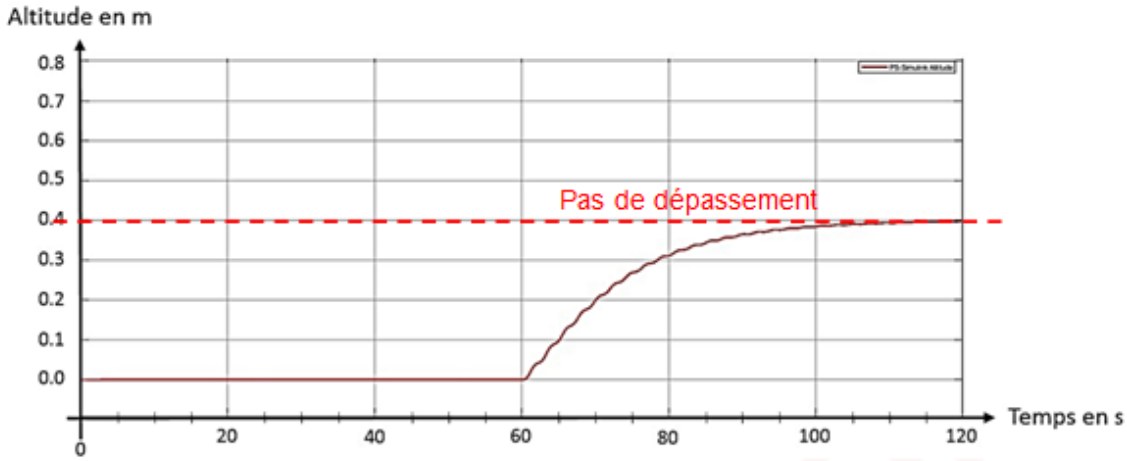
Nota : La réponse sera jugée satisfaisante si elle est comprise entre 265 et 280 rad.s^{-2}.

2.2. Utilisation d'un système automatique de contrôle d'altitude de la planche

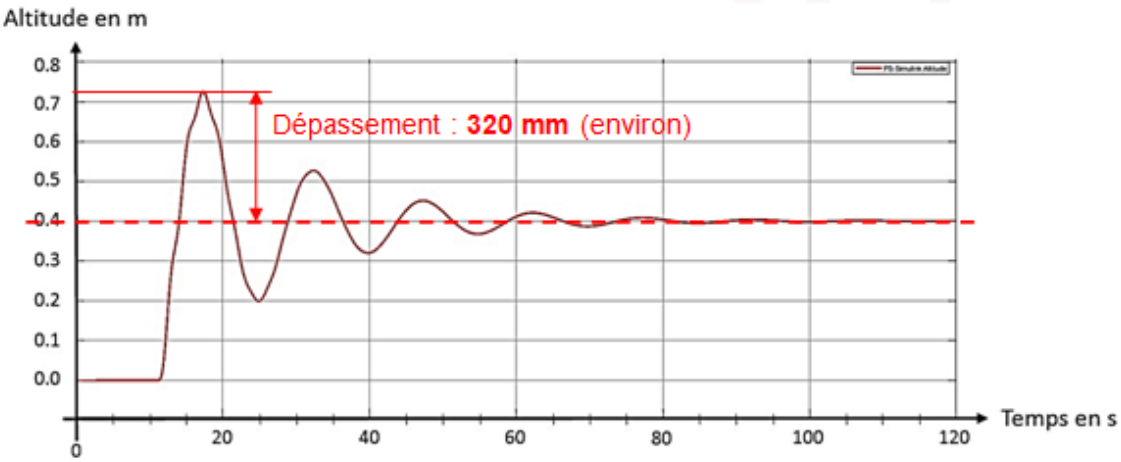
Question 11

Voir DR2

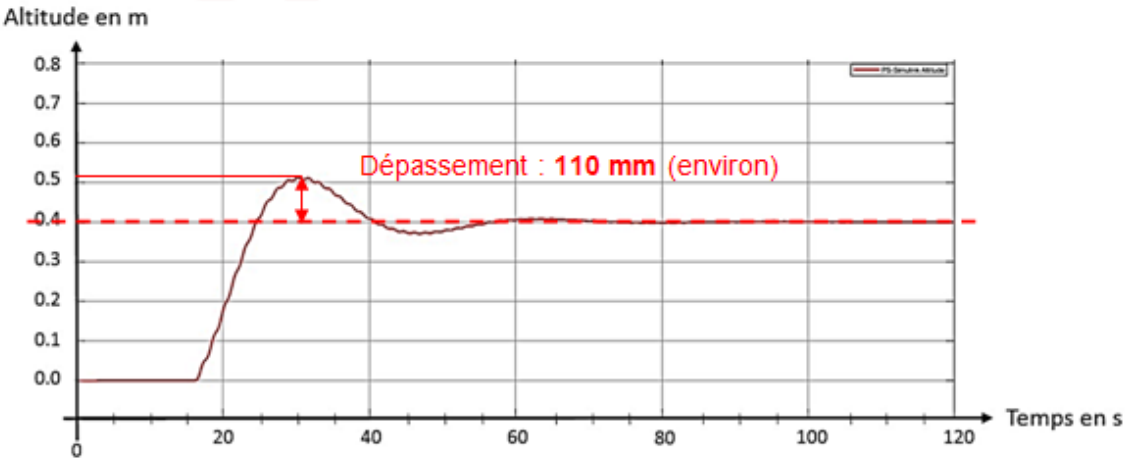
Déterminer *graphiquement pour chaque réglage, la valeur (en mm) du premier dépassement.* ***Justifier*** *les résultats en faisant apparaître les constructions graphiques sur DR2.*



