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

Sciences et technologies de l’industrie et du développement durable - Ingénierie, innovation et développement durable

Session 2024 • Code sujet : **24-2D2IDITECME1** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude du téléphérique urbain Téléo de Toulouse (29 questions) **Page 3**

2. Innovation technologique et éco-conception : efforts, câble tracteur et lanceurs (25 questions) **Page 16**

3. Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 23**

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 - 21-Sujet.pdf

1. Étude du téléphérique urbain Téléo de Toulouse

L'étude porte sur Téléo, une liaison urbaine par téléphérique de type 3S entre l'Université Paul Sabatier, le CHU de Rangueil et l'Oncopole. À partir de documents techniques, de plans et de documents réponses, le candidat analyse sa mobilité et ses impacts, sa consommation énergétique, son accessibilité, son réseau de vidéoprotection et le confort thermique des cabines.

Partie 1 : mobilité urbaine durable et environnementale

Question 1.1. À l'aide du DT2, citer le moyen de transport majoritairement utilisé en France métropolitaine pour les déplacements en 2019, puis indiquer l'évolution des parts de la voiture et des transports en commun entre 2008 et 2019.

En 2019, la voiture est le mode de déplacement majoritaire : elle représente 63 % des déplacements, contre 23 % pour la marche et 9 % pour les transports en commun. Entre 2008 et 2019, la part de la voiture diminue de 2 points, tandis que celle des transports en commun augmente de 1 point. Les valeurs du DT2 sont des parts en nombre de déplacements, et non des parts de distance parcourue.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Voiture : 65 % à 63 % (-2 points). Transports en commun : 8 % à 9 % (+1 point).

Question 1.2. À l'aide des DT1 et DT3, relever toutes les valeurs associées à l'exigence « besoin performance » concernant le débit attendu de passagers, puis justifier le choix d'une typologie de télécabines à mouvement unidirectionnel continu pour Téléo.

Le DT1 fixe le débit attendu à 1 800 personnes par heure et par sens, avec une possibilité d'atteindre 2 000 personnes par heure et par sens par ajout de cabines. Le 3S transporte jusqu'à 4 500 voyageurs par heure et par sens, avec des cabines de 35 places et une longueur de câble pouvant atteindre 3 000 m. Il répond donc aux débits prévus et à la longueur de 3 km du parcours Téléo.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Débits : 1 800, puis 2 000 personnes/h/sens. Le 3S convient : capacité maximale de 4 500 voyageurs/h/sens et parcours de 3 km.

Question 1.3. Calculer en minutes la durée du trajet en téléphérique entre l'UPS et l'Oncopole sur 3 km à 7,5 $m \cdot s^{-1}$, en tenant compte d'un arrêt de 20 secondes au CHU. Calculer ensuite le gain de temps par rapport au trajet en voiture, donné à 14 minutes en temps normal et à 28 minutes en heures de pointe.

Le temps de déplacement est la distance divisée par la vitesse : 3 000 / 7,5 = 400 s. En ajoutant l'arrêt de 20 s au CHU, le trajet dure 420 s, soit 7 min. Le gain se calcule en retranchant cette durée aux temps de voiture : 14 - 7 = 7 min en temps normal et 28 - 7 = 21 min aux heures de pointe.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Téléphérique : 7 min. Gain : 7 min en temps normal et 21 min aux heures de pointe.

Question 1.4. À l'aide des DT4 et DT5, calculer le rapport entre les émissions de gaz à effet de serre de la voiture et celles du téléphérique, puis comparer le résultat à la valeur communiquée par TISSEO.

Le DT4 indique 300 g de CO_2 par kilomètre et par passager pour la voiture, contre 10 pour le téléphérique. Le rapport demandé est donc 300 / 10 = 30. Les émissions de la voiture sont trente fois celles du téléphérique pour ces valeurs comparées. Cette proportion concorde avec l'information communiquée par TISSEO dans le DT5, qui présente Téléo comme trente fois moins polluant que la voiture.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rapport voiture/téléphérique : 30. Résultat conforme à la valeur communiquée par TISSEO.

