

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2024

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

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 Question 2.5	Voir DR3 : tableau de synthèse des résultats
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 Question 2.8 Question 2.9	Voir DR3 : tableau de synthèse des résultats

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 $\text{pente} = \frac{1,235}{32,070} = 0,0385$ soit 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 : <u>pente 3,85% < 6%</u> <i>Restent des vérifications comme d'éventuels ressauts, hauteur de garde-corps...</i>

Partie 4 : Comment identifier une personne à distance ?

Question 4.1	Voir DR2 : adressage IP <i>Toute adresse unique 172.20.x.y / 16 est correcte</i>
Question 4.2	• « /16 » partie réseau sur 16 bits et partie hôte sur 32 – 16 = 16 bits $2^{16} - 2 =$ 65 534 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

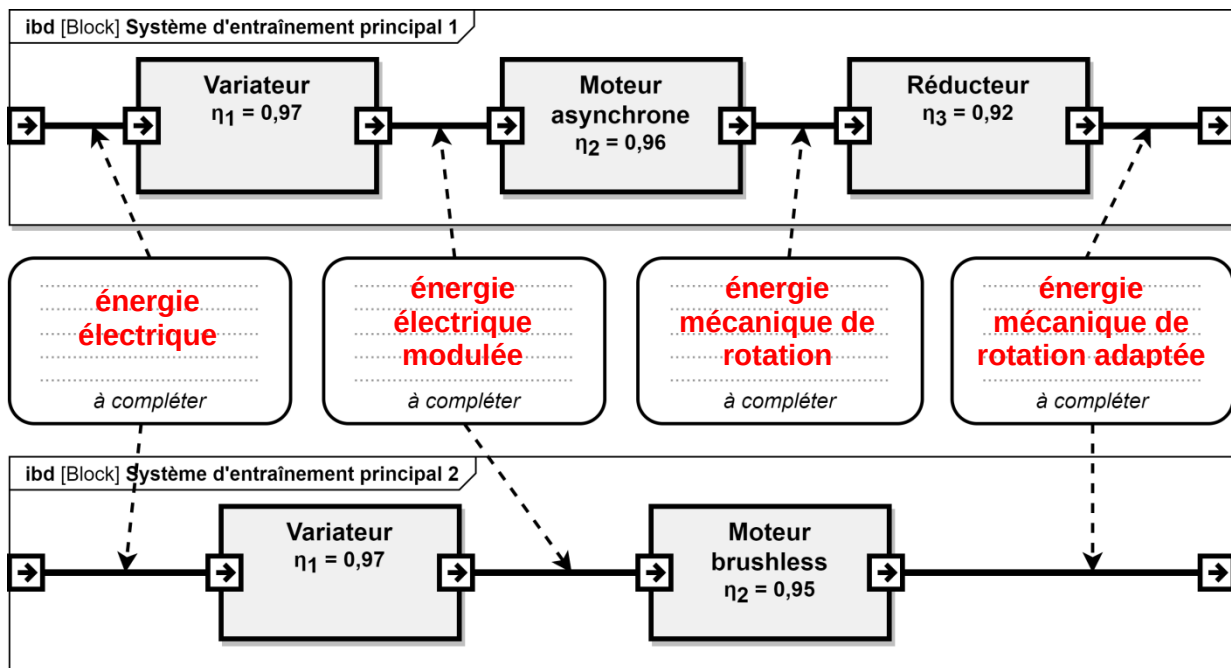
Question 4.4	$\frac{850 \text{ cm}}{2688 \text{ pixels}} = \mathbf{0,316 \text{ cm/pixel}}$
Question 4.5	• Besoin opérationnel : « <i>Identification dans de bonnes conditions.</i> » • 40 pixels minimum pour la largeur du visage
Question 4.6	$\frac{16 \text{ cm}}{0,32 \text{ cm/pixels}} = \mathbf{50 \text{ pixels} > 40 \text{ pixels}}$, 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	« <i>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.</i> »
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	<u>En fonctionnement normal, le confort est toujours respecté :</u> 38,5°C – 37,5°C = 1°C < 2°C → OK ✓ 38°C – 37,5°C = 0,5°C < 2°C → OK ✓ 37,7°C – 37,5°C = 0,3°C < 2°C → OK ✓ <u>En arrêt prolongé, test 1, 2 et 3, le confort n'est pas respecté :</u> 44°C – 37,5°C = +6,5°C > 5°C ✗ 42,7°C – 37,5°C = +5,2°C > 5°C ✗ Seul le test n°4 avec les deux spoilers en place respecte le confort thermique : 42°C – 37,5°C = +4,5°C < 5°C

