

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE
ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ
SESSION 2024

**SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE
L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT
DURABLE**

Ingénierie, innovation et développement durable

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION

CORRECTION

Partie 1 : le téléphérique de Toulouse est-t-il une solution de mobilité urbaine durable et environnementale ?

- Question 1.1
- **La voiture** est le moyen majoritairement utilisé en France métropolitaine pour les déplacements en 2019
 - **Le mode de transport par voiture** a légèrement reculé entre 2008 et 2019 : **-2%**.
Le mode de transport par transports en commun a légèrement augmenté entre 2008 et 2019 : **+1%**.
- Question 1.2
- Valeurs associées à l'exigence « besoin performance » concernant le débit de passagers attendu :
 - **débit de 1500 à 2000 personnes / heure / sens**
 - **vitesse maximale de déplacement : $7,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$**
 - **distance de 3 km de parcours entre l'UPS et l'Oncopôle**
 - A partir de la documentation technique, la seule typologie de télécabines à mouvement unidirectionnel continu qui convienne à tous les critères d'exigences est la typologie 3S. C'est la seule typologie de **distance 3 km** et c'est celle qui a été retenue.
- Question 1.3
- Temps total entre les 2 gares :
$$\text{Temps total} = \frac{\text{distance}_{(m)}}{\text{vitesse}_{(m.s^{-1})}} + 20s = \frac{3000}{7,5} + 20 = \mathbf{420 \text{ s}}$$
soit un temps total entre les 2 gares de **7 minutes**.
 - En temps normal, en utilisant le téléphérique au lieu de la voiture on gagne $14 - 7 = \mathbf{7 \text{ minutes}}$: on met 2 fois moins de temps pour faire le trajet entre les deux gares terminus.
En heures de pointe, on gagne $28 - 7 = \mathbf{21 \text{ minutes}}$: on met 4 fois moins de temps pour faire le trajet entre les deux gares terminus.
- Question 1.4
- En voiture : **$300 \text{ gCO}_2\cdot\text{km}^{-1}\cdot\text{passager}^{-1}$**
En téléphérique : **$10 \text{ gCO}_2\cdot\text{km}^{-1}\cdot\text{passager}^{-1}$**
Rapport de réduction des émissions de gaz à effet de serre :
$$\text{Rapport} = \frac{300}{10} = \mathbf{30}$$
 - Cette valeur **correspond bien** à la valeur indiquée dans le document de TISSEO sur le DT4.
- Question 1.5
- Le téléphérique de Toulouse permet de relier l'Oncopole à

l'université Paul Sabatier **plus rapidement** qu'avec un mode de transport par voiture. S'il est plus utilisé, il permettra d'éviter les embouteillages de la rocade lors des heures de pointes

- Le mode de transport par téléphérique est un mode de transport qui produit le **moins d'émissions de gaz à effet de serre** parmi de nombreux autres modes de transports collectifs et individuels.
- Le téléphérique de Toulouse participe à l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre que la France s'est fixée d'atteindre, tout en rendant service aux utilisateurs.

Partie 2 : quelles solutions mettre en œuvre pour optimiser la consommation énergétique du téléphérique ?

- Question 2.1
- **2 moteurs** sont installés sur le système d'entraînement principal du câble tracteur.
 - Il y a **3 poulies** en contact avec le câble tracteur.
 - Parmi les 3 poulies, **2 peuvent être motrices**.

- Question 2.2
- Voir **DR1** : ibd à compléter

- Question 2.3
- $\eta_{\text{global1}} = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 = 0,97 \times 0,96 \times 0,92 = \mathbf{0,8567} = \mathbf{85,7\%}$
 - $\eta_{\text{global2}} = \eta_1 \times \eta_2 = 0,97 \times 0,95 = \mathbf{0,9215} = \mathbf{92,15\%}$
 - $\eta_{\text{global1}} < \eta_{\text{global2}}$ donc **le système d'entraînement principal 2 de type Direct Drive a un meilleur rendement** dû à l'absence de réducteur. Il est plus avantageux pour l'optimisation de la consommation énergétique.