Question 1.5. Justifier l'utilité du téléphérique de Toulouse d'un point de vue fonctionnel et environnemental.

Sur le plan fonctionnel, Téléo relie l'Oncopole, le CHU de Rangueil et l'Université Paul Sabatier par un trajet direct de 3 km. Il constitue une alternative à la voiture sur un réseau routier souvent saturé. Sur le plan environnemental, les émissions du téléphérique sont de 10 g de CO_2 par kilomètre et par passager, contre 300 pour la voiture. Il favorise donc les déplacements collectifs avec des émissions nettement réduites.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Téléo relie trois pôles urbains et offre une alternative collective à la voiture, avec des émissions par passager fortement réduites.

Partie 2 : optimisation de la consommation énergétique

Question 2.1. À l'aide du DT6, indiquer le nombre de moteurs du système d'entraînement principal du câble tracteur, le nombre total de poulies en contact avec ce câble et le nombre de poulies pouvant être motrices.

Le DT6 décrit deux motorisations, M1 et M2, qui peuvent chacune entraîner le câble tracteur. Le schéma représente deux poulies motrices, associées aux moteurs, ainsi qu'une poulie de déviation. Cette dernière sert à contrôler la tension et à garantir l'adhérence du câble, mais elle n'entraîne pas celui-ci. On compte ainsi trois poulies en contact avec le câble, dont deux pouvant être motrices.

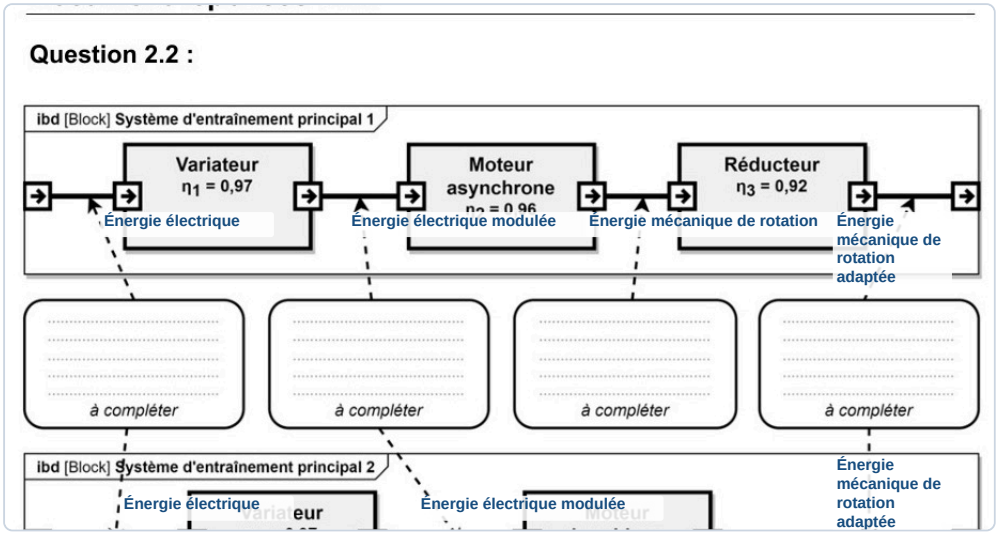
✓ RÉPONSE À RETENIR

2 moteurs, 3 poulies en contact avec le câble, dont 2 motrices.

Question 2.2. **Compléter les diagrammes ibd partiels des systèmes d'entraînement principaux 1 et 2 sur le DR1, en indiquant la nature des flux d'énergie à l'aide des termes proposés dans le sujet.**

Les flux suivent l'ordre des blocs de la chaîne. Dans le système 1, l'entrée du variateur est une énergie électrique, puis sa sortie est une énergie électrique modulée. Le moteur fournit une énergie mécanique de rotation, que le réducteur adapte avant la poulie. Dans le système 2, le variateur fournit aussi une énergie électrique modulée, puis le moteur brushless donne directement une énergie mécanique de rotation adaptée.