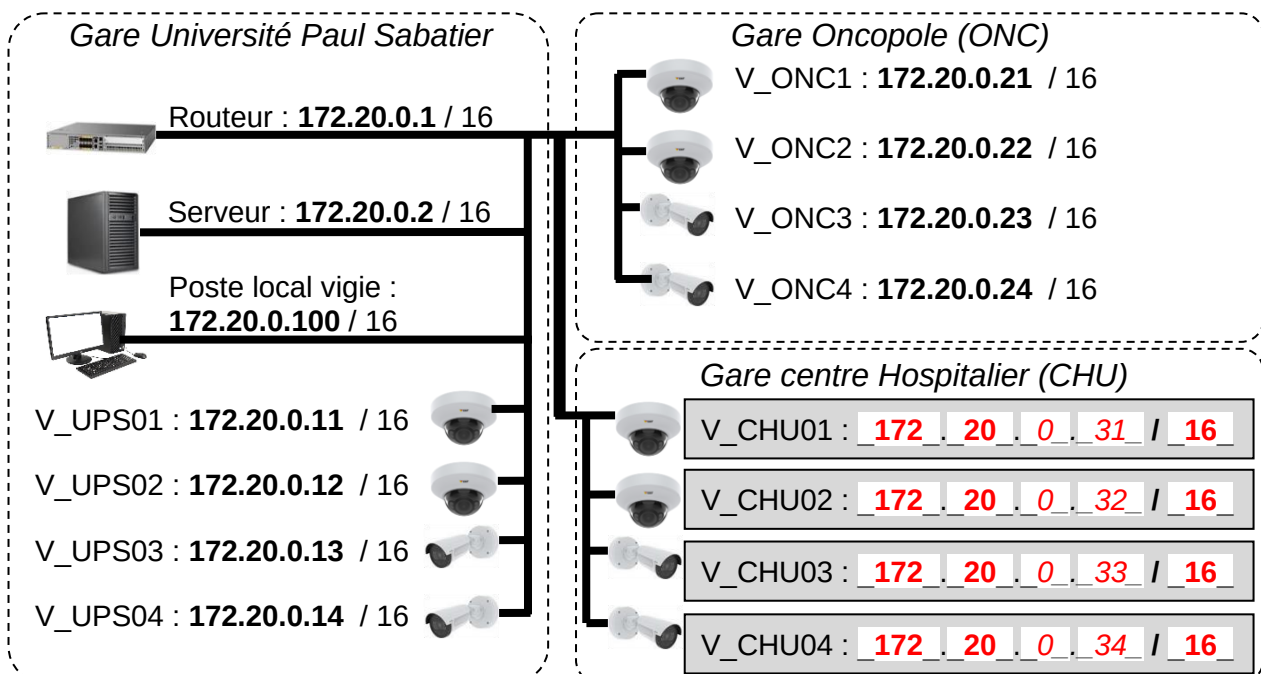
Document réponses DR1

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	$E_{\text{gain}} = 19\,200 - 15\,569 = 3631 \text{ kWh}$ $\text{soit gain en euros : } 3631 \text{ kW}\cdot\text{h} \times 0,075 \text{ €} \approx 273 \text{ €/jour}$	

Document réponses DR4

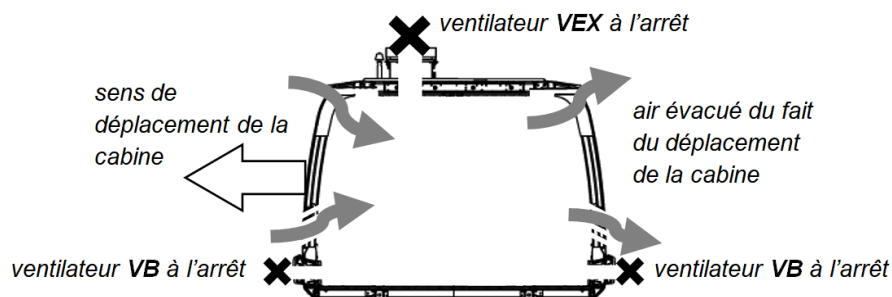
Question 3.1 :

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> »