- Question 2.4
- Voir **DR3** : tableau de synthèse des résultats

Question 2.5

- Question 2.6
- $P_2 = C \times \omega_2 = 307 \text{ (N.m)} \times 2,99 \text{ (rad.s}^{-1}\text{)}$
 $P_2 = 917,6 \text{ kW}$

- Question 2.7
- Voir **DR3** : tableau de synthèse des résultats

Question 2.8

Question 2.9

- Question 2.10
- Le choix d'utiliser un système motorisé d'entraînement direct sur la poulie (DirectDrive) permet d'obtenir un **meilleur rendement** de la

chaîne d'énergie globale, donc de **faire des économies**.

Le fait de faire varier la vitesse selon des plages horaires permet aussi de réaliser des économies tout en gardant **un service rendu à l'utilisateur satisfaisant** car l'utilisateur mettra **toujours moins de temps** à parcourir la distance UPS-Oncopole qu'avec une voiture en temps normal ou en heure de pointe.

Partie 3 : comment faciliter l'accès du Téléo aux personnes à mobilité réduite (P.M.R.) ?

Question 3.1 | Voir **DR4** : tableau de validation

Question 3.2 | Pente moyenne en % entre les profils 1N et 6N :
Dénivelée = 145,649 – 144,414 = **1,235 m**
Distance entre profils = 7,310 + 4,700 + 7,680 + 4,700 + 7,680 = **32,070 m**
$$\text{pente} = \frac{1,235}{32,070} = 0,0385 \text{ soit } \mathbf{3,85 \%}$$

Question 3.3 | La zone « parking Oncopole » est bien conforme à la réglementation :
- les 5 exigences sont vérifiées ;
- la pente de la rampe d'accès est conforme : pente **3,85% < 6%**
Restent des vérifications comme d'éventuels ressauts, hauteur de garde-corps...

Partie 4 : Comment identifier une personne à distance ?

Question 4.1 | Voir **DR2** : adressage IP
*Toute adresse unique **172.20.x.y / 16** est correcte*

Question 4.2 |

- « /16 » partie réseau sur 16 bits et partie hôte sur 32 – 16 = 16 bits
 $2^{16} - 2 = \mathbf{65\,534 \text{ clients}}$.
- Il y a 280 caméras : 65354 > 280. Un masque « /16 » est justifié.

Question 4.3 | Largeur de la zone surveillée = 2 × 6 m × tan(35°) = **8,4 m**

Question 4.4 |
$$\frac{850 \text{ cm}}{2688 \text{ pixels}} = \mathbf{0,316 \text{ cm/pixel}}$$

Question 4.5 |

- Besoin opérationnel : « *Identification dans de bonnes conditions.* »

- 40 pixels minimum pour la largeur du visage

Question 4.6 | $\frac{16 \text{ cm}}{0,32 \text{ cm/pixels}} = \mathbf{50 \text{ pixels} > 40 \text{ pixels}}$, la condition d'identification dans de bonnes conditions est bien validée.

Partie 5 : Comment assurer le confort thermique des passagers dans une cabine ?

Question 5.1 | « Par temps chaud, la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de la cabine ne doit pas dépasser +2°C en fonctionnement normal et +5°C en arrêt prolongé. »