Flux d'énergie complétés sur le DR1



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Système 1 : électrique, électrique modulée, rotation mécanique, rotation mécanique adaptée. Système 2 : électrique, électrique modulée, rotation mécanique adaptée.

Question 2.3. **À partir du DR1, calculer les rendements globaux r1 et r2 des deux systèmes d'entraînement principaux, puis déterminer lequel est le plus avantageux pour optimiser la consommation d'énergie.**

Les rendements des composants en série se multiplient. Pour le système 1, on obtient $r_1 = 0,97 \times 0,96 \times 0,92 = 0,857$, soit 85,7 %. Pour le système 2, $r_2 = 0,97 \times 0,95 = 0,922$, soit 92,2 %. Le Direct Drive est donc le plus avantageux : il présente le meilleur rendement global, notamment parce qu'il supprime les pertes liées au réducteur.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$r_1 = 85,7$ % ; $r_2 = 92,2$ %. Le système 2, Direct Drive, est le plus avantageux.

Question 2.4. À l'aide du DT7, relever la vitesse maximale et la durée du trajet en secondes à vitesse 2 entre l'UPS et l'Oncopole. Comparer cette durée au trajet en voiture de 14 minutes en temps normal et compléter les trois premières lignes du DR3.

Sur le graphe DT7 à vitesse 2, la vitesse maximale atteinte est 6,8 m·s⁻¹ et le trajet s'achève à 500 s. La voiture met 14 min en temps normal, soit 14 × 60 = 840 s. Le trajet en téléphérique est donc plus court que le trajet automobile dans ces conditions. Les trois valeurs à reporter dans la colonne Vitesse 2 du DR3 sont la vitesse, la durée et le signe de comparaison.

Valeurs de la vitesse 2 à reporter sur le DR3

Tableau de synthèse des réponses des **questions 2.4** à **2.9** :
Les calculs sont réalisés pour une vitesse constante des cabines.

Questions		Vitesse 1	Vitesse 2
Q2.4	Vitesse max atteinte en m·s⁻¹	6 m·s⁻¹	6,8 m·s⁻¹
	Durée du trajet en s	560 s	500 s
	> ou < au temps normal en voiture	<	<
Q2.5	Vitesse angulaire des poulies motrices en rad·s⁻¹	ω_{poulie} = 2,64 rad·s⁻¹	
Q2.6	Puissance mécanique fournie par le moteur en kW	P_1 = 809,67 kW	P_2 = 917,6 kW
Q2.7	Puissance électrique consommée par le moteur en kW	Pa_1 = 852,28 kW	
Q2.8	Énergie totale consommée en une journée par le moteur en kW·h	E_t = 13 636,55 kW·h	
Q2.9	Économie journalière en euro réalisée		

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse 2 : 6,8 m·s⁻¹ ; durée : 500 s ; trajet plus court qu'en voiture (< 840 s).

Question 2.5. À l'aide du DT6, calculer la vitesse angulaire d'une poulie motrice en rad·s⁻¹ lorsque les cabines se déplacent à la vitesse 2 de 6,8 m·s⁻¹, puis reporter le résultat sur le DR3. Le diamètre de la poulie est de 4,55 m.

Le diamètre de la poulie est 4,55 m, donc son rayon est 4,55 / 2 = 2,275 m. La vitesse linéaire du câble et la vitesse angulaire de la poulie sont liées par v = ωr. À la vitesse 2 de 6,8 m·s⁻¹, on calcule ω = 6,8 / 2,275 = 2,99 rad·s⁻¹. Cette valeur est à inscrire dans la case vitesse 2 du DR3.

Vitesse angulaire V2 à reporter sur le DR3

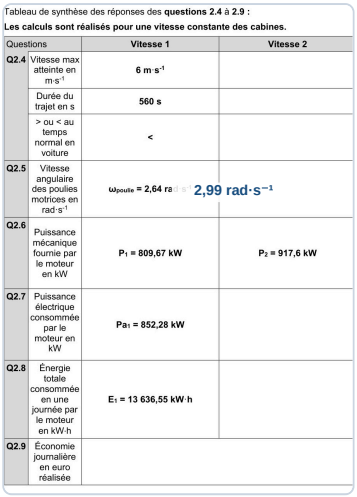


Tableau de synthèse des réponses des **questions 2.4** à **2.9** :
Les calculs sont réalisés pour une vitesse constante des cabines.