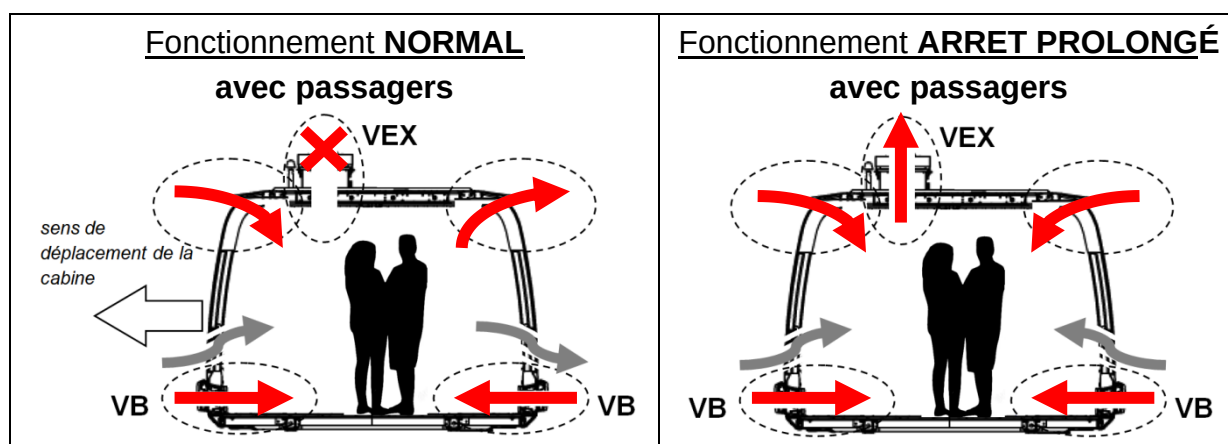
Document réponses DR5

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 :

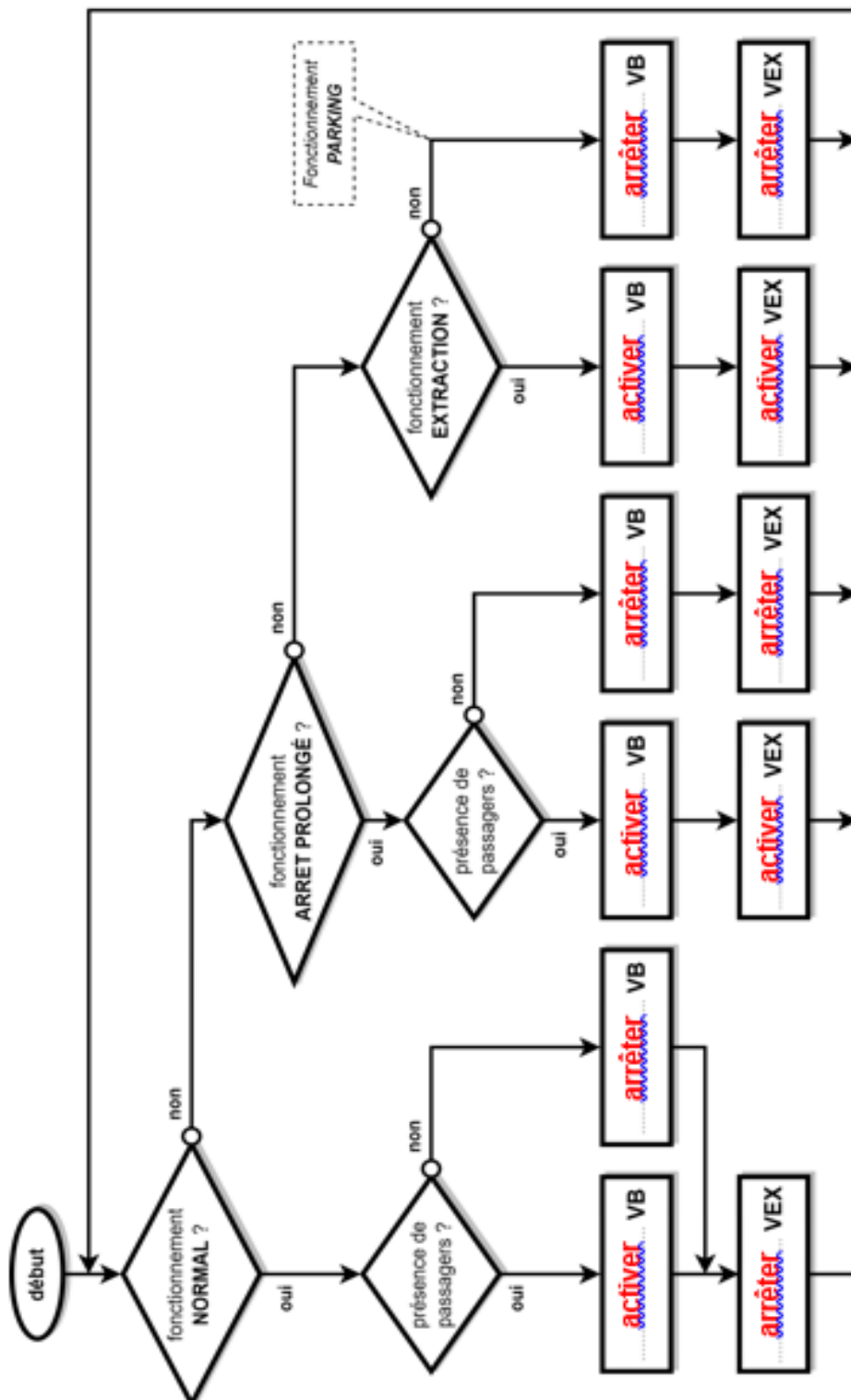
Les bits **B0** et **B1** permettent de coder le mode de fonctionnement de la ventilation.

