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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BAC STI2D • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Énergies et environnement

Session 2024 • Code sujet : **24-2D2IDEEME** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Le téléphérique de Toulouse, une solution de mobilité urbaine durable et environnementale** (5 questions) — Page 3
2. **Optimisation de la consommation énergétique du téléphérique** (10 questions) — Page 5
3. **Accessibilité du téléphérique aux personnes à mobilité réduite** (3 questions) — Page 9
4. **Identification d'une personne à distance** (6 questions) — Page 12
5. **Confort thermique des passagers dans une cabine** (5 questions) — Page 15
6. **Retour des usagers en gare en cas de défaillance** (5 questions) — Page 18
7. **Dimensionnement de la super-capacité embarquée** (6 questions) — Page 21
8. **Justification du choix des batteries embarquées** (5 questions) — Page 24
9. **Alimentation solaire de l'éclairage de sécurité** (5 questions) — Page 26
10. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — Page 30

Sujet officiel (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2024/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2024 - 24-Sujet.pdf

1. Le téléphérique de Toulouse, une solution de mobilité urbaine durable et environnementale

L'étude porte sur le téléphérique reliant l'Oncopole à l'université Paul Sabatier et sur sa place dans les déplacements urbains. Les questions comparent les modes de transport selon leur usage, leurs performances, leur durée de trajet et leurs émissions de gaz à effet de serre.

Partie 1

Question 1.1. À partir des données sur les déplacements en France métropolitaine, identifier le mode de transport majoritairement utilisé en 2019 et décrire l'évolution de l'usage de la voiture et des transports en commun entre 2008 et 2019.

En 2019, la voiture est le mode de déplacement le plus utilisé en France métropolitaine. Entre 2008 et 2019, son usage a légèrement reculé, de 2 %. Sur la même période, l'usage des transports en commun a légèrement augmenté, de 1 %. Les deux évolutions vont donc en sens opposés : la voiture perd un peu de place, tandis que les transports en commun en gagnent. Ces données ne changent pas le constat de la prédominance de la voiture en 2019.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> En 2019, la voiture domine. De 2008 à 2019 : voiture −2 %, transports en commun +1 %.

Question 1.2. Relever les valeurs de l'exigence de performance concernant le débit de passagers, la vitesse maximale et la distance, puis déterminer la typologie de télécabine répondant aux critères du projet.

Exigence de performance	Valeur
Débit attendu	1 500 à 2 000 personnes par heure et par sens
Vitesse maximale	7,5 $m \cdot s^{-1}$
Distance entre l'UPS et l'Oncopole	3 km

La documentation technique indique que la télécabine 3S à mouvement unidirectionnel continu est la seule typologie qui répond à l'ensemble des critères du projet. Elle convient notamment à la distance de parcours de 3 km entre les deux gares. C'est donc cette solution qui a été retenue pour le téléphérique de Toulouse.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Typologie retenue : télécabine 3S à mouvement unidirectionnel continu.

Question 1.3. Calculer le temps de trajet du téléphérique entre les deux gares, puis comparer ce temps aux trajets en voiture en temps normal et en heure de pointe.

Le trajet comprend 3 000 m à 7,5 $m \cdot s^{-1}$, auxquels s'ajoutent 20 s : 3 000 ÷ 7,5 + 20 = 420 s, soit 7 min. En voiture, le trajet dure 14 min en temps normal et 28 min en heure de pointe. Le téléphérique fait donc gagner 7 min en temps normal et 21 min en pointe. Il faut deux fois moins de temps qu'en voiture en temps normal, et quatre fois moins en heure de pointe.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Téléphérique : 7 min. Gain sur la voiture : 7 min en temps normal et 21 min en pointe.

Question 1.4. Comparer les émissions de gaz à effet de serre par passager et par kilomètre de la voiture et du téléphérique, calculer le rapport de réduction et le confronter à la donnée du document TISSEO.

Mode de transport	Émissions par passager et par kilomètre
Voiture	300 $gCO_2 \cdot km^{-1} \cdot passager^{-1}$
Téléphérique	10 $gCO_2 \cdot km^{-1} \cdot passager^{-1}$

Le rapport entre les émissions de la voiture et celles du téléphérique est 300 ÷ 10 = 30. À distance et par passager, le téléphérique émet donc trente fois moins de gaz à effet de serre que la voiture, selon les valeurs fournies. Ce rapport concorde avec la valeur indiquée dans le document TISSEO.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les émissions du téléphérique sont 30 fois plus faibles que celles de la voiture, conformément au document TISSEO.

Question 1.5. Justifier en quoi le téléphérique de Toulouse peut contribuer à une mobilité urbaine plus durable, en considérant le temps de trajet, les embouteillages et les émissions de gaz à effet de serre.

Le téléphérique relie l'Oncopole à l'université Paul Sabatier en 7 min, contre 14 min en voiture en temps normal et 28 min en heure de pointe. En offrant une alternative plus rapide, il peut inciter des automobilistes à l'utiliser et contribuer à limiter les embouteillages sur la rocade. Ses émissions sont également plus faibles : 10 $gCO_2 \cdot km^{-1} \cdot passager^{-1}$, contre 300 pour la voiture. Il associe ainsi un service utile aux usagers à une contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rapide et peu émetteur, le téléphérique peut réduire les embouteillages et contribuer à une mobilité urbaine plus durable.

2. Optimisation de la consommation énergétique du téléphérique

Cette partie étudie la chaîne d'entraînement du câble tracteur et compare deux architectures de motorisation, dont une solution Direct Drive. Les calculs portent sur les rendements, les vitesses, les puissances et les consommations afin d'évaluer les économies possibles tout en maintenant un service satisfaisant.

Partie 2

Question 2.1. Déterminer le nombre de moteurs installés sur le système d'entraînement principal, le nombre de poulies en contact avec le câble tracteur et le nombre de poulies pouvant être motrices.

Le système d'entraînement principal comporte deux moteurs. Le câble tracteur est en contact avec trois poulies ; parmi elles, deux peuvent être motrices. Il faut donc distinguer les poulies en contact avec le câble des poulies qui peuvent transmettre le mouvement.

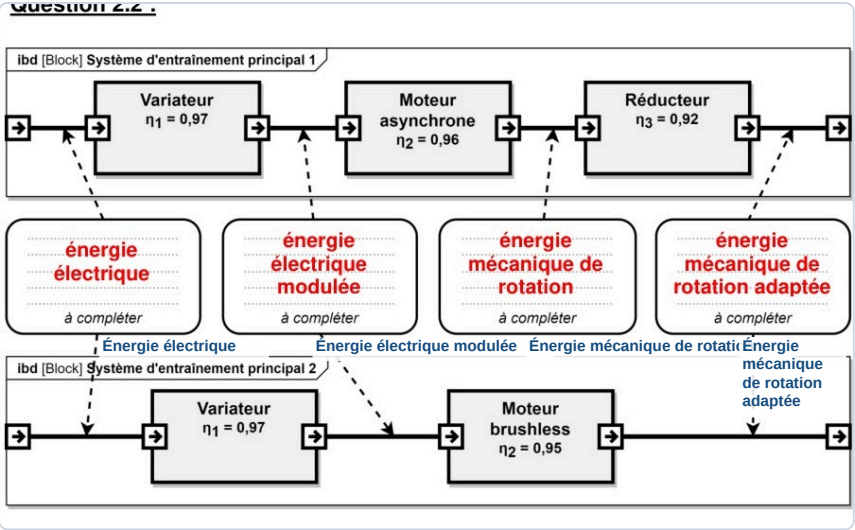
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 2 moteurs, 3 poulies en contact avec le câble, dont 2 pouvant être motrices.