Question 5.2 | Voir **DR5** : flux d'air

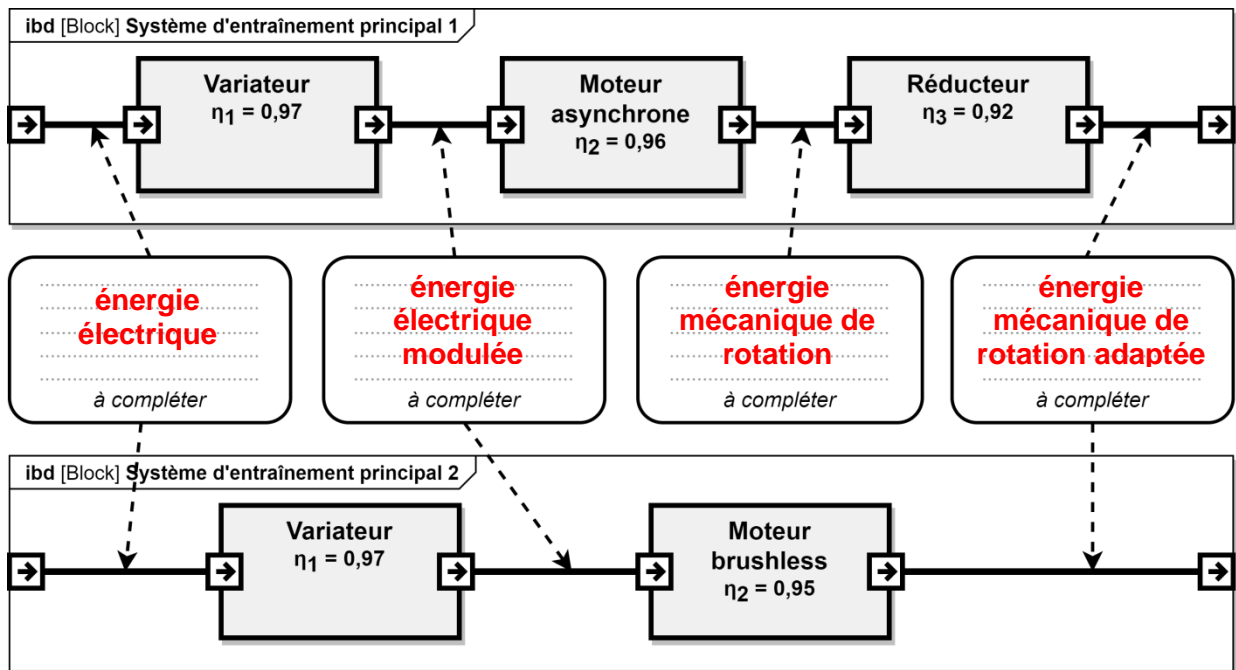
Question 5.3 | Voir **DR5** : table de vérité

Question 5.4 | Voir **DR6** : Algorithme à compléter

Question 5.5 | En fonctionnement **normal**, le confort est toujours respecté :
 $38,5^{\circ}\text{C} - 37,5^{\circ}\text{C} = 1^{\circ}\text{C} < \mathbf{2^{\circ}\text{C}} \rightarrow \text{OK} \checkmark$
 $38^{\circ}\text{C} - 37,5^{\circ}\text{C} = 0,5^{\circ}\text{C} < \mathbf{2^{\circ}\text{C}} \rightarrow \text{OK} \checkmark$
 $37,7^{\circ}\text{C} - 37,5^{\circ}\text{C} = 0,3^{\circ}\text{C} < \mathbf{2^{\circ}\text{C}} \rightarrow \text{OK} \checkmark$
En **arrêt prolongé**, test 1, 2 et 3, le confort n'est pas respecté :
 $44^{\circ}\text{C} - 37,5^{\circ}\text{C} = +6,5^{\circ}\text{C} > \mathbf{5^{\circ}\text{C}} \times$
 $42,7^{\circ}\text{C} - 37,5^{\circ}\text{C} = +5,2^{\circ}\text{C} > \mathbf{5^{\circ}\text{C}} \times$
Seul le test n°4 avec les deux spoilers en place respecte le confort thermique : $42^{\circ}\text{C} - 37,5^{\circ}\text{C} = +4,5^{\circ}\text{C} < \mathbf{5^{\circ}\text{C}}$

