

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

Ascenseur sans local de machine Éléments de correction

(La correction s'accompagne du tableau de bord en 3 pages joint.)

→ **Question 1A :** Après un appel effectué par un utilisateur sur le panneau de commande d'un étage :

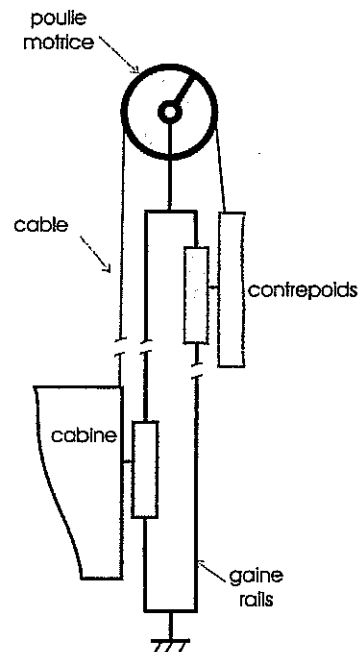
- préciser sur votre copie comment cette information va être transmise à la carte centrale.
L'information de l'appel effectué sur le panneau de commande d'un étage est transmise sous forme d'une trame de données circulant sur le bus CAN.
- donner le nom du composant principal de la carte centrale qui assure la fonction "traiter".
Le principal composant de la carte centrale qui assure le traitement des données est un microprocesseur.
- préciser les types de signaux véhiculant les ordres de la carte centrale à destination du variateur.
Les ordres transmis de la carte centrale au variateur sont :
 - soit des signaux « tout ou rien ».
 - soit des trames de données circulant sur le bus CAN.

→ **Question 1B :** Sur votre copie, définir le type et les caractéristiques des énergies aux points ② et ③ précisés figure 2

- Au point 2 : Energie mécanique. Mouvement de rotation
- Au point 3 : Energie mécanique. Mouvement de translation

→ **Question 1C :** A partir de la présentation de l'ascenseur, proposer sur votre copie un schéma cinématique intégrant la gaine et ses rails de guidage, la cabine, un contrepoids, une poulie et un câble.

Schéma cinématique →



→ **Question 1D :** Afin de caractériser l'énergie sortant du variateur au point ① :

- calculer la fréquence de rotation du moteur lorsque $V = V_n$;
Fréquence de rotation du moteur pour $V_n = 1 \text{ m/s}$:
La poulie étant directement montée sur le rotor $V_n = R_{\text{poulie}} \cdot \omega_{\text{moteur}}$ donc
 $\omega_{\text{moteur}} = V_n / R_{\text{poulie}} = 1000 / 140 = 7,14 \text{ rad/s}$ (68 tr/mn ou 1,13 tr/s)
- déduire alors la fréquence de l'alimentation électrique du moteur dont le comportement est défini paragraphe 1.3.1 ;
Pour un moteur "autosynchrone" $N = f/P$ d'où $f = 4 \cdot 1,133 = 4,533 \text{ Hz}$.
- préciser l'évolution de la fréquence de l'alimentation électrique lors du déplacement de la cabine ;
La fréquence d'alimentation du moteur doit évoluer comme évolue la vitesse de déplacement de la cabine. De $f = 0 \text{ Hz}$ pour une vitesse nulle de la cabine à $f = 4,533 \text{ Hz}$ pour la vitesse nominale.
- conclure quant au rôle du variateur.
Le variateur délivre une tension triphasée de fréquence variable permettant de faire varier la fréquence de rotation du moteur.

→ **Question 2A :** A partir de l'analyse des chronogrammes, compléter sur votre copie l'algorithme du programme de la carte centrale destiné à la commande du variateur :

Algorithme « commande du variateur » →

Début
$M = 1$
$GV = 1$
Répéter
Jusqu'à (ISD = 0)
Répéter
Jusqu'à (ISD = 1)
Répéter
Jusqu'à (ISD = 0)
Répéter
Jusqu'à (ISD = 1)
Répéter
Jusqu'à (ISD = 0)
$GV = 0$
$PV = 1$
Répéter
Jusqu'à (ISD = 1)
$M = 0$
$PV = 0$
Fin

→ **Question 2B : Afin de déterminer la position de l'écran de ralentissement :**