Question 2.2. Compléter l'IBD des deux systèmes d'entraînement en indiquant les formes d'énergie à l'entrée, entre les composants et à la sortie des chaînes.

Les deux chaînes reçoivent une énergie électrique. Le système 1 la fait passer par un variateur, un moteur asynchrone puis un réducteur. Le système 2 utilise un variateur et un moteur brushless, sans réducteur. Dans les deux cas, la sortie est une énergie mécanique de rotation adaptée à l'entraînement.

Étape	Forme d'énergie
Entrée	Énergie électrique
Après le variateur	Énergie électrique modulée
Après le moteur	Énergie mécanique de rotation
Sortie du système 1, après réducteur, ou du système 2	Énergie mécanique de rotation adaptée

Formes d’énergie dans l’IBD



✓ RÉPONSE À RETENIR

Électrique → électrique modulée → mécanique de rotation → mécanique de rotation adaptée.

Question 2.3. Calculer le rendement global de chacun des deux systèmes d’entraînement, puis comparer les résultats afin d’identifier la solution la plus avantageuse pour optimiser la consommation énergétique.

Le rendement global est le produit des rendements des composants de la chaîne. Pour le système 1 : variateur, moteur asynchrone et réducteur. Pour le système 2 : variateur et moteur brushless. Le second rendement est supérieur, car le Direct Drive évite les pertes associées au réducteur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Système 1 : 85,67 %. Système 2 Direct Drive : 92,15 %. Le Direct Drive est le plus efficace.

Question 2.4. Pour les deux vitesses étudiées, déterminer la vitesse maximale atteinte, la durée du trajet et comparer cette durée au temps normal de déplacement en voiture.

Les durées indiquées dans le DR3 sont toutes deux inférieures au temps normal de déplacement en voiture, soit 14 minutes. La vitesse 2 permet un trajet plus court que la vitesse 1.

Réglage	Vitesse maximale	Durée du trajet	Comparaison à la voiture
Vitesse 1	6 m·s⁻¹	550 s < durée < 560 s	Plus court
Vitesse 2	6,8 m·s⁻¹	500 s < durée < 510 s	Plus court

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse 1 : 6 m·s⁻¹, trajet entre 550 et 560 s. Vitesse 2 : 6,8 m·s⁻¹, trajet entre 500 et 510 s. Les deux durées sont inférieures à 14 min.

Question 2.5. Déterminer la vitesse angulaire des poulies motrices pour chacune des deux vitesses de déplacement considérées.

La vitesse angulaire de la poulie se calcule avec sa vitesse périphérique et son rayon : $\omega = v/R$. Le rayon utilisé dans le DR3 est de 2,275 m. On applique cette relation aux deux vitesses de déplacement pour obtenir les vitesses angulaires correspondantes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vitesse 1 : 2,64 rad·s⁻¹. Vitesse 2 : 2,99 rad·s⁻¹, soit environ 3 rad·s⁻¹.

Question 2.6. Calculer la puissance mécanique fournie par le moteur pour la vitesse 2 à partir du couple et de la vitesse angulaire.

La puissance mécanique vaut le couple multiplié par la vitesse angulaire : $P = C\omega$. Avec le couple de 307 et la vitesse angulaire non arrondie $6,8/2,275$, on obtient environ 917,6 kW si le couple est exprimé en kN·m. Le corrigé source indique N·m, unité incohérente avec le résultat en kW ; la valeur attendue est bien 917,6 kW.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Puissance mécanique à la vitesse 2 : 917,6 kW.

Question 2.7. Déterminer la puissance électrique consommée par le moteur pour chacune des deux vitesses étudiées.

La puissance électrique consommée s'obtient en divisant la puissance mécanique par le rendement du moteur. Le DR3 donne une puissance mécanique de 809,67 kW à la vitesse 1 et de 917,6 kW à la vitesse 2. Pour le moteur brushless, le rendement utilisé est 0,95.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vitesse 1 : 852,28 kW. Vitesse 2 : 965,9 kW.

Question 2.8. Déterminer l'énergie totale consommée par le moteur au cours d'une journée pour chacune des deux vitesses étudiées.

L'énergie consommée se détermine en multipliant la puissance électrique par la durée de fonctionnement correspondante. Le DR3 donne directement l'énergie journalière pour la vitesse 1. Pour la vitesse 2, la durée considérée est de 2 h et la puissance absorbée est de 965,9 kW.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vitesse 1 : 13 636,55 kW·h. Vitesse 2 : 1 931,8 kW·h par jour.

Question 2.9. Calculer l’économie journalière réalisée en énergie, puis la traduire en euros à partir du coût unitaire de l’énergie.

L’énergie économisée est la différence entre les consommations de référence du DR3 : 19 200 kW·h et 15 569 kW·h. Le gain financier est obtenu en multipliant cette économie par le coût de 0,075 € par kW·h.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Économie : 3 631 kW·h par jour, soit environ 273 € par jour.

Question 2.10. Justifier l’intérêt du Direct Drive et de l’adaptation de la vitesse selon les plages horaires pour optimiser la consommation tout en conservant un service satisfaisant pour les usagers.

Le Direct Drive supprime le réducteur et améliore ainsi le rendement de la chaîne, ce qui réduit les pertes et la consommation. Adapter la vitesse selon les plages horaires permet également de réaliser des économies. Le service reste satisfaisant puisque le téléphérique relie toujours l’UPS à l’Oncopole en moins de temps qu’une voiture, en temps normal comme en heure de pointe.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le Direct Drive réduit les pertes. Adapter la vitesse économise l’énergie tout en conservant un trajet plus rapide qu’en voiture.

3. Accessibilité du téléphérique aux personnes à mobilité réduite

L'étude concerne l'aménagement du parking et des accès à la station Oncopole pour les personnes à mobilité réduite. Elle s'appuie sur un tableau de validation des exigences et sur des profils cotés pour vérifier la pente moyenne d'une rampe.