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

ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

Durée de l'épreuve : **4 heures**

CORRECTION

Partie A : Comment ramener en gare les usagers lors d'une défaillance sur le système motorisé principal d'entraînement du câble tracteur ou d'un défaut d'alimentation en énergie électrique ?

Question A.1	Pour le mode L0 : - Possibilité de fonctionner avec M1 seul ou avec M2 seul, ou M1+M2 à puissance réduite Pour le mode L1 : - deux motoréducteurs électriques M11 et 12 (mode de secours L1) entraînent la poulie motrice n°1 par le biais d'une solution pignon/couronne. Pour le mode L2 : - deux motoréducteurs électriques M21 et M22 (mode de secours L2) entraînent la poulie motrice n°2 par le biais d'une solution pignon/couronne.
Question A.2	Tous modes confondus, il y a 4 sources d'énergies différentes : - Arrivée Enedis1 (Mode L0) - Arrivée Enedis 2 (Mode L0) - Groupe électrogène principal - GE1 (Mode L1) - Groupe électrogène de sécurité – GE2 (Mode L2)
Question A.3	Tableau indiquant la position ouvert ou fermé des différents disjoncteurs pour le mode de fonctionnement décrit. Voir Document Réponse DRS1
Question A.4	Le fait d'avoir plusieurs sources d'énergie à disposition et plusieurs systèmes d'entraînement du câble tracteur correspond à l'exigence « assurer une continuité de service »
Question A.5	La multiplicité des solutions technologiques assurant l'entraînement du câble tracteur et la multiplicité des sources d'énergies alimentant ces dernières permettent d'avoir une redondance de solutions qui garantissent une continuité de service et le retour en gare des usagers quelle que soit la défaillance sur la chaîne cinématique d'entraînement du câble tracteur ou d'alimentation en énergie électrique.

Partie B : Comment déterminer la valeur de la super-capacité de stockage de l'énergie électrique à embarquer dans la cabine ?

Question B.1

Voir document réponse DRS2

Question B.2

Temps le plus long entre deux gares lors d'un fonctionnement à vitesse d'exploitation de 5 m.s^{-1} = 400s entre l'Oncopole et le CHU

Question B.3

$$E1_{(kJ)} = \sum U_{(V)} \times I_{(A)} \times \Delta t_{(s)}$$
$$E1_{(kJ)} = (27,2 \times 10,65 \times 400) + (24 \times 5,7 \times 400) = 170,592 \text{ kJ}$$

Question B.4

$$E_{\text{TOTALE}(kJ)} = E1_{(j)} + E2_{(j)} = 170,592 + 6,74 = 177,332 \text{ kJ}$$

Question B.5

- Valeur de la capacité d'un super-condensateur : 130F
- Les 2 super-condensateurs sont disposés en parallèle.
- La capacité totale de la super-capacité réellement installée est de 260F.

Question B.6

La capacité assurée par le fabricant est de $0,8 \times 260 = 208 \text{ F}$
Le choix effectué de la super-capacité convient car la valeur installée correspond à celle calculée par le bureau d'études ($208 \text{ F} \approx 206 \text{ F}$)

Partie C : Comment justifier le choix des batteries embarquées dans la cabine ?