- caractériser la nature des mouvements dans les phases 1, 2, 3 et 4 ;
 - phase 1 : mouvement rectiligne uniformément varié
 - phase 2 : mouvement rectiligne uniforme
 - phase 3 : mouvement rectiligne uniformément varié
 - phase 4 : mouvement rectiligne uniformément varié
- déterminer à l'aide de cet oscillogramme la valeur de l'accélération lors de la phase 3;
On relève sur l'oscillogramme une durée de la phase de 2,3 s et la vitesse varie de 1000 mm/s à 50 mm/s donc $a = (50 - 1000) / 2,3 = -413 \text{ mm/s}^2 = -0,413 \text{ m/s}^2$
- calculer la distance Z_r entre l'écran de ralentissement et l'écran d'arrêt..
Pour un mouvement rectiligne uniformément varié :
 $a = [(Vitesse\ finale)^2 - (Vitesse\ initiale)^2] / [2 \cdot (Position\ finale - Position\ initiale)]$
→ $Z_r = Position\ finale - Position\ initiale = (0,050^2 - 1^2) / (2 \cdot -0,413) = 1,2075 \text{ m}$
(Une incertitude de lecture donnant un temps de 2,17 s donne $a = -0,4365$ et $Z = 1,14 \text{ m}$)

→ **Question 2C : Afin de déterminer l'accélération finale :**

- calculer la distance qui reste à parcourir entre la détection de l'écran d'arrêt par le capteur ISD et l'arrêt effectif ;
La distance restant à parcourir entre la détection de l'écran d'arrêt par le capteur ISD et l'arrêt effectif correspondant à la figure du document "DT écrans et capteurs" est de $(150 - 115) / 2 = 17,5 \text{ mm}$
- en déduire la valeur de l'accélération ;
La valeur de l'accélération est $a = (0 - 0,05)^2 / (2 \cdot 0,0175) = -0,0714 \text{ m/s}^2$
- vérifier la cohérence de votre résultat avec le relevé.
On relève sur l'oscillogramme une durée de la phase de 0,7 s et la vitesse varie de 0,05 mm/s à 0 mm/s donc $a = -0,05 / 0,7 = -0,0714 \text{ m/s}^2$

→ **Question 2D : Expliquer l'influence d'un mauvais positionnement de l'écran de ralentissement sur la précision d'arrêt de la cabine ?**

La vitesse à l'abordage de l'écran d'arrêt sera trop élevée si l'écran de ralentissement est placé trop haut, donc la cabine s'arrêtera trop tard. Et vice versa.

→ **Question 2E : Expliquer l'avantage apporté par ce profil de vitesse pour les personnes transportées.**

Un confort accru est le principal avantage de l'utilisation de ce type de profil de vitesse : on ne ressent plus brutalement les changements d'accélération.

→ **Question 2F :**

- Préciser et justifier, la charge étant donnée, à quel niveau se trouve la cabine lorsque l'allongement du câble est maximum.
Pour une charge, un module d'élasticité et une section donnés, plus la longueur initiale d'une poutre soumise à une sollicitation de traction est grande plus son allongement augmente.
Dans le cas de l'ascenseur, la longueur l_0 est à son maximum lorsque la cabine est au niveau le plus bas donc $l_0 = 26 \text{ m}$.

- A partir de cette situation, afin de déterminer l'écart de position possible de la cabine, calculer la variation d'allongement des câbles. Veuillez à bien préciser les deux états de chargement considérés. On suppose une répartition uniforme des efforts dans les câbles.

L'écart de position de la cabine à un niveau donné dépend de son chargement :

- cabine vide : chargement correspondant à masse de la cabine MP
- cabine « pleine » : chargement correspondant aux masses de la cabine et de la masse admissible MP+MQ

Pour 8 câbles de longueur $l_0 = 26$ m, de section $S = 46.7$ mm² et de module $E = 110\,000$ MPa

$$\Delta\delta = \frac{(MP - (MP + MQ)) \cdot g}{8 \cdot S} \cdot \frac{l_0}{E} = \frac{630 \cdot 10 \cdot 26000}{8 \cdot 46,7 \cdot 110000} = 4 \text{ mm}$$

→ Question 2G : Calculer l'incertitude (en mm) sur la position de la cabine due au codeur ?

Le périmètre des poulies motrices est $p_{\text{poulie}} = 2 \cdot \pi \cdot R_{\text{poulie}} = 0,879$ mm

La précision du codeur est de 4096 points/tour soit une incertitude de $0,879 / 4096 = 0,215$ mm.

→ Question 2H:

L'écart dû à l'allongement du câble et à l'incertitude de position (4.2 mm) est inférieur à l'intervalle d'erreur acceptable (20 mm) défini par la norme.