Partie 3

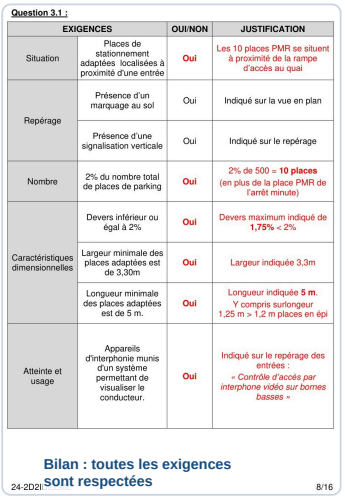
Question 3.1. Compléter le tableau de validation des exigences d'accessibilité du parking Oncopole, en indiquant pour chacune si elle est respectée et en justifiant la réponse à partir des plans et repérages.

Le DR4 indique « Oui » pour chaque exigence. Les justifications ci-dessous reprennent les éléments du plan et du repérage, ainsi que les dimensions et seuils inscrits dans le tableau de validation.

Exigence	Respectée	Justification
Places adaptées proches d'une entrée	Oui	10 places PMR à proximité de la rampe d'accès au quai
Marquage au sol	Oui	Indiqué sur la vue en plan
Signalisation verticale	Oui	Indiquée sur le repérage
2 % du nombre total de places	Oui	2 % de 500 = 10 places, en plus de la place PMR de l'arrêt minute
Dévers inférieur ou égal à 2 %	Oui	Dévers maximal : 1,75 %
Largeur minimale de 3,30 m	Oui	Largeur indiquée : 3,3 m
Longueur minimale de 5 m	Oui	Longueur : 5 m ; surlongueur de 1,25 m, supérieure au minimum de 1,2 m pour les places en épi
Interphone permettant de visualiser le conducteur	Oui	Interphone vidéo sur bornes basses indiqué au repérage

Les exigences de situation, de repérage, de nombre, de dimensions et d'usage sont donc toutes validées pour le parking Oncopole.

DR4 complété



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 surlongeur 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 : *« Contrôle d'accès par interphone vidéo sur bornes basses »*

Bilan : toutes les exigences sont respectées

24-2D2I 8/16

✓ RÉPONSE À RETENIR

Toutes les exigences d’accessibilité évaluées pour le parking Oncopole sont respectées.

Question 3.2. Calculer la pente moyenne, en pourcentage, entre les profils 1N et 6N à partir de la dénivelée et des distances cotées.

La dénivelée entre les profils vaut 145,649 - 144,414 = 1,235 m. La distance horizontale cumulée vaut 7,310 + 4,700 + 7,680 + 4,700 + 7,680 = 32,070 m. La pente moyenne est le rapport dénivelée sur distance, multiplié par 100 : 1,235 / 32,070 × 100 = 3,85 %. Cette valeur correspond à la pente moyenne entre 1N et 6N.

Pente moyenne entre les profils

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**
$$\text{pente} = \frac{1{,}235}{32{,}070} = 0{,}0385 \text{ soit } \mathbf{3{,}85\ \%}$$

3.3 La zone « parking Oncopole » est bien conforme à la réglementation : 3,85 %

✓ RÉPONSE À RETENIR

Pente moyenne entre les profils 1N et 6N : **3,85 %**.

Question 3.3. Conclure sur la conformité de la zone « parking Oncopole » à la réglementation d’accessibilité, en tenant compte des exigences vérifiées et de la pente de la rampe.

La zone « parking Oncopole » satisfait les exigences vérifiées au DR4. La pente d’accès calculée est inférieure à la limite indiquée sur le sujet.

- Pente moyenne : 3,85 %, inférieure à 6 %.
- Conformité établie pour les critères contrôlés.
- À vérifier également : les éventuels ressauts et la hauteur des garde-corps.

Conclusion sur la conformité de la rampe

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…*

: Comment identifier une personne à distance ?

3,85 % < 6 % : conforme

✓ RÉPONSE À RETENIR

Parking Oncopole conforme pour les critères contrôlés : pente de 3,85 % (limite : 6 %). Ressauts et hauteur des garde-corps à vérifier.

4. Identification d’une personne à distance

Cette partie porte sur la vidéosurveillance des gares du téléphérique et l’identification d’une personne à distance. Les questions mobilisent l’adressage IP, le dimensionnement d’un réseau, la géométrie du champ de vision et la résolution de l’image d’une caméra.

Partie 4

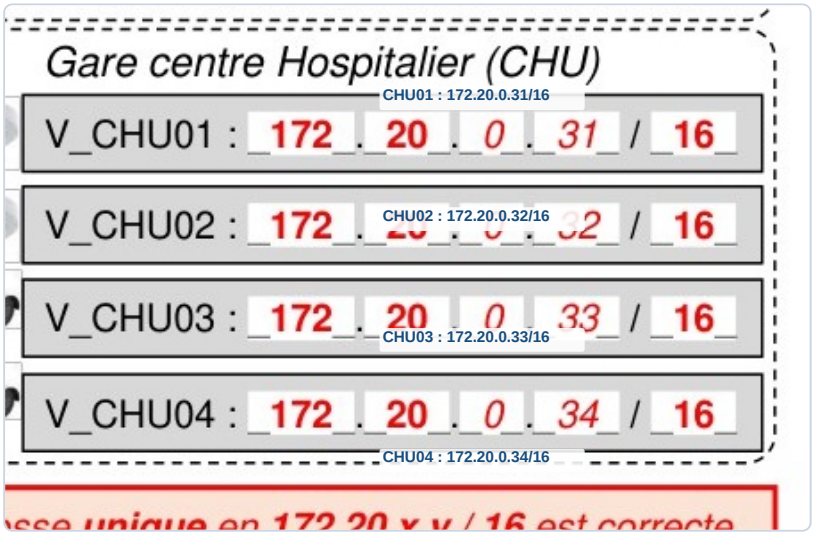
Question 4.1. Compléter l’adressage IP des caméras du réseau des gares en respectant le plan d’adressage et l’unicité des adresses.

Le document réponse donne le plan d’adressage des trois gares. Les adresses des caméras doivent appartenir au réseau 172.20.x.y/16 et être uniques. À l’UPS, les suffixes attribués sont 11 à 14 ; à l’Oncopole, 21 à 24. Pour compléter le schéma du CHU, on poursuit la numérotation indiquée avec les suffixes 31 à 34, sans modifier le préfixe ni le masque.

Caméra du CHU	Adresse IP
V_CHU01	172.20.0.31/16
V_CHU02	172.20.0.32/16
V_CHU03	172.20.0.33/16
V_CHU04	172.20.0.34/16

Ces quatre adresses sont distinctes et respectent le plan fourni.

Adresses IP des caméras du CHU



✓ RÉPONSE À RETENIR

V_CHU01 à V_CHU04 : 172.20.0.31/16, 172.20.0.32/16, 172.20.0.33/16 et 172.20.0.34/16.

Question 4.2. Expliquer la répartition des bits réseau et hôte pour un masque /16, calculer le nombre d'adresses clients disponibles et vérifier si ce masque convient au nombre de caméras.