Questions		Vitesse 1	Vitesse 2
Q2.4	Vitesse max atteinte en m·s⁻¹	6 m·s⁻¹	
	Durée du trajet en s	560 s	
	> ou < au temps normal en voiture	<	
Q2.5	Vitesse angulaire des poulies motrices en rad·s⁻¹	ω_{poulie} = 2,64 ra	2,99 rad·s⁻¹
Q2.6	Puissance mécanique fournie par le moteur en kW	P_1 = 809,67 kW	P_2 = 917,6 kW
Q2.7	Puissance électrique consommée par le moteur en kW	P_{at} = 852,28 kW	
Q2.8	Énergie totale consommée en une journée par le moteur en kW·h	E_t = 13 636,55 kW·h	
Q2.9	Économie journalière en euro réalisée		

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse angulaire de la poulie à V2 : 2,99 rad·s⁻¹.

Question 2.6. Vérifier que la puissance mécanique fournie par le moteur à la vitesse 2 est de 917,6 kW, en utilisant le couple de poulie donné de 307 kN·m.

La puissance mécanique en rotation se calcule par P = Cω. Le couple vaut 307 kN·m, soit 307 000 N·m, et la vitesse angulaire à V2 vaut 6,8 / (4,55 / 2) rad·s⁻¹. Le produit donne 917 596 W, soit 917,6 kW après conversion. La puissance mécanique annoncée dans le sujet est donc vérifiée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

P_2 = 917,6 kW : valeur vérifiée.

Question 2.7. Avec un rendement global variateur-moteur de 95 %, calculer la puissance électrique consommée par le moteur à la vitesse 2 et reporter le résultat sur le DR3.

Le rendement global vaut le rapport entre puissance mécanique utile et puissance électrique consommée : η = Pm / Pélec. On en déduit Pélec = Pm / η. À la vitesse 2, la puissance mécanique est 917,6 kW et le rendement vaut 0,95, donc Pélec = 917,6 / 0,95 = 965,9 kW. Cette valeur est celle à reporter dans la colonne vitesse 2 du DR3.

Puissance électrique V2 à reporter sur le DR3

Tableau de synthèse des réponses des **questions 2.4** à **2.9** :
Les calculs sont réalisés pour une vitesse constante des cabines.

Questions		Vitesse 1	Vitesse 2
Q2.4	Vitesse max atteinte en $m \cdot s^{-1}$	6 $m \cdot s^{-1}$	
	Durée du trajet en s	560 s	
	> ou < au temps normal en voiture	<	
Q2.5	Vitesse angulaire des poulies motrices en $rad \cdot s^{-1}$	ω_{poulie} = 2,64 $rad \cdot s^{-1}$	
Q2.6	Puissance mécanique fournie par le moteur en kW	P_1 = 809,67 kW	965,9 kW P_2 = 917,6 kW
Q2.7	Puissance électrique consommée par le moteur en kW	Pa_1 = 852,28 kW	
Q2.8	Énergie totale consommée en une journée par le moteur en kW·h	E_t = 13 636,55 kW·h	
Q2.9	Économie journalière en euro réalisée		

✓ RÉPONSE À RETENIR

Puissance électrique consommée à V2 : 965,9 kW.

Question 2.8. Sachant que le fonctionnement à la vitesse 2 dure 2 heures par jour, calculer l'énergie quotidienne consommée par le moteur à cette vitesse et reporter le résultat sur le DR3.

L'énergie électrique consommée pendant une durée donnée se calcule par E = P × t. Le moteur fonctionne 2 h par jour à la vitesse 2 et consomme 965,9 kW à cette vitesse. Le calcul donne E = 965,9 × 2 = 1 931,8 kW·h. C'est l'énergie correspondant uniquement aux deux heures de fonctionnement en vitesse 2, à reporter sur le DR3.