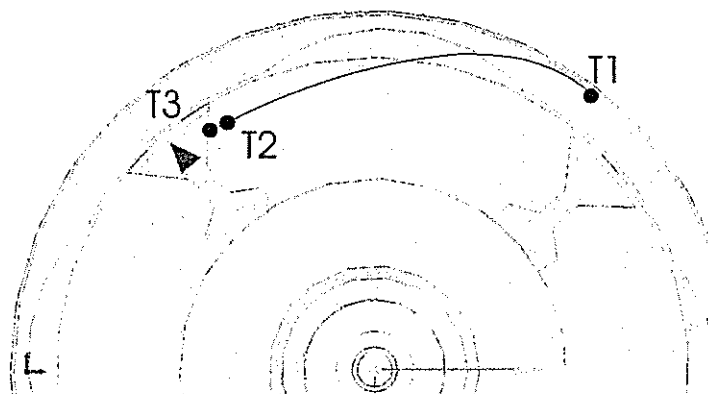
Il est donc possible d'utiliser le codeur positionné en bout de rotor pour déterminer la position de la cabine avec la précision attendue.

→ Question 2I: Afin de caractériser les trames sur le bus CAN:

- lors de la demande d'appel venant de l'étage 2 dans le but d'atteindre un niveau supérieur, quelles sont les valeurs (en hexadécimal) de l'identificateur et du premier mot de données de la trame générée par la carte palière ;
Identificateur : 212h donnée : 0001h
- quelles sont alors les valeurs (en hexadécimal) de l'identificateur et du premier mot de données de la trame générée par la carte centrale à destination du variateur.
Identificateur : 182h donnée : 0000 1000 1110 0010 = 08E2h

→ Question 3A : Dans ce cas, tracer sur le document réponse DR1 la trajectoire du point A. Justifier.

La fréquence de rotation de la poulie d'arrêt entraîne une oscillation plus importante du levier. L'arête du crochet n'a pas le temps de « remonter » avant le passage d'une encoche. Le levier crochète la poulie d'arrêt qui est immobilisée.



→ **Question 3B :** Effectuer le bilan des actions mécaniques. Montrer l'état d'équilibre de l'ensemble isolé par rapport à son point d'articulation.

Bilan des actions mécaniques :

- Liaison pivot en A → $\overline{A}_{cabine \rightarrow bras}$
- Tension de pose dans les brins du câble → $T_0 \overline{y}, -T_0 \overline{x}, -T_0 \overline{x}, -T_0 \overline{y}$

Le moment résultant en A par rapport à l'axe z est nul :

$$\sum \overline{M}_A = \overline{M}_A(\overline{A}_{cabine \rightarrow bras}) + \overline{M}_A(T_0 \overline{y}) + \overline{M}_A(-T_0 \overline{x}) + \overline{M}_A(-T_0 \overline{x}) + \overline{M}_A(-T_0 \overline{y})$$

soit en projection sur l'axe z : $0 + 100.750 - 100.750 + 395.750 - 395.750 = 0$

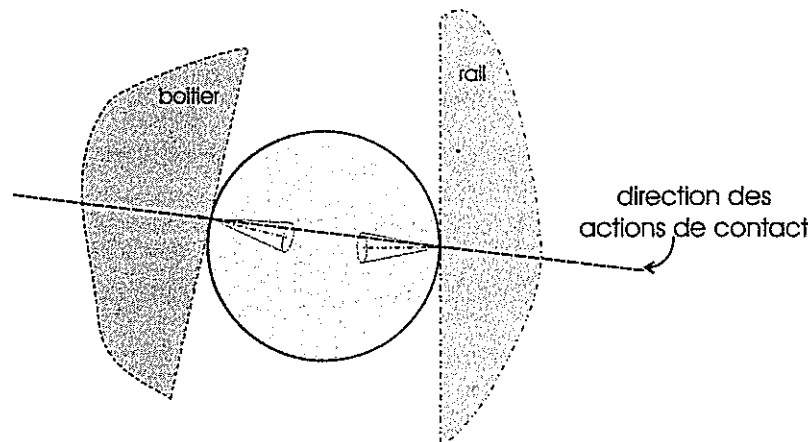
→ **Question 3C :** L'équilibre statique est-il conservé ? Justifier votre réponse. Quelle conséquence cela aura-t-il sur le mécanisme de commande ?