Un masque /16 réserve 16 bits à l'adresse réseau. Sur les 32 bits d'une adresse IPv4, il reste donc 16 bits pour les hôtes. Le nombre d'adresses d'hôtes attribuables est calculé en retirant les adresses réseau et diffusion : $2^{16} - 2 = 65\,534$. Le réseau doit accueillir 280 caméras. Comme 65 534 est largement supérieur à 280, le masque /16 offre une capacité suffisante. Il faut en outre conserver une adresse différente pour chaque équipement afin d'assurer son identification sur le réseau.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le masque /16 offre 65 534 adresses d'hôtes : il convient aux 280 caméras.

Question 4.3. Calculer la largeur de la zone surveillée à partir de la distance et de l'angle du champ de vision de la caméra.

La caméra se trouve à 6 m de la zone observée. L'angle de 35° délimite le demi-champ de vision ; la demi-largeur au sol vaut donc la distance multipliée par $\tan(35^\circ)$. La largeur complète est le double de cette valeur : $L = 2 \times 6 \times \tan(35^\circ) \approx 8,4\ \text{m}$. La zone surveillée mesure ainsi environ 8,4 m de large. Le résultat est arrondi au dixième de mètre, comme dans le corrigé du sujet.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Largeur de la zone surveillée : 8,4 m.

Question 4.4. Déterminer l'échelle de l'image en centimètres par pixel à partir de la largeur réelle observée et de la résolution de la caméra.

Donnée	Valeur
Largeur réelle observée	850 cm
Largeur de l'image	2688 pixels
Échelle	850 ÷ 2688

On divise la dimension réelle par le nombre de pixels correspondant. Le quotient vaut environ 0,3162 cm par pixel ; arrondi au millième, il donne 0,316 cm/pixel. Cette échelle exprime la largeur réelle représentée par un pixel dans la zone filmée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Échelle de l'image : 0,316 cm/pixel.

Question 4.5. Relever le besoin opérationnel et le nombre minimal de pixels requis pour la largeur du visage afin de permettre une identification dans de bonnes conditions.

Le besoin opérationnel associé à cette caméra est l'identification d'une personne dans de bonnes conditions. Le critère porte sur le nombre de pixels qui représentent la largeur du visage dans l'image. Pour valider l'identification, la largeur du visage doit atteindre au minimum 40 pixels. Cette valeur constitue le seuil de référence pour la question suivante ; elle ne désigne ni la largeur réelle du visage ni la résolution totale de l'image.

- Besoin : identification dans de bonnes conditions.
- Seuil minimal : 40 pixels sur la largeur du visage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Besoin : identification dans de bonnes conditions. Largeur minimale du visage : 40 pixels.

Question 4.6. Calculer le nombre de pixels correspondant à la largeur du visage dans l'image et vérifier si le critère d'identification est satisfait.

Le visage mesure 16 cm de large et le sujet retient une échelle de 0,32 cm/pixel. Le nombre de pixels correspondant est donc $16 \div 0,32 = 50$. On compare cette valeur au seuil minimal de 40 pixels défini pour l'identification. Comme 50 est supérieur à 40, l'image satisfait le critère d'identification dans de bonnes conditions.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le visage occupe 50 pixels : le seuil minimal de 40 pixels est satisfait.

5. Confort thermique des passagers dans une cabine

L'étude porte sur la ventilation d'une cabine selon son mode de fonctionnement et la présence de passagers. Les documents réponses présentent les flux d'air, la logique de commande des ventilateurs et un algorigramme, puis les essais sont évalués selon les écarts de température admissibles.

Partie 5

Question 5.1. Énoncer les écarts maximaux de température entre l'intérieur et l'extérieur de la cabine admis par temps chaud en fonctionnement normal et en arrêt prolongé.

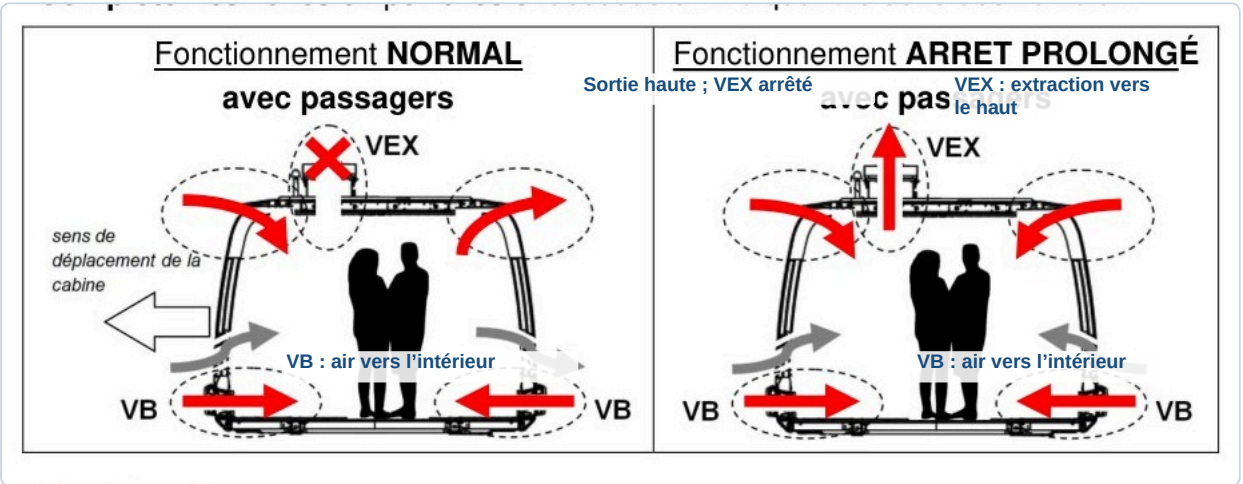
Par temps chaud, l'écart entre la température intérieure et la température extérieure est limité selon le mode de fonctionnement.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Fonctionnement normal : écart maximal de +2 °C. Arrêt prolongé : écart maximal de +5 °C.

Question 5.2. Compléter les schémas en indiquant le sens des flux d'air pour le fonctionnement normal avec passagers et l'arrêt prolongé avec passagers.

En fonctionnement normal, VB insuffle l'air par les ouvertures basses vers l'intérieur de la cabine. L'air circule puis ressort par les ouvertures hautes ; VEX est arrêté. En arrêt prolongé, VB insuffle également par le bas et VEX extrait l'air par le haut.

Sens des flux d'air



> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Normal : VB insuffle en bas, évacuation en haut, VEX arrêté. Arrêt prolongé : VB insuffle en bas et VEX extrait en haut.

Question 5.3. Compléter la table de vérité des sorties des ventilateurs VB et VEX en fonction des bits de mode B1 et B0 et de la détection de passagers DP.

Les sorties sont indiquées dans l'ordre VB, VEX. En mode NORMAL, VB fonctionne si DP = 1 et VEX reste arrêté. En ARRÊT PROLONGÉ, les deux ventilateurs fonctionnent si DP = 1. En EXTRACTION, ils fonctionnent quelle que soit la valeur de DP ; en PARKING, ils sont arrêtés.