Énergie V2 à reporter sur le DR3

Tableau de synthèse des réponses des **questions 2.4** à **2.9** :
Les calculs sont réalisés pour une vitesse constante des cabines.

Questions		Vitesse 1	Vitesse 2
Q2.4	Vitesse max atteinte en $m \cdot s^{-1}$	6 $m \cdot s^{-1}$	
	Durée du trajet en s	560 s	
	> ou < au temps normal en voiture	<	
Q2.5	Vitesse angulaire des poulies motrices en $rad \cdot s^{-1}$	ω_{poulie} = 2,64 $rad \cdot s^{-1}$	
Q2.6	Puissance mécanique fournie par le moteur en kW	P_1 = 809,67 kW	P_2 = 917,6 kW
Q2.7	Puissance électrique consommée par le moteur en kW	Pa_1 = 852,28 kW	1 931,8 kW·h
Q2.8	Énergie totale consommée en une journée par le moteur en kW·h	E_t = 13 636,55 kW·h	
Q2.9	Économie journalière en euro réalisée		

✓ RÉPONSE À RETENIR

Énergie quotidienne consommée à V2 : 1 931,8 kW·h.

Question 2.9. À partir des consommations quotidiennes indiquées pour la vitesse maximale et pour l'utilisation des vitesses V1 et V2, et du prix de 0,075 € TTC par kW·h, calculer l'économie journalière en euros due à la variation de vitesse. Reporter le résultat sur le DR3.

La différence entre les consommations journalières est 19 200 - 15 569 = 3 631 kW·h. L'économie financière est cette énergie économisée multipliée par le prix du kW·h : 3 631 × 0,075 = 272,325 €. Arrondie au centime, l'économie réalisée grâce à la variation de vitesse est de 272,33 € par jour. La valeur est à reporter dans la ligne Q2.9 du DR3.

Économie journalière à reporter sur le DR3

Tableau de synthèse des réponses des **questions 2.4** à **2.9** :
Les calculs sont réalisés pour une vitesse constante des cabines.

Questions		Vitesse 1	Vitesse 2
Q2.4	Vitesse max atteinte en $m \cdot s^{-1}$	6 $m \cdot s^{-1}$	
	Durée du trajet en s	560 s	
	> ou < au temps normal en voiture	<	
Q2.5	Vitesse angulaire des poulies motrices en $rad \cdot s^{-1}$	ω_{poulie} = 2,64 $rad \cdot s^{-1}$	
Q2.6	Puissance mécanique fournie par le moteur en kW	P_1 = 809,67 kW	P_2 = 917,6 kW
Q2.7	Puissance électrique consommée par le moteur en kW	Pa_1 = 852,28 kW	
Q2.8	Énergie totale consommée en une journée par le moteur en kW·h	E_t = 13 636,55 kW·h	
Q2.9	Économie journalière en euro réalisée	272,33 €	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Économie journalière : 272,33 €.

Question 2.10. Conclure sur les moyens employés pour réduire la consommation énergétique de l'entraînement principal du câble tracteur tout en maintenant un service satisfaisant pour l'utilisateur.

Le Direct Drive améliore le rendement en supprimant le réducteur de vitesse. La variation de vitesse adapte ensuite la marche à l'affluence : V1 est utilisée en heures normales et V2 en heures de pointe. Cette gestion évite de maintenir inutilement la vitesse maximale tout en augmentant la vitesse lorsque la demande le justifie. L'énergie consommée diminue donc sans réduire la capacité de réponse aux besoins des usagers.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Direct Drive et vitesse adaptée à l'affluence réduisent l'énergie consommée tout en préservant un service adapté.

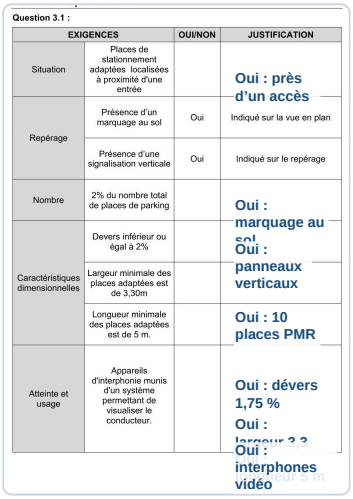
Partie 3 : accessibilité aux personnes à mobilité réduite

Question 3.1. À l'aide des DT8 et du DR4, vérifier la conformité du parking de l'Oncopole aux exigences réglementaires de situation, de repérage, de nombre de places, de caractéristiques dimensionnelles, d'atteinte et d'usage. Justifier chaque réponse.