L'équilibre de l'ensemble isolé n'est pas conservé puisque $\sum \overline{M}_A \cdot \vec{z} = 295 \cdot (T - t) > 0$.

Ce déséquilibre entraîne la rotation du bras par rapport à la cabine. Ce déplacement amorce, par l'intermédiaire de la bielle et du levier de commande, la prise des parachutes.

→ **Question 3D :** La cabine étant arrêtée, on isole le galet « coincé » soumis alors aux deux seules actions de contact avec frottement du rail et du boîtier. Tracer et justifier sur le document DR2 la direction des actions. Sur le document DR2 où sont représentés les cônes de frottement au niveau des contacts rail/galet et boîtier/galet, justifier que la cabine reste à l'équilibre indépendamment de son poids.

Solide soumis à l'action de deux forces → direction des forces passant par les points de contact.



La direction de ces actions est à l'intérieur des cônes de frottement → adhérence aux contacts quelque soit l'intensité des forces.

→ **Question 3E :** En analysant le circuit de sécurité du document technique DT 1 (Schéma électrique), expliquer les conséquences de cette information sur l'alimentation des pré-actionneurs du moteur. Préciser à cet effet les éléments mis en jeu, sachant que SCM, SF et KS sont fermés en fonctionnement « normal ».

L'alimentation du moteur va être coupée.

Éléments : circuit de sécurité ouvert par le capteur de sécurité, bobine de SP1 et SP2, contacts de puissance de SP1 et SP2.

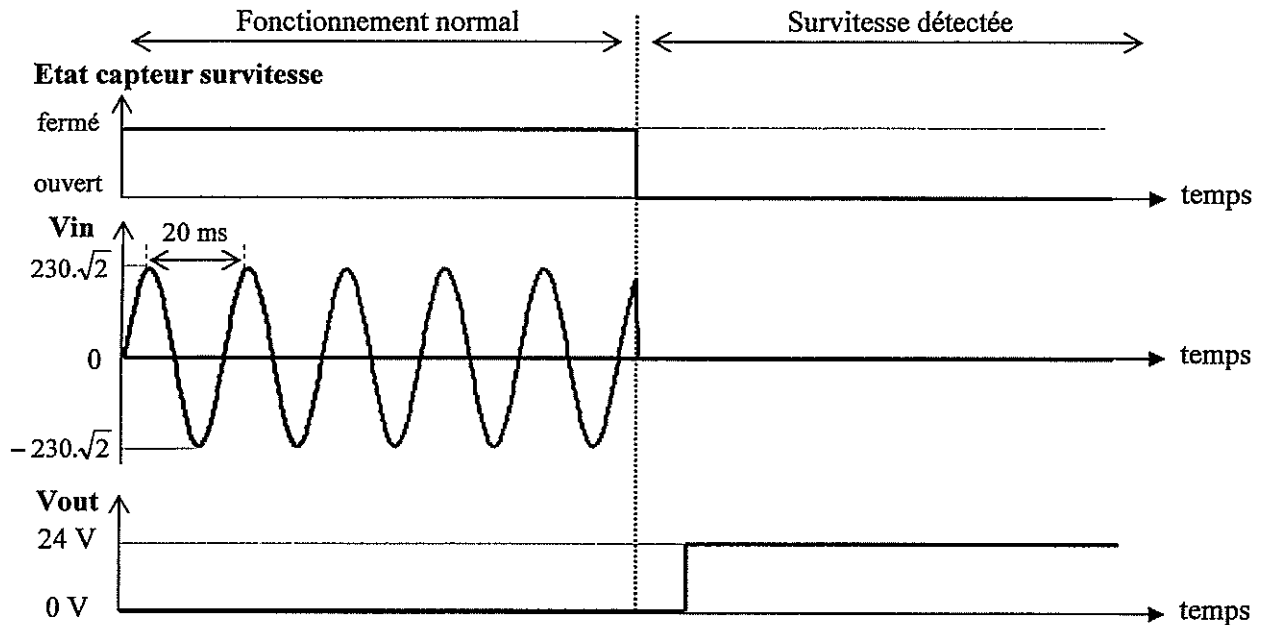
L'alimentation des électrofreins à manque de courant va être coupée, d'où freinage.

Éléments : circuit de sécurité ouvert par le capteur de sécurité, bobine FR, contacts de puissance de FR mais aussi de SP1 et SP2.