Mode	B1	B0	DP	VB	VEX
NORMAL	0	0	0	0	0
NORMAL	0	0	1	1	0
ARRÊT PROLONGÉ	0	1	0	0	0
ARRÊT PROLONGÉ	0	1	1	1	1
EXTRACTION	1	0	0	1	1
EXTRACTION	1	0	1	1	1
PARKING	1	1	0	0	0
PARKING	1	1	1	0	0

Sorties VB renseignées dans la table

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

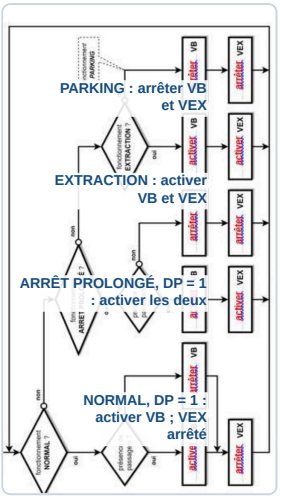
✓ RÉPONSE À RETENIR

Sorties VB/VEX : NORMAL 00 ou 10 ; ARRÊT PROLONGÉ 00 ou 11 ; EXTRACTION 11 ; PARKING 00.

Question 5.4. Compléter l'algorigramme de commande de la ventilation en fonction du mode de fonctionnement et de la présence de passagers.

Suivre les décisions de l'algorigramme : en NORMAL, VB dépend de la présence de passagers et VEX reste arrêté ; en ARRÊT PROLONGÉ, les deux ventilateurs dépendent de cette présence. En EXTRACTION, activer VB et VEX. Si aucun de ces trois modes n'est sélectionné, le mode PARKING arrête les deux ventilateurs.

Commandes à reporter dans l'algorigramme



✓ RÉPONSE À RETENIR

NORMAL : VB selon DP, VEX arrêté. ARRÊT PROLONGÉ : VB et VEX selon DP. EXTRACTION : les deux activés. PARKING : les deux arrêtés.

Question 5.5. À partir des températures des essais, vérifier le respect du critère de confort thermique en fonctionnement normal et en arrêt prolongé, puis identifier la configuration qui satisfait ce critère.

En fonctionnement normal, les trois écarts sont inférieurs à 2 °C. En arrêt prolongé, les écarts mesurés de 6,5 °C et 5,2 °C dépassent la limite de 5 °C. Le test 4, réalisé avec les deux spoilers en place, donne un écart inférieur à cette limite.

- Normal : 38,5 − 37,5 = 1 °C ; 38 − 37,5 = 0,5 °C ; 37,7 − 37,5 = 0,2 °C.
- Arrêt prolongé : 44 − 37,5 = 6,5 °C ; 42,7 − 37,5 = 5,2 °C.
- Test 4 : 42 − 37,5 = 4,5 °C.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les essais normaux respectent le critère. En arrêt prolongé, seul le test 4, avec les deux spoilers en place, est conforme : écart de 4,5 °C.

6. Retour des usagers en gare en cas de défaillance

Cette partie étudie les modes normaux et de secours permettant d'entraîner le câble tracteur malgré une défaillance du système principal ou une coupure d'alimentation électrique. Elle examine les sources d'énergie, les disjoncteurs et la redondance des solutions assurant la continuité de service.

Partie A

Question A.1. Décrire les solutions d'entraînement disponibles pour les modes L0, L1 et L2, en précisant les moteurs et les poulies concernés.

Les possibilités d'entraînement dépendent du mode utilisé. L0 correspond au système principal, tandis que L1 et L2 sont des solutions de secours entraînant chacune une poulie motrice précise.

- **L0 :** M1 seul, M2 seul, ou M1 et M2 ensemble à puissance réduite.
- **L1 :** les motoréducteurs électriques M11 et M12 entraînent la poulie motrice n°1 par pignon-couronne.
- **L2 :** les motoréducteurs électriques M21 et M22 entraînent la poulie motrice n°2 par pignon-couronne.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> L0 : M1 et/ou M2. L1 : M11-M12 entraînent la poulie n°1. L2 : M21-M22 entraînent la poulie n°2.

Question A.2. Identifier et dénombrer les sources d'énergie disponibles pour l'ensemble des modes de fonctionnement et de secours.

Quatre sources d'énergie différentes alimentent les entraînements, selon le mode de fonctionnement ou de secours. Les deux arrivées du réseau électrique sont utilisées en L0 ; les groupes électrogènes alimentent les solutions de secours.

1. Arrivée Enedis 1 : mode L0.
2. Arrivée Enedis 2 : mode L0.
3. Groupe électrogène principal GE1 : mode L1.
4. Groupe électrogène de sécurité GE2 : mode L2.

Le dénombrement porte sur les sources distinctes, et non sur le nombre de moteurs ou de poulies entraînés.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Quatre sources : Enedis 1 et 2 pour L0, GE1 pour L1 et GE2 pour L2.

Question A.3. Indiquer l'état ouvert ou fermé des disjoncteurs correspondant au mode de fonctionnement décrit.

Le document réponse distingue trois configurations du mode L0. Pour chaque ligne, reporter l'état indiqué pour chacun des groupes de disjoncteurs :

Mode de fonctionnement	DIS1_1	DIS2_1	DIS1 à DIS4	DIS5 à DIS8
M1 et M2 fonctionnent sur arrivée Enedis 1	Fermé	Ouvert	Fermés	Fermés
Seul M1 fonctionne sur arrivée Enedis 1	Fermé	Ouvert	Fermés	Ouverts
Seul M2 fonctionne sur arrivée Enedis 2	Ouvert	Fermé	Ouverts	Fermés

Les états sont identiques pour tous les disjoncteurs d'un même groupe DIS1 à DIS4 ou DIS5 à DIS8.

DRS1 complété : états des disjoncteurs

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

✓ RÉPONSE À RETENIR

M1 et M2 : fermé, ouvert, fermés, fermés. M1 seul : fermé, ouvert, fermés, ouverts. M2 seul : ouvert, fermé, ouverts, fermés.

Question A.4. Associer la multiplicité des sources d'énergie et des systèmes d'entraînement à l'exigence de service correspondante.

La multiplicité des sources d'énergie et des systèmes d'entraînement répond à l'exigence de **continuité de service**. Si le système principal ou son alimentation devient indisponible, d'autres associations de sources et d'entraînements peuvent être mobilisées. Elles permettent de continuer à entraîner le câble tracteur et visent à ramener les usagers en gare, au lieu de les laisser immobilisés sur la ligne.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Exigence associée : assurer la continuité de service en maintenant une possibilité d'entraînement du câble tracteur.

Question A.5. Expliquer en quoi la diversité des entraînements et des sources d'énergie permet de garantir le retour en gare des usagers malgré une défaillance.