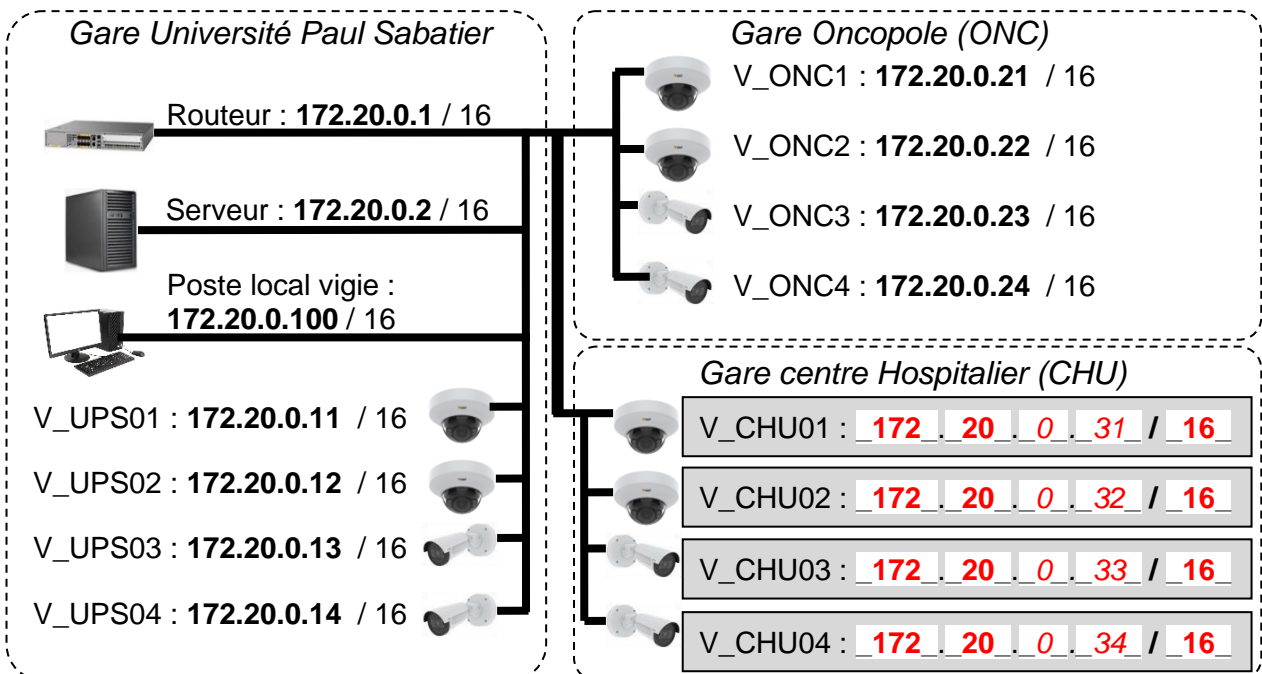
Document réponses DR1

Question 2.2 :



Document réponses DR2

Question 4.1 :



Toute adresse **unique** en 172.20.x.y / 16 est correcte

Document réponses DR3

Tableau de synthèse des réponses des questions 2.4 à 2.9 :

Les calculs sont réalisés pour une vitesse constante des cabines.

Question		Vitesse 1	Vitesse 2
Q2.4	Vitesse max atteinte en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	$6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	$6,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
	Durée du trajet en s	$550\text{s} < \text{durée} < 560\text{s}$	$500 \text{ s} < \text{durée} < 510 \text{ s}$
	> ou < au temps normal en voiture	<	<
Q2.5	Vitesse angulaire des poulies motrices en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$	$\omega_{\text{poulie}} = 2,64 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$	$\omega_2 = \frac{V_2}{R} = \frac{6,8}{2,275}$ $2,99 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$ $(\approx 3 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1})$
Q2.6	Puissance mécanique fournie par le moteur en kW	$P_1 = 809,67 \text{ kW}$	$P_2 = 917,6 \text{ kW}$
Q2.7	Puissance électrique consommée par le moteur en kW	$P_{a1} = 852,28 \text{ kW}$	$P_{a2} = \frac{P_2}{\eta} = \frac{917,6 \text{ kW}}{0,95}$ $965,9 \text{ kW}$ $(\approx 966 \text{ kW})$
Q2.8	Energie totale consommée en une journée par le moteur en $\text{kW}\cdot\text{h}$	$E_1 = 13\,636,55 \text{ kW}\cdot\text{h}$	$E_2 = P_{a1} \times \Delta t$ $= 965,9 \text{ kW} \times 2 \text{ h}$ $1\,931,8 \text{ kW}\cdot\text{h}$ $(\approx 1932 \text{ kW}\cdot\text{h})$
Q2.9	Economie journalière en euro réalisée	$E_{\text{gain}} = 19\,200 - 15\,569 = 3631 \text{ kWh}$ soit gain en euros : $3631 \text{ kW}\cdot\text{h} \times 0,075 \text{ €} \approx 273 \text{ €/jour}$	