→ Question 3F : Afin d'analyser les signaux du circuit de sécurité :

- compléter le document réponse DR2 "Chronogrammes interface d'entrée" ;

Chronogrammes interface d'entrée



- préciser les états de ES1, ES2 et ES3 lorsque la survitesse est détectée.
Survitesse détectée : ES1 = 1, ES2 = 1, ES3 = 1

→ Question 4 : Rédiger en quelques lignes :

- les avantages de chacune des deux solutions technologiques de positionnement étudiées lors de la partie 2 ;

D'une part, la première solution à écrans fournit la position réelle de la cabine telle qu'elle est détectée dans la gaine.

D'autre part, la deuxième solution, qui utilise le codeur pour communiquer la position de la cabine, ne nécessite plus de mise en place d'écrans ni de réglages fastidieux. Elle permet d'installer moins de capteurs et génère moins d'échanges entre les différents systèmes électroniques (le variateur gérant intégralement la position de la cabine). Enfin maintenance et télémaintenance se voient facilitées.

En conséquence, cette dernière solution retient largement l'intérêt des constructeurs d'ascenseurs.

- l'intérêt de transmettre à la carte centrale trois informations de la chaîne de sécurité, étudiées lors de la partie 3, au lieu d'une seule.

La séparation des informations facilite la maintenance, en détectant de façon différenciée, le type de défaut constaté parmi trois catégories, à savoir :

- sur les interruptions de sécurité de premier niveau ;
- sur la porte cabine;
- sur les portes palières.

Tableau de bord : Ascenseur sans local de machine

Parties	Fonctions	Questionnaire	Compétences	Outils	Documents
<p>Présentation, appropriation du système</p> <p>Après un appel de l'ascenseur à un étage : comment cette requête est-elle traitée et réalisée ?</p>	Lecture du sujet				
	Acquérir et traiter les informations	Définir la nature des informations : -entre la carte palière et la carte centrale -entre la carte centrale et le variateur	C21 : l'information	Expression écrite	Présentation de l'ascenseur
	Convertir et distribuer l'énergie de puissance	Définir le type et la nature des énergies Réaliser le schéma cinématique de la transmission transformation du mouvement Définir la fonction du variateur	A2 : Analyse fonctionnelle D1 : schématisation B22 : composants mécaniques de transmission B122 : commande de puissance	Décodage schéma bloc Expression écrite Modélisation Schéma cinématique	Présentation de l'ascenseur Analyse fonctionnelle (schéma bloc)

Parties	Fonctions	Questionnaire	Compétences	Outils	Documents
<p>Comment amener la cabine avec une précision de position donnée au niveau appelé ?</p> <p><u>Cas 1</u> : Utilisation d'écrans de position dans la gaine</p>	<p>Traiter les informations</p> <p>Gérer le variateur</p>	<p>Compléter l'algorithme réalisé par la carte centrale lors d'un déplacement de l'étage 1 à l'étage 2.</p>	<p>C24 : comportement des systèmes numériques</p>	<p>Algorithme</p>	<p>Figure « écrans et capteurs »</p> <p>Chronogramme « déplacement étage 1 vers étage 2 »</p> <p>Document Technique 1 « Schéma électrique »</p>
	<p>Positionner les écrans</p>	<p>Déterminer la position des écrans de ralentissement.</p> <p>Déterminer l'accélération finale</p> <p>Influence d'un mauvais positionnement des écrans</p>	<p>C 113 : mouvement de translation</p>	<p>Résolution analytique (équation de mouvement)</p> <p>Exploitation de relevé de mesures sur le système</p>	<p>Figure « écrans et capteurs »</p> <p>Relevé « Profil Vitesse trapézoïdal »</p>
		<p>Interpréter le profil vitesse de la cabine</p>			
<p><u>Cas 2</u> : utilisation d'un codeur de position</p>	<p>Allongement du câble de traction</p>	<p>Vérifier l'allongement du câble de traction</p>	<p>C116 : comportement du solide déformable</p>	<p>Résolution analytique</p>	<p>Présentation de l'accrochage cabine</p>
	<p>Caractériser la précision du codeur</p>	<p>Déterminer l'incertitude en position due au codeur.</p>	<p>B31 : les capteurs</p>	<p>Résolution analytique</p>	<p>Présentation de l'ascenseur</p>
	<p>Valider une solution</p>	<p>Conclure sur l'utilisation du codeur</p>	<p>Justifier l'organisation des constituants</p>	<p>Expression écrite</p>	
	<p>Transmettre, communiquer les informations de positions</p>	<p>Lors de la demande d'appel venant de l'étage 2, caractériser les trames sur le bus CAN</p> <ul style="list-style-type: none"> - carte palière → carte centrale - carte centrale → variateur 	<p>C21 : l'information</p> <p>B52 : les réseaux</p>	<p>Exploitation d'un protocole de bus</p>	<p>Document Technique 2 « Bus CAN »</p>