La redondance repose sur plusieurs entraînements et plusieurs sources d'énergie. Ainsi, la défaillance d'un élément n'entraîne pas nécessairement l'arrêt de toutes les solutions disponibles.

1. En cas de défaillance du système principal ou de son alimentation, sélectionner un mode de secours disponible.
2. Alimenter l'entraînement de secours correspondant, puis actionner la poulie motrice n°1 en L1 ou n°2 en L2.
3. Entraîner le câble tracteur afin de ramener les cabines en gare et permettre le retour des usagers.

Cette diversité assure une continuité de service face à une défaillance de la chaîne cinématique ou de l'alimentation électrique.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> La redondance des entraînements et des alimentations permet de ramener les usagers en gare malgré une défaillance mécanique ou électrique.

7. Dimensionnement de la super-capacité embarquée

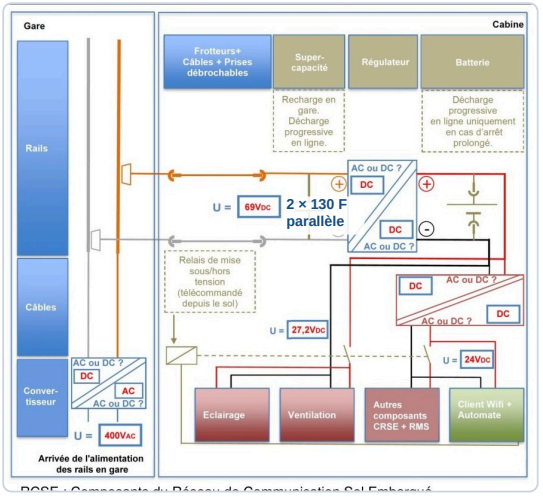
Cette partie concerne le stockage temporaire d'énergie électrique dans la cabine au moyen de super-condensateurs. Les calculs s'appuient sur la durée du trajet le plus long, les tensions et courants des équipements, puis sur la capacité installée et la valeur garantie par le fabricant.

Partie B

Question B.1. Compléter le schéma électrique simplifié du système embarqué dans la cabine.

Le schéma montre la recharge de la super-capacité en gare depuis les rails, puis sa décharge progressive en ligne. Les valeurs et types de courant à reporter sont ceux figurant sur le document : alimentation des rails en 400 V AC, rails en 69 V DC, ligne de 27,2 V DC et alimentation des récepteurs en 24 V DC. Les convertisseurs assurent les adaptations AC/DC ou DC/DC indiquées sur le dessin.

Schéma électrique simplifié complété



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rails : 400 V AC à l'entrée, puis 69 V DC. Récepteurs : 24 V DC. Super-capacité : 2 × 130 F en parallèle, soit 260 F.

Question B.2. Déterminer la durée du trajet le plus long entre deux gares lorsque la cabine se déplace à la vitesse d'exploitation indiquée.

1. La vitesse d'exploitation indiquée est de 5 $m \cdot s^{-1}$.
2. Le trajet le plus long retenu est celui entre l'Oncopole et le CHU. La durée donnée pour ce parcours est de 400 s, soit 6 min 40 s.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> 400 s, soit 6 min 40 s, entre l'Oncopole et le CHU.

Question B.3. Calculer l'énergie électrique consommée par les équipements pendant le trajet à partir des tensions, courants et durées de fonctionnement.

Pour chaque contribution, l'énergie vaut **E = U × I × Δt**. Sur 400 s, le premier équipement consomme **27,2 × 10,65 × 400 = 115 872 J**, et le second **24 × 5,7 × 400 = 54 720 J**. La somme vaut 170 592 J. En kilojoules, cela donne **170,592 kJ**.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie consommée par les équipements : 170,592 kJ.

Question B.4. Déterminer l'énergie totale à fournir en additionnant les contributions énergétiques indiquées.

1. Énergie des équipements : 170,592 kJ.
2. Autre contribution indiquée : 6,74 kJ.
3. Énergie totale : 170,592 + 6,74 = 177,332 kJ.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie totale à fournir : 177,332 kJ.

Question B.5. Indiquer la capacité d'un super-condensateur, le type d'association des deux composants et la capacité totale de la super-capacité installée.

Les deux super-condensateurs ont chacun une capacité de 130 F. Ils sont montés en parallèle, donc leurs capacités s'additionnent : **C_{totale} = 130 + 130 = 260 F**. Cette valeur correspond à la capacité totale installée de la super-capacité embarquée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 2 super-condensateurs de 130 F en parallèle : capacité installée de 260 F.

Question B.6. Calculer la capacité garantie par le fabricant et vérifier si la super-capacité installée correspond au besoin déterminé par le bureau d'études.

La capacité garantie par le fabricant est égale à 80 % de la capacité installée : **0,8 × 260 = 208 F**. Le besoin calculé par le bureau d'études est de 206 F. La capacité garantie dépasse ce besoin de 2 F : le choix de la super-capacité est donc adapté.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Capacité garantie : 208 F. Besoin : 206 F. Choix validé.

8. Justification du choix des batteries embarquées

L'étude dimensionne le parc de batteries alimentant les équipements de la cabine en situation de secours et lors d'une interruption de l'exploitation. Elle compare les besoins en charge et en tension aux caractéristiques des batteries associées en série.

Partie C

Question C.1. Calculer la charge nécessaire au fonctionnement des équipements pendant la durée du mode secours, à partir des intensités et de la durée données.

La durée de secours est de 1 h 45 min, soit 1 + 45/60 = 1,75 h. Les intensités des équipements s'additionnent : 25,8 + 1,2 + 3,8 + 1,9 = 32,7 A. La charge nécessaire est le produit de l'intensité totale par la durée : Q_1 = 32,7 × 1,75 = 57,225 A·h. Pour le dimensionnement suivant, cette valeur est arrondie à 58 A·h, comme indiqué dans le corrigé de l'épreuve.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Charge nécessaire en mode secours : 58 A·h.

Question C.2. Déterminer la charge totale nécessaire en ajoutant les besoins associés aux différentes périodes de fonctionnement.

Le besoin total réunit la charge calculée pour le mode secours, retenue à 58 A·h, et le besoin complémentaire de 9 A·h correspondant aux autres périodes de fonctionnement.

On additionne ces deux charges : Q totale = 58 + 9 = 67 A·h. Cette charge représente le besoin à couvrir avant d'appliquer la majoration de 50 % demandée pour le choix du parc de batteries.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Charge totale nécessaire : 67 A·h.

Question C.3. Indiquer la tension et la capacité d'une batterie, puis justifier la tension obtenue par leur association en série au regard de l'alimentation des récepteurs.

Les caractéristiques d'une batterie et de leur association en série sont les suivantes :

- Tension nominale d'une batterie : 12 V.
- Capacité d'une batterie : 125 A·h.
- En série, les tensions s'additionnent : 12 + 12 = 24 V. La capacité reste égale à celle d'une batterie, soit 125 A·h.