Document réponses DR4

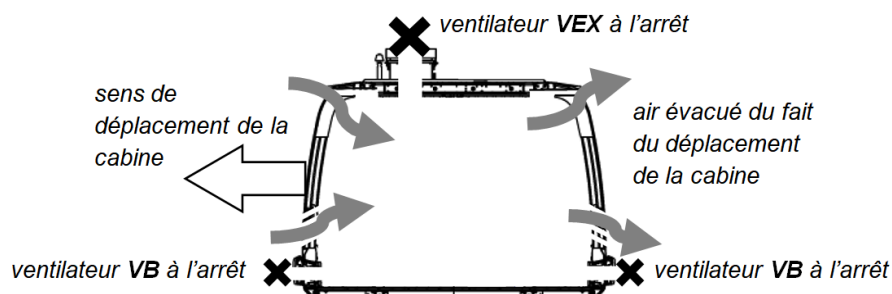
Question 3.1 :

EXIGENCES		OUI/NON	JUSTIFICATION
Situation	Places de stationnement adaptées localisées à proximité d'une entrée	Oui	Les 10 places PMR se situent à proximité de la rampe d'accès au quai
Repérage	Présence d'un marquage au sol	Oui	Indiqué sur la vue en plan
	Présence d'une signalisation verticale	Oui	Indiqué sur le repérage
Nombre	2% du nombre total de places de parking	Oui	2% de 500 = 10 places (en plus de la place PMR de l'arrêt minute)
Caractéristiques dimensionnelles	Devers inférieur ou égal à 2%	Oui	Devers maximum indiqué de 1,75% < 2%
	Largeur minimale des places adaptées est de 3,30m	Oui	Largeur indiquée 3,3m
	Longueur minimale des places adaptées est de 5 m.	Oui	Longueur indiquée 5 m. Y compris surlongueur 1,25 m > 1,2 m places en épi
Atteinte et usage	Appareils d'interphonie munis d'un système permettant de visualiser le conducteur.	Oui	Indiqué sur le repérage des entrées : « <i>Contrôle d'accès par interphone vidéo sur bornes basses</i> »