Exigence	Vérification du plan	Conclusion
Situation	Places près d'un accès piéton au parking	Oui
Repérage	Marquage au sol et panneaux verticaux	Oui
Nombre	2 % de 500 places = 10 places	Oui, 10 places PMR
Dévers	Maximum indiqué : 1,75 %, inférieur à 2 %	Oui
Dimensions	3,3 m de largeur et 5 m de longueur	Oui
Atteinte et usage	Interphones vidéo sur bornes basses	Oui

Le plan indique également une place PMR de 3,3 × 6,25 m pour l'arrêt minute. Les exigences demandées sont donc satisfaites.

Vérifications à reporter dans le tableau DR4



Question 3.1 :

EXIGENCES		OUI/NON	JUSTIFICATION
Situation	Places de stationnement adaptées localisées à proximité d'une entrée		Oui : près d'un accès
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 : marquage au sol
Caractéristiques dimensionnelles	Devers inférieur ou égal à 2%		Oui : panneaux verticaux
	Largeur minimale des places adaptées est de 3,30m		Oui : 10 places PMR
	Longueur minimale des places adaptées est de 5 m.		Oui : devers 1,75 %
Atteinte et usage	Appareils d'interphonie munis d'un système permettant de visualiser le conducteur.		Oui : largeur 3,3 Oui : interphones vidéo

✓ RÉPONSE À RETENIR

Parking conforme : 10 places PMR, 3,3 × 5 m au minimum, dévers maximal de 1,75 % et interphones vidéo.

Question 3.2. À l'aide du DT9, calculer en pourcentage la pente moyenne de la rampe d'accès nord entre les profils 1N et 6N, en utilisant la relation de pente fournie dans le sujet.

Entre les profils 1N et 6N, le dénivelé vaut 145,649 - 144,414 = 1,235 m. La distance horizontale cumulée indiquée sur le profil est 7 310 + 4 700 + 7 680 + 4 700 + 7 680 = 32 070 mm, soit 32,070 m. Avec la relation pente = 100 × H / L, la pente moyenne est 100 × 1,235 / 32,070 = 3,85 %.

✓ RÉPONSE À RETENIR

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

Question 3.3. Conclure sur la conformité de la zone du parking de l'Oncopole, rampe d'accès nord comprise, au regard de la réglementation.

Le parking respecte les exigences vérifiées : situation, repérage, nombre de places, dimensions, dévers, ainsi que l'accès aux interphones vidéo. La rampe nord présente une pente moyenne de 3,85 %, calculée entre les profils 1N et 6N. Cette pente est inférieure à la limite réglementaire de 6 % indiquée dans le sujet. La zone parking de l'Oncopole, avec sa rampe nord, est donc conforme.

✓ RÉPONSE À RETENIR

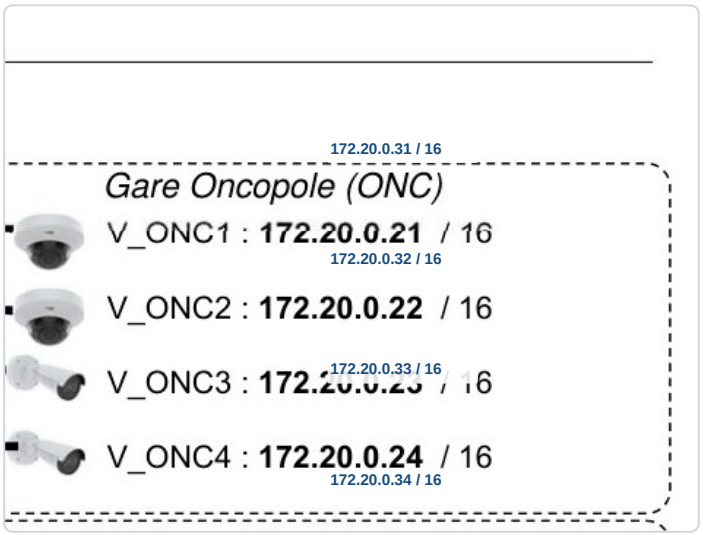
Parking et rampe nord conformes : pente moyenne de 3,85 %, inférieure à la limite de 6 %.