Question C.1

$$1 \text{ h } 45 \text{ min} = 1,75 \text{ h}$$
$$Q1_{(A \cdot h)} = I_{(A)} \times t_{(h)} = (25,8 + 1,2 + 3,8 + 1,9) \times 1,75 = 57,225 \text{ A} \cdot \text{h}$$

soit $Q1_{(A \cdot h)} = 58 \text{ A} \cdot \text{h}$

Question C.2

$$Q_{\text{TOTALE}(A \cdot h)} = Q1_{(A \cdot h)} + Q2_{(A \cdot h)} = 58 + 9 = 67 \text{ A} \cdot \text{h}$$

Question C.3

- Valeur de la tension d'une batterie : $12V_{DC}$
- Valeur de la capacité d'une batterie : $125A \cdot h$
- Associées en série la tension issue des batteries sera aux alentours des $24V_{DC}$. (en réalité légèrement plus). C'est la tension nominale nécessaire à l'alimentation des appareils d'éclairage,

ventilation, composants électroniques CRSE + RMS et client Wifi + automate.

Question C.4 | Capacité totale du parc batteries = 125 A·h

Question C.5 | capacité à installer = capacité calculée + 0,5 × capacité calculée
capacité à installer = 67 + 0,5 × 67 = 100,5 A·h
Les choix de 2 batteries en série 12V – 125 A·h convient car la tension d'association est conforme à la tension d'alimentation des récepteurs (24V_{DC}) et la capacité totale (125 A·h) permet bien de fournir l'énergie nécessaire - majorée de 50% - pour le mode Secours pendant 1h45min et l'énergie consommée par le client Wifi et l'automate lors de l'interruption de l'exploitation de 4h45min

Partie D : Comment fournir l'alimentation en énergie électrique de l'éclairage de sécurité installé sur les cavaliers servant de balisage de câbles ?

Question D.1 | Paramètres du modèle concernant le PV

Voir document réponse DRS3

Question D.2 | Paramètres du modèle concernant la batterie

Voir document réponse DRS3

Question D.3 | A l'aide la loi d'Ohm : $R_{(\Omega)} = \frac{U_{(V)}}{I_{(A)}} = \frac{12}{0,25} = 48\Omega$

Voir document réponse DRS3

Question D.4 | Etat SOC batterie à l'origine de la simulation : 100%

Etat SOC batterie à la fin des 24h de simulation : 100%

Même dans le cas le plus défavorable, le kit solaire permet bien de récupérer sur un jour, la quantité d'énergie journalière consommée par la lampe NAVILITE la nuit.