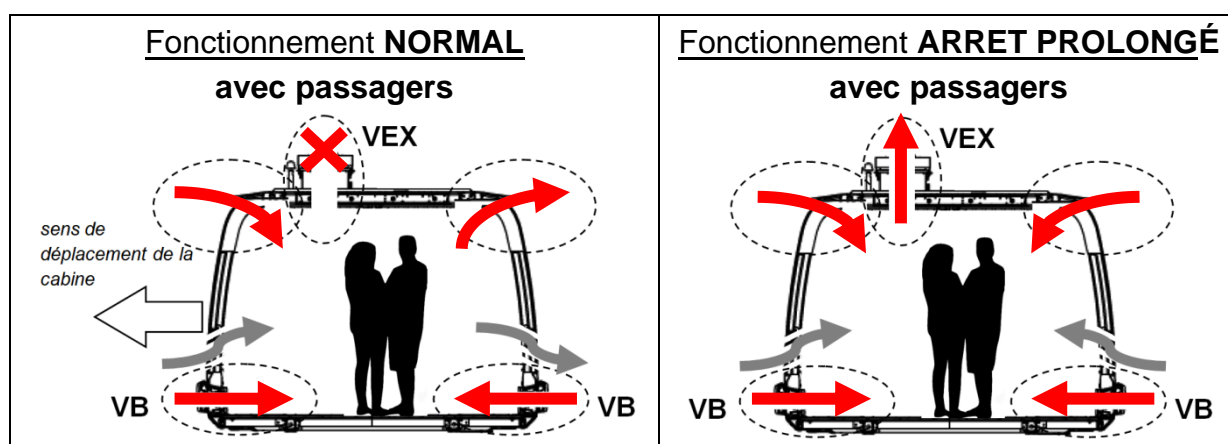
Document réponses DR5

Question 5.2 :

Flux d'air pour le fonctionnement
NORMAL sans passagers



Compléter les zones en pointillés ci-dessous en indiquant le sens des flux d'air.



Question 5.3 :

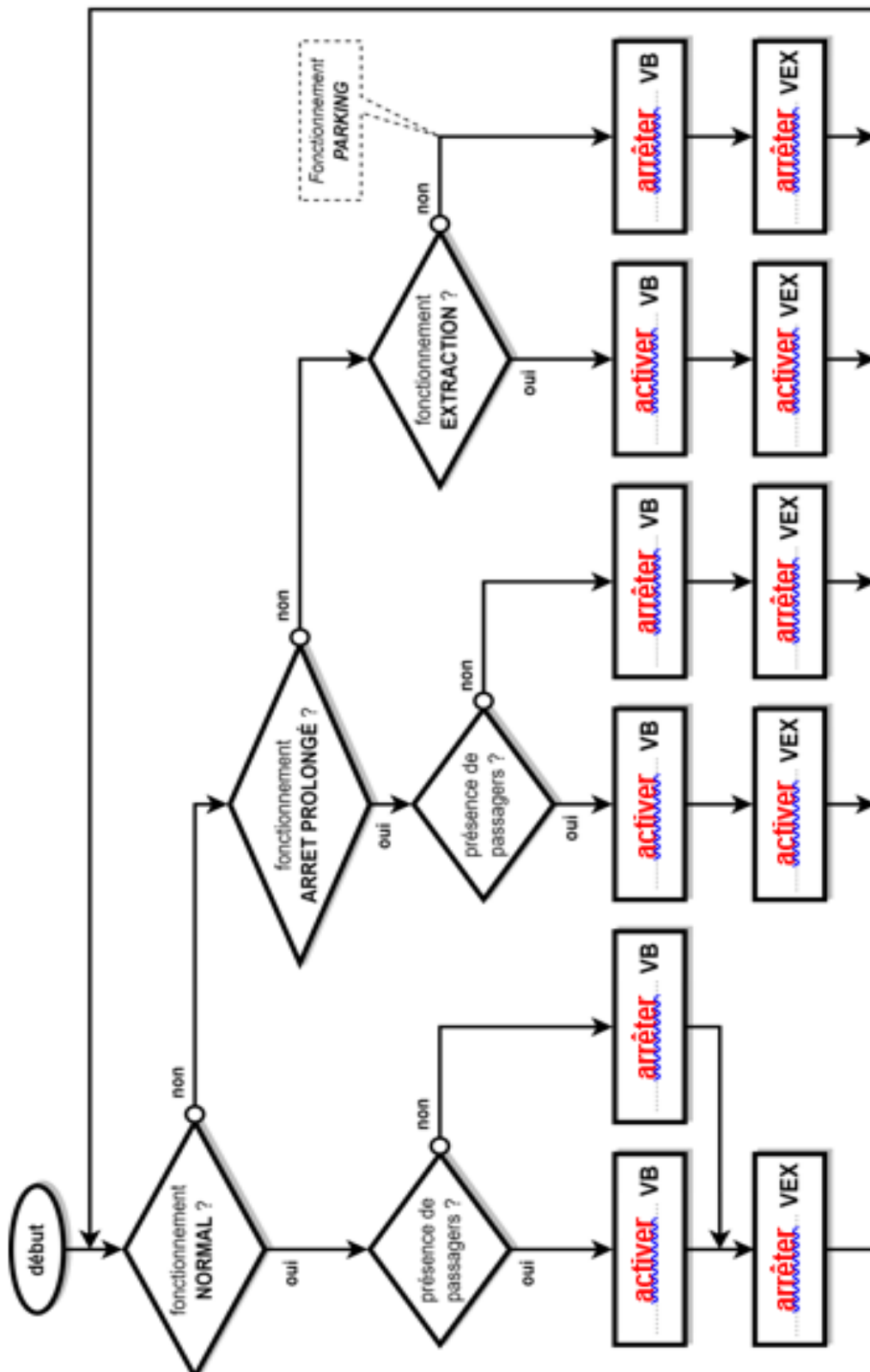
Les bits **B0** et **B1** permettent de coder le mode de fonctionnement de la ventilation.