La tension nominale de 24 V correspond à celle nécessaire aux récepteurs de la cabine, notamment l'éclairage, la ventilation et les équipements électroniques.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Deux batteries de 12 V et 125 A·h en série fournissent 24 V et 125 A·h.

Question C.4. Déterminer la capacité totale du parc de batteries retenu.

Le parc retenu comporte deux batteries associées en série. Cette association augmente la tension, mais n'additionne pas les capacités : la capacité totale reste égale à celle d'une seule batterie. Chaque batterie ayant une capacité de 125 A·h, le parc fournit donc 125 A·h. Cette valeur est ensuite comparée au besoin total majoré de 50 % pour vérifier que le choix est suffisant.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Capacité totale du parc en série : 125 A·h.

Question C.5. Calculer la capacité à installer en intégrant la majoration demandée, puis justifier le choix des batteries en série par rapport aux besoins de tension et de capacité.

Le besoin total de 67 A·h est majoré de 50 % : 67 + 0,5 × 67 = 100,5 A·h. Deux batteries de 12 V et 125 A·h montées en série fournissent 24 V, conforme à la tension des récepteurs, et conservent une capacité de 125 A·h. Cette capacité dépasse le besoin majoré. Le choix couvre ainsi le mode secours de 1 h 45 min ainsi que les besoins du client Wi-Fi et de l'automate pendant l'interruption d'exploitation de 4 h 45 min.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Besoin majoré : 100,5 A·h. Le parc fournit 24 V et 125 A·h : choix conforme.

9. Alimentation solaire de l’éclairage de sécurité

Cette partie étudie l’alimentation de la lampe NAVILITE installée sur les cavaliers de balisage des câbles, à partir d’un kit solaire et d’une batterie. Les paramètres d’un modèle Simulink servent à vérifier la recharge quotidienne et l’autonomie exigée.

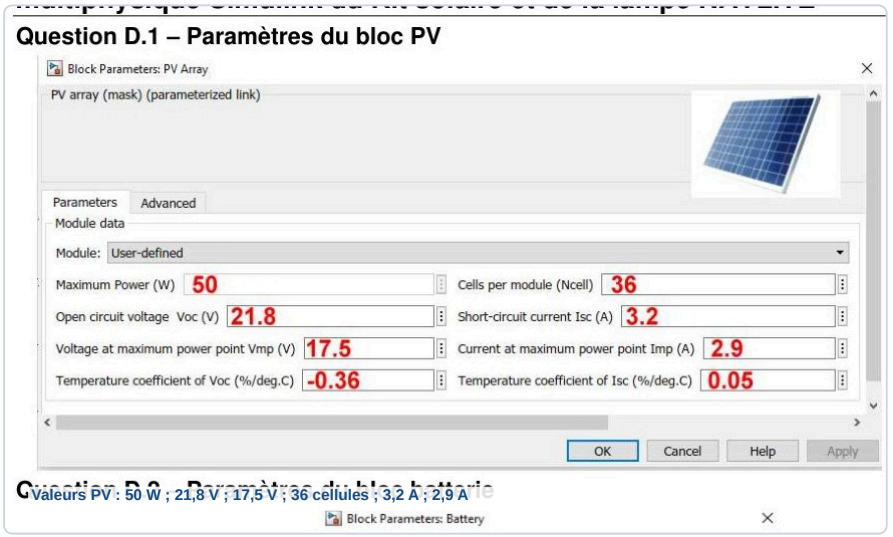
Partie D

Question D.1. Relever et renseigner les paramètres du modèle concernant le bloc photovoltaïque.

Le bloc PV est défini par l’utilisateur. Relever les valeurs des champs du modèle : puissance maximale, tensions caractéristiques, coefficients de température, nombre de cellules et courants caractéristiques.

Paramètre	Valeur
Puissance maximale	50 W
Tension à vide Voc	21,8 V
Tension au point de puissance maximale Vmp	17,5 V
Coefficient de température de Voc	−0,36 %/°C
Cellules par module	36
Courant de court-circuit Isc	3,2 A
Courant au point de puissance maximale Imp	2,9 A
Coefficient de température de Isc	0,05 %/°C

Paramètres du bloc photovoltaïque



✓ RÉPONSE À RETENIR

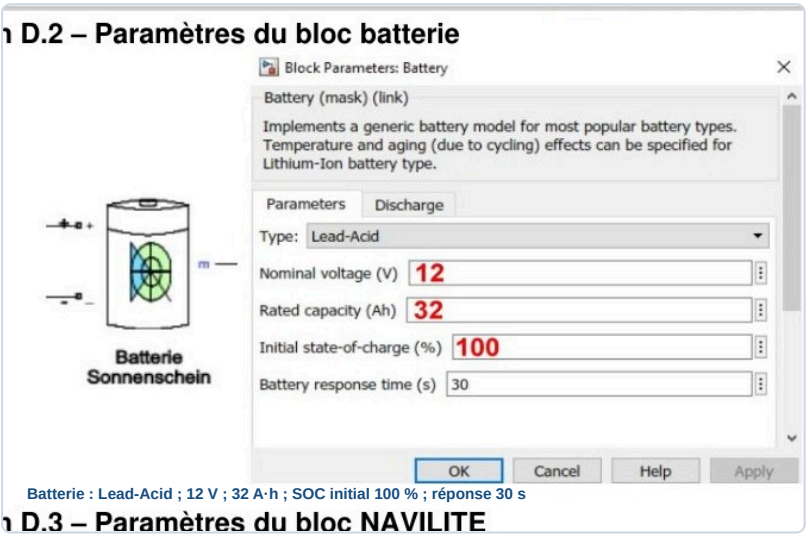
PV : 50 W ; Voc = 21,8 V ; Vmp = 17,5 V ; −0,36 %/°C ; 36 cellules ; Isc = 3,2 A ; Imp = 2,9 A ; 0,05 %/°C.

Question D.2. Relever et renseigner les paramètres du modèle concernant le bloc batterie.

Le bloc batterie est de type Lead-Acid. Les champs visibles du modèle donnent la tension nominale, la capacité assignée, l'état de charge initial et le temps de réponse.

Paramètre	Valeur
Type	Lead-Acid
Tension nominale	12 V
Capacité assignée	32 A·h
État de charge initial	100 %
Temps de réponse	30 s

Paramètres du bloc batterie



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Batterie Lead-Acid : 12 V, 32 A·h, état de charge initial 100 %, temps de réponse 30 s.