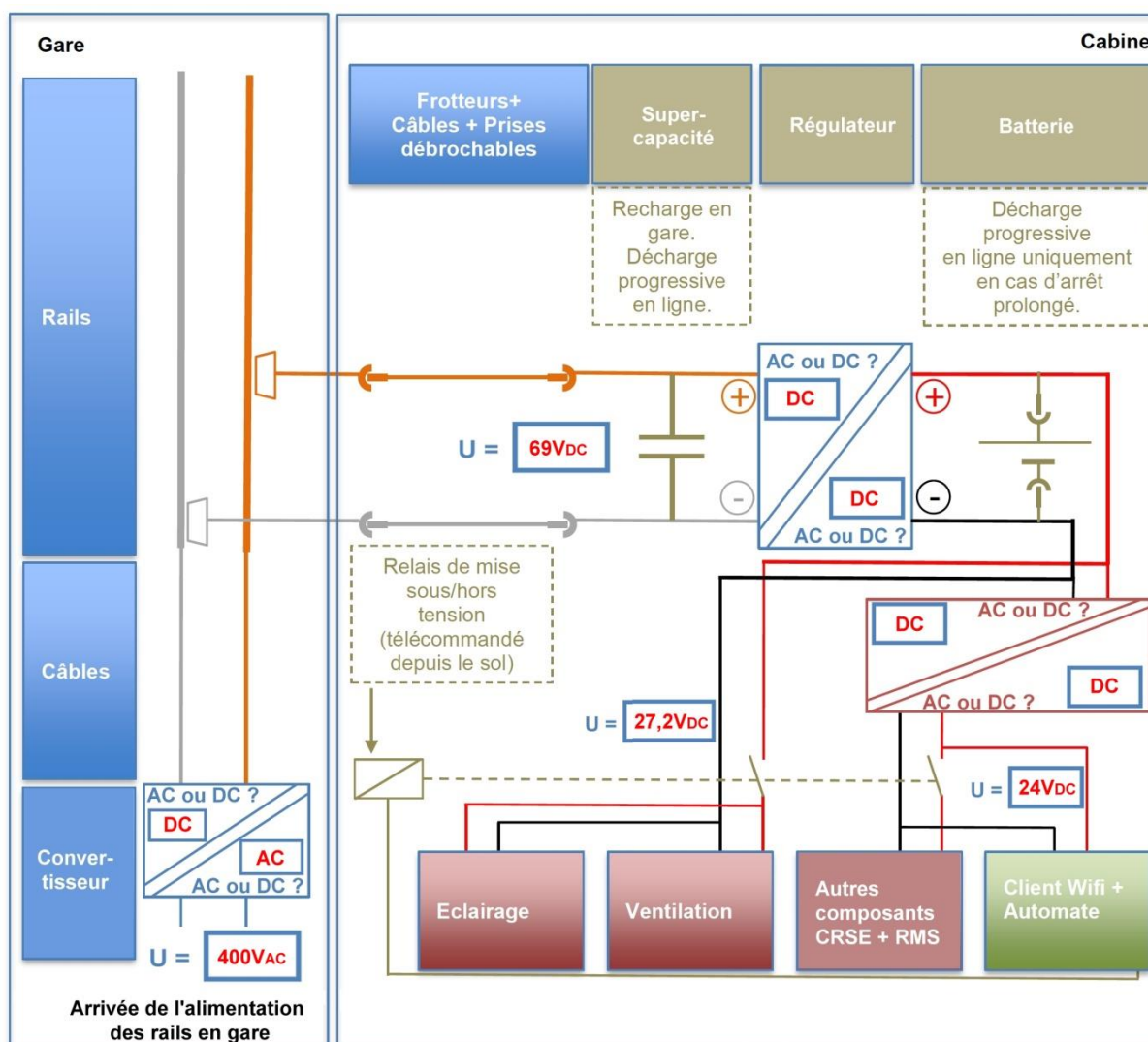
Question D.5 | Taux de décharge de la batterie en % lors de l'intervalle de temps pendant lequel la lampe NAVILITE est restée allumée : 12%

Autonomie de 6 jours représente une consommation de 72% de la capacité batterie L'exigence d'autonomie de 6 jours est respectée.

Document réponses DRS1

	Indiquer l'état (ouvert ou fermé) des disjoncteurs selon le mode de fonctionnement			
	DIS1_1	DIS2_1	DIS1 à DIS4	DIS5 à DIS8
Mode L0 M1 et M2 fonctionnent sur arrivée ENEDIS 1	fermé	ouvert	fermés	fermés
Mode L0 Seul M1 fonctionne sur arrivée ENEDIS 1	fermé	ouvert	fermés	ouverts
Mode L0 Seul M2 fonctionne sur arrivée ENEDIS 2	ouvert	fermé	ouverts	fermés

Document réponses DRS2 – Schéma électrique simplifié



RCSE : Composants du Réseau de Communication Sol Embarqué

RMS : Réseau informatique MultiServices

Document réponses DRS3 – Paramètres des blocs du modèle multiphysique Simulink du Kit solaire et de la lampe NAVLITE

Question D.1 – Paramètres du bloc PV

Block Parameters: PV Array

PV array (mask) (parameterized link)

Parameters Advanced

Module data

Module: User-defined

Maximum Power (W)	50	Cells per module (Ncell)	36
Open circuit voltage Voc (V)	21.8	Short-circuit current Isc (A)	3.2
Voltage at maximum power point Vmp (V)	17.5	Current at maximum power point Imp (A)	2.9
Temperature coefficient of Voc (%/deg.C)	-0.36	Temperature coefficient of Isc (%/deg.C)	0.05

OK Cancel Help Apply

Question D.2 – Paramètres du bloc batterie

Block Parameters: Battery

Battery (mask) (link)

Implements a generic battery model for most popular battery types. Temperature and aging (due to cycling) effects can be specified for Lithium-Ion battery type.

Parameters Discharge

Type: Lead-Acid

Nominal voltage (V)	12
Rated capacity (Ah)	32
Initial state-of-charge (%)	100
Battery response time (s)	30

OK Cancel Help Apply

Question D.3 – Paramètres du bloc NAVILITE

Block Parameters:

Series RLC Branch (mask) (link)

Implements a series branch of RLC elements. Use the 'Branch type' parameter to add or remove elements from the branch.

Parameters

Branch type: R

Resistance (Ohms): 48

Measurements: None

OK Cancel Help Apply