Un niveau logique 0 sur **VB** ou **VEX** signifie que le ventilateur est à l'arrêt.

Un niveau logique 1 sur **DP** signifie qu'une personne est détectée dans la cabine.

fonctionnement	B1	B0	DP	VB	VEX
NORMAL	0	0	0	0	0
	0	0	1	1	0
ARRET PROLONGÉ	0	1	0	0	0
	0	1	1	1	1
EXTRACTION	1	0	0	1	1
	1	0	1	1	1
PARKING	1	1	0	0	0
	1	1	1	0	0

Question 5.4 :



BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2024

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION

Durée de l'épreuve : 4 heures

CORRECTION

Partie A : Comment diminuer les efforts sur le groupe moteur ?

Question A.1 | La technologie de transport par câble proposée pour ce projet est un téléphérique débrayable à mouvement continu bi-porteur et mono tracteur. Cette configuration est communément appelée « 3S ».

Question A.2 | Les actions mécaniques extérieures sont :
l'action des 2 câbles porteurs sur le véhicule (chariot)
l'action du câble tracteur sur le véhicule (chariot)
l'action de la pesanteur sur le véhicule et sa charge

Question A.3 |
$$P = m \times g = (m_v \text{ à vide} + m_p \times \text{nbre de personne}) \times g$$
$$P = (4000 + 80 \times 34) \times 9.81 = 66683.2 \text{ N}$$

Question A.4 | Voir Document Réponse DRS1

Question A.5 | Ponctuelle de normale d1, Linéaire annulaire possible, F_A est la résultante des actions mécaniques des câbles porteurs sur le véhicule, les contacts entre les galets du véhicule et les câbles porteurs sont des contacts ponctuels de normal d1.

Question A.6 | $F_a = P \times \cos \alpha = 66683.2 \times \cos 23 = 61380 \text{ N}$

Question A.7 | En appliquant la mesure
Valeur de F_B : $25000 \text{ N} < F_B < 27000 \text{ N}$

Question A.8 | Intensité du couple : $C = R \times F_B = (4,55/2) \times F_B = 2,275 \times 26000 = 59150 \text{ N.m}$

Question A.9 | Le couple C varie en fonction de la pente, le sens du couple C varie en fonction du sens de la pente (montée/descente)

Question A.10 | Afin de diminuer les efforts sur le moteur, il faut diminuer le couple nécessaire en équilibrant les charges en fonction de la pente et du sens de la pente. Il faut donc répartir équitablement les cabines sur la totalité du parcours en fonction des montées et des descentes et du sens.

Partie B : Comment dimensionner le câble tracteur d'un téléphérique urbain ?