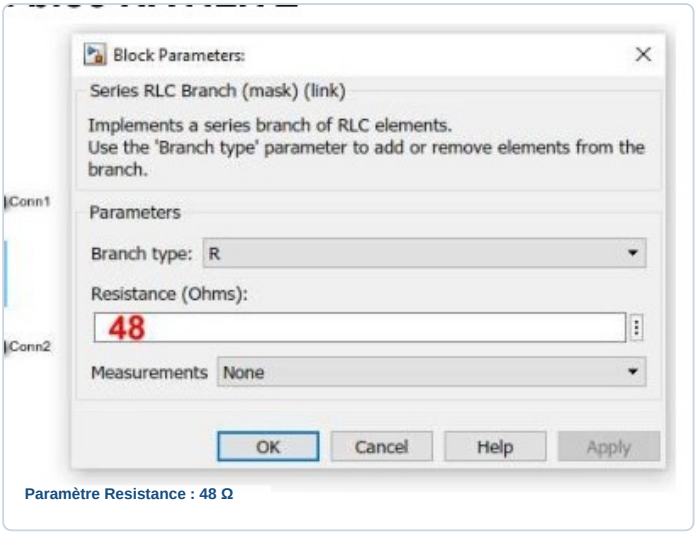
Question D.3. Déterminer la résistance du bloc représentant la lampe à partir de sa tension et de son courant, puis renseigner le paramètre correspondant dans le modèle.

La lampe est représentée par une résistance. Avec la tension de 12 V et le courant de 0,25 A indiqués dans le sujet, la loi d'Ohm donne :

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12}{0,25} = 48\ \Omega$$

Renseigner cette valeur dans le champ « Resistance (Ohms) » du bloc NAVILITE.

Résistance du bloc NAVILITE



Paramètre Resistance : 48 Ω

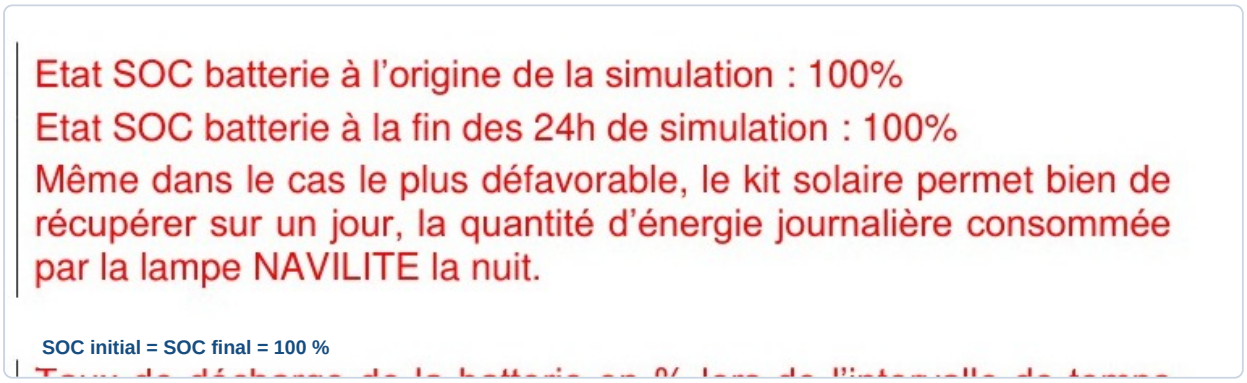
✓ RÉPONSE À RETENIR

Résistance du bloc NAVILITE : 48 Ω.

Question D.4. À partir de l'état de charge de la batterie au début et à la fin de la simulation de 24 heures, vérifier si le kit solaire récupère l'énergie journalière consommée par la lampe.

La simulation donne un état de charge de 100 % à son début et de 100 % après 24 h. Le bilan journalier ne montre donc aucune baisse nette de charge : dans le cas défavorable simulé, le kit solaire récupère bien l'énergie consommée la nuit par la lampe NAVILITE.

Bilan de charge après 24 heures



SOC initial = SOC final = 100 %

✓ RÉPONSE À RETENIR

SOC initial et final après 24 h : 100 %. Le kit solaire compense la consommation journalière de la lampe.

Question D.5. Déterminer le taux de décharge de la batterie pendant l'allumage de la lampe et vérifier si l'exigence d'autonomie de six jours est respectée.

La décharge observée pendant l'intervalle où la lampe reste allumée est de 12 %. Pour six jours d'autonomie, la décharge cumulée vaut :

$$6 \times 12\% = 72\%$$

La consommation cumulée reste inférieure à la capacité totale de la batterie. L'exigence d'autonomie de six jours est donc respectée.

Décharge et autonomie de la batterie

> 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.

12 % par période ; 72 % sur 6 jours

✓ RÉPONSE À RETENIR

Décharge : 12 % par période d'allumage, soit 72 % sur six jours. Autonomie exigée respectée.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2024)

Bilan de l'épreuve : Correction du baccalauréat technologique STI2D, spécialité Ingénierie, innovation et développement durable, épreuve Énergies et environnement, session 2024, sujet 24-2D2IDEEME, durée de 4 heures et coefficient non imprimé. L'étude du téléphérique de Toulouse évalue la mobilité durable, les chaînes d'énergie, l'accessibilité, les réseaux, la ventilation, le stockage électrique et l'alimentation solaire.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le temps de trajet se calcule par t = d/v ; intégrer les temps annexes et les conditions de circulation dans la comparaison.
- Le rendement global d'une chaîne en série est le produit des rendements de ses composants : ηglobal = η1 × η2 × …
- La puissance mécanique en rotation vaut P = C × ω ; la puissance électrique absorbée se déduit du rendement : Pa = P/η.
- Pour une charge électrique, Q = I × t ; pour une énergie électrique à puissance constante, E = U × I × t.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités avant les calculs et convertir les durées en secondes ou en heures selon la grandeur recherchée.
- Pour une pente, diviser la dénivelée par la distance horizontale, puis convertir le rapport en pourcentage.
- Pour le réseau IP, distinguer les bits réseau des bits hôte et vérifier que les adresses attribuées sont uniques.
- Conclure chaque vérification en comparant explicitement le résultat au seuil ou à l'exigence donnée.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer le temps de trajet du téléphérique ?

Divisez la distance parcourue par la vitesse, en utilisant des unités cohérentes. Ajoutez ensuite les temps annexes indiqués, comme le temps d'arrêt aux gares, puis convertissez le résultat en minutes si nécessaire.

Q : Comment comparer le rendement de deux chaînes d'entraînement ?

Multipliez les rendements de tous les composants placés en série dans chaque chaîne. Comparez les rendements globaux : à puissance utile identique, la chaîne au rendement le plus élevé demande moins de puissance électrique.

Q : Comment organiser le temps sur cette épreuve ?

L'épreuve dure quatre heures et comporte plusieurs parties indépendantes. Repérez les questions nécessitant des calculs ou des documents réponses, avancez d'abord sur les tâches maîtrisées et gardez du temps pour vérifier les unités, les résultats et les conclusions.

Q : Quels critères de notation faut-il surveiller dans les calculs ?

Le barème n'est pas imprimé dans le document fourni. Pour rendre une réponse vérifiable, présentez la relation utilisée, les valeurs substituées, les unités et le résultat, puis comparez celui-ci à l'exigence ou au seuil demandé.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2024/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2024 - 24-Sujet.pdf

Ressources Bac STI2D : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.