Réglage a



Réglage b



Réglage c

Question 12
Voir DR2
figure 13

Calculer *le dépassement maximal admissible (en mm) pour assurer la propulsion du produit. Parmi les courbes théoriques proposées,* ***identifier*** *celle qui n'est pas compatible avec le système réel.* ***Justifier*** *la réponse.*

Calcul du dépassement maximal admissible :

L'hélice a un diamètre de 150 mm donc un rayon de 75 mm et doit être maintenue 40 mm sous la surface de l'eau. La distance minimale entre l'axe moteur et la surface de l'eau est donc de 115 mm.

La distance entre l'axe moteur et le dessous de la planche est de 685 mm.
L'altitude maximale de la planche est de 685 – 115 = 570 mm.

Avec une consigne de 400 mm, le dépassement ne doit pas excéder 570 – 400 = 170 mm.
La valeur du dépassement maximale admissible est de **170 mm**.

Question 13
Voir DR2
figure 13

Parmi les courbes théoriques proposées, ***identifier*** *celle qui n'est pas compatible avec le système réel.* ***Justifier*** *la réponse.*

Pour le choix du paramétrage :

Le réglage (b) conduit à un dépassement maximal théorique de 320 mm > 170 mm.
Ceci n'est pas compatible avec le système réel.
Seuls les réglages (a) et (c) sont possibles.

CORRECTION

Sous-partie 3 – choix 2

3. Sécuriser la pratique lors du passage en mode dégradé

Objectif : Gérer la commande de la propulsion pour sécuriser la pratique lors du passage en mode dégradé

Question 14

figure 15

Déterminer *la condition (notée « Condition ? » sur la figure 15) portant sur la tension U_{bat} qui permet d'activer le mode dégradé.*

La tension seuil aux bornes de la batterie (notée U_s) lors du passage en mode dégradé vaut $U_s = 1{,}15 \times U_{min}$. La condition peut être **$U_{bat} > U_s$** ou **$U_{bat} \geq U_s$**.

Question 15

figure 16

Déterminer *la valeur de la tension U_{can} lorsque $U_{bat} = U_s$.* ***Vérifier*** *que celle-ci est compatible avec les entrées analogiques de la carte de commande.*

D'après la formule du pont diviseur de tension : $U_{can} = \frac{R_1}{R_1+R_2} U_{bat}$

Pour $U_{bat} = U_s = 1{,}15 \times 38{,}4 = 44{,}16$ V, on obtient **$U_{can} = 4{,}015$ V**

Cette tension est compatible avec les entrées analogiques de la carte de commande puisqu'elle est comprise entre 0 et 5 V.

Question 16

figure 16

Calculer *le quantum du convertisseur analogique - numérique puis* ***déterminer*** *la valeur décimale N_s correspondant à la tension U_{can} lorsque $U_{bat} = U_s$.* ***Traduire*** *la condition de la question 13 avec ce résultat.*

Calcul du quantum : $q = \frac{U_{pe}}{2^n} \approx \mathbf{19{,}53\ mV}$

Il n'est pas précisé si la quantification est centrée ou par défaut.

On pourra arrondir par excès ou par défaut la valeur décimale $N_s = U_s / q$.

On jugera la réponse satisfaisante si **$N_s = 204$** ou **$N_s = 205$**.

La « condition ? » se traduit par **$N > N_s$** ou **$N \geq N_s$** avec $N_s = 204$ ou 205.

Question 17

figure 17

Justifier *la valeur de décrémentation située à la ligne 8 du programme, compte tenu de la temporisation de 10 ms et de la décélération angulaire critique.*

1 s correspond à 100 périodes de 10 ms donc il suffit de diviser 2600 tr.min^{-1} par le nombre de périodes et on obtient 26. Il faut donc décrémenter de 26 à chaque passage dans la boucle pour limiter la décélération à la valeur désirée.

CORRECTION

Question 18

figure 17

Proposer *une alternative en langage python du sous-programme figure 17 en recopiant uniquement la ou les lignes nécessaires aux modifications.*

Il faut diminuer la décrémentation et mettre « - 24 » à la place de « - 26 » à la ligne 8 :

```
while NR > 1500:
    NR = NR - 24
    Time.sleep(10) #temporisation 10 ms
```

Question 19

Conclure *en expliquant de quelles façons le système de commande gère la sécurité du pratiquant.*

Le système de commande est capable de détecter la tension de seuil de la batterie, ce qui permet de basculer en mode dégradé si nécessaire.

Le système de commande gère également la décélération lors du passage en mode dégradé pour ne pas perturber l'équilibre du pratiquant. Il suffit de modifier un paramètre du programme pour adapter la valeur de la décélération.

CORRECTION

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.