Question B.1

$$C_S = \frac{R_e(Pa)}{\sigma_{max}(Pa)} = 5$$

$$\sigma_{max}(Pa) = \frac{R_e(Pa)}{C_S} = \frac{1770}{5} = 354 \text{ MPa}$$

Question B.2

$$\sigma_{max}(Pa) = \frac{R_e(Pa)}{C_S} = \frac{1770}{5} = 354 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{max} = \frac{F}{S} = \frac{320000}{S_{min}}$$

$$S_{min} = \frac{F}{\sigma_{max}} = \frac{320000}{354} = 903,54 \text{ mm}^2$$

Question B.3

6x31WSRx48 de diamètre 48mm avec une section de 922 mm² et une masse linéique de 8,29 kg/m

Question B.4

$$\sigma(Pa) = E(Pa) \times \varepsilon$$

$$\text{donc } \varepsilon = \frac{\sigma(MPa)}{E(MPa)} = \frac{170}{115000} = 0,00147826087$$

Question B.5

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\Delta l = \varepsilon \times L = 0,00147826087 \times 6000 = 8,87 \text{ m}$$

Question B.6

La course de la poulie de déviation est de 8 m, le câble s'allonge de 8,87 mètres répartie sur les deux côtés de la poulie. 8,87/2=4,435 m. Donc la course de la poulie de déviation est suffisante

Question B.7

Contrainte dans un toron

$$\sigma(Pa) = 350 \text{ MPa}$$

Contrainte dans l'âme

$$\sigma(Pa) = 1,3 \text{ MPa}$$

Question B.8

$$\sigma(Pa) = E(Pa) \times \varepsilon$$

Contrainte dans un toron

$$\sigma(Pa) = 350 \text{ MPa}$$

$$R_M = 1770 \text{ Mpa}$$

$$Cs = 1770/350 = 5,057$$

Contrainte dans l'âme

$$\sigma(Pa) = 1,3 \text{ MPa}$$

$$R_M = 72 \text{ MPa}$$

$$Cs = 72/1,3 = 55,3$$

Donc Cs du câble > 5

Question B.9

Le choix portera sur le câble 6x31WSRx48 de diamètre 48mm, la majorité des efforts sont repris par les torons et l'âme est peu sollicitée en traction, le coefficient de sécurité de 5 est respecté. L'allongement du câble tracteur est inférieur à la course de la poulie de déviation. Les espaces inter-torons et l'âme sont en polycarbonate afin de limiter la génération de vibrations et réduire les émissions sonores.

Partie C : Comment accélérer progressivement un véhicule à l'arrêt en gare pour atteindre la vitesse du câble tracteur ?

Question C.1	La transmission du mouvement d'un pneu à l'autre s'effectue par une liaison poulie-courroie.
Question C.2	$r = \text{rayon poulie menante} / \text{rayon poulie menée} = 0.18/0.15 = 1.2$
Question C.3	$V_{\text{véhicule}} = V_{\text{tangentielle pneu}} = \omega_{\text{pneu}} \times \text{Rayon pneu}$ $\omega_{\text{pneu}} = V_{\text{véhicule}} / \text{Rayon pneu}$
Question C.4	$V_{\text{véhicule}} = V_{\text{tangentielle pneu}} = \omega_{\text{pneu}} \times \text{Rayon pneu}$ $V_{\text{max}} = 7,5 \text{ m.s}^{-1}$ $\omega_{\text{max}} = V_{\text{max}} / R_{\text{pneu}} = 7,5/0,2 = 37.5 \text{ rad.s}^{-1}$
Question C.5	<p>Lanceur 15 pneus</p> $R_{15} = 1,2^{15-1} = 12.84$ $\omega_{\text{min}} = (V_{\text{max}} / R_{\text{pneu}}) / r_{15} = (37.5) / 12.84 = 2,92 \text{ rad.s}^{-1} = 27.89 \text{ tours.min}^{-1}$ <p>Lanceur 20 pneus</p> $R_{20} = 1,2^{20-1} = 31.95$ $\omega_{\text{min}} = (V_{\text{max}} / R_{\text{pneu}}) / r_{30} = (37.5) / 197.81 = 1,17 \text{ rad.s}^{-1} = 11.2 \text{ tours.min}^{-1}$
Question C.6	<p>Lanceur 20 pneus</p> $N < 20 \text{ tours.min}^{-1}$

Document réponses DRS1