Partie 4 : vidéoprotection et identification à distance

Question 4.1. Compléter le DR2 en proposant des adresses IP compatibles avec leurs masques de sous-réseau pour les quatre caméras de la gare du CHU.

Le réseau utilise le masque /16, soit 255.255.0.0, et les adresses déjà attribuées appartiennent au réseau 172.20.0.0. Il suffit donc de proposer quatre adresses uniques dans ce réseau, sans reprendre celles du routeur, du serveur, du poste local ni des caméras UPS et ONC. Les adresses ci-dessous sont compatibles avec le plan d'adressage et utilisent le même masque.

Adresses IP proposées pour les caméras du CHU sur le DR2



✓ RÉPONSE À RETENIR

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.

Question 4.2. Déterminer le nombre maximal de clients adressables sur ce réseau, puis valider le choix d'un masque /16 pour adresser l'ensemble des 280 caméras du site.

Un masque /16 laisse 32 - 16 = 16 bits pour les adresses des hôtes. Il fournit donc 2^{16} adresses, dont l'adresse du réseau et l'adresse de diffusion ne sont pas attribuables à des clients. Le maximum est 65 534 clients adressables. Ce nombre dépasse largement les 280 caméras du site, le masque /16 convient donc à l'ensemble du réseau décrit.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Maximum : 65 534 clients. Le masque /16 permet d'adresser les 280 caméras.

Question 4.3. À partir du schéma en vue de dessus, calculer en mètres la largeur de la zone surveillée par la caméra, placée à 6 m des portes de la cabine avec un angle de vue horizontal de 70°.

La caméra se trouve à 6 m des portes et son angle horizontal total est de 70°. La moitié de l'angle vaut 35° ; la moitié de la largeur surveillée est donc 6 × tan(35°). La largeur complète vaut 2 × 6 × tan(35°), soit environ 8,40 m. Cette valeur est cohérente avec la largeur de 8,5 m donnée ensuite dans l'énoncé, compte tenu de l'arrondi.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Largeur surveillée : environ 8,40 m.

Question 4.4. Sachant que la zone surveillée mesure 8,5 m de large et que la caméra possède une résolution horizontale de 2 688 pixels, calculer la largeur en centimètres représentée par un pixel sur l'image.

La zone mesurant 8,5 m, sa largeur vaut 850 cm. La largeur représentée par un pixel est la largeur totale divisée par les 2 688 pixels horizontaux : 850 / 2 688 = 0,316 cm. En arrondissant au centième, un pixel représente environ 0,32 cm sur la zone surveillée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Un pixel représente environ 0,32 cm.

Question 4.5. À l'aide des DT1 et DT10, citer le type de besoin opérationnel défini par le cahier des charges fonctionnel pour la vidéoprotection, puis en déduire le nombre minimal de pixels horizontaux nécessaire pour filmer un visage.

Le diagramme d'exigences DT1 indique que la vidéoprotection doit permettre l'identification des personnes dans de bonnes conditions. Dans le DT10, cette catégorie exige au minimum 40 pixels horizontaux pour la largeur du visage. Le seuil de 20 pixels correspond seulement à la reconnaissance, tandis que 80 pixels sont nécessaires pour l'identification en conditions difficiles. Le besoin retenu correspond donc au seuil intermédiaire.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Besoin : identification dans de bonnes conditions ; minimum requis : 40 pixels horizontaux par visage.

Question 4.6. En prenant une largeur de visage de 16 cm et une largeur de pixel de 0,32 cm sur l'image