Parties	Fonctions	Questionnaire	Compétences	Outils	Documents
Comment est assurée la sécurité en cas de fonctionnement dégradé ?	Détecter la survitesse	Tracer la trajectoire d'un point du crochet qui provoque le blocage	C11 : comportement mécanique des mécanismes <ul style="list-style-type: none"> - liaisons mécaniques - cinématique des mécanismes - mouvement d'un solide indéformable 	Exploitation de résultats de simulation	Schéma bloc dispositif de freinage Document Technique 3 « système de freinage d'ascenseur » Document réponse DR1
	Commander le freinage	On isole le bras et la poulie d'arrêt : - en fonctionnement normale. Montrer que le bras est en équilibre. - à l'instant du blocage. Montrer la rupture d'équilibre. Conséquences.	C11 : comportement mécanique des mécanismes <ul style="list-style-type: none"> - Transmission des efforts - Principe fondamental de la statique 	Résolution analytique	Figures « mécanisme de commande » Document réponse DR1
	Freiner et maintenir la cabine	Justifier le « coincement » lors du maintien à l'arrêt de la cabine	C11 : comportement mécanique des mécanismes <ul style="list-style-type: none"> - Frottement entre solides 	Résolution graphique	Figure « parachute » Document réponse DR2
	Exploiter et indiquer l'état « survitesse »	Préciser le rôle du capteur « survitesse » dans la chaîne de sécurité primaire . Adapter le signal « survitesse ».	C 22 : comportement des systèmes logiques combinatoires B32 : conditionnement du signal.	Exploitation d'un schéma électrique Expression écrite Exploitation d'un chronogramme	Document Technique 1 « Schéma électrique » Document réponse DR2 « Chronogramme interface d'entrée »
Question de synthèse				Question ouverte rédactionnelle	

ASCENSEUR SANS LOCAL DE MACHINE

PROPOSITION DE BAREME

(80 POINTS POUR UNE NOTE SUR 20 COEF 4)

1 PRESENTATION DE L'ETUDE (17 POINTS)

1.1 INTRODUCTION

1.2 EXPRESSION DU BESOIN

1.3 SYSTEME PLURITECHNIQUE : ASCENSEUR SANS LOCAL MACHINE

→ *Question 1A : (4 points)*

→ *Question 1B : (3 points)*

→ *Question 1C : (5 points)*

→ *Question 1D : (5 points)*

2 SITUATION D'ÉTUDE : COMMENT AMENER, AU NIVEAU APPELE, LA CABINE AVEC UNE PRECISION DE POSITION DONNEE ? (37 POINTS)

2.1 PREMIERE SOLUTION : UTILISATION D'ECRANS DANS LA GAINÉ

→ *Question 2A : (6 points)*

→ *Question 2B : (5 points)*

→ *Question 2C : (5 points)*

→ *Question 2D : (3 points)*

→ *Question 2E : (3 points)*

2.2 DEUXIEME SOLUTION : UTILISATION D'UN CODEUR DE POSITION

→ *Question 2F : (5 points)*

→ *Question 2G : (3 points)*

→ *Question 2H : (3 points)*

→ *Question 2I : (4 points)*

3 SITUATION D'ETUDE : COMMENT EST ASSUREE LA SECURITE EN CAS DE FONCTIONNEMENT DEGRADE ? (26 POINTS)

3.1 APPROPRIATION DE LA SOLUTION TECHNIQUE DE FREINAGE D'URGENCE

→ *Question 3A : (6 points)*

→ *Question 3B : (4 points)*

→ *Question 3C : (4 points)*

→ *Question 3D : (4 points)*

3.2 ROLE DU CAPTEUR « SURVITESSE »

→ *Question 3E : (4 points)*

3.3 INDICATION DE L'ETAT DE SURVITESSE

→ *Question 3F : (4 points)*

4 SYNTHÈSE LIÉE À LA COMPRÉHENSION GLOBALE DU SYSTÈME

→ *Question 4 : points de bonus accordés suivant la pertinence des réponses avec un maximum de 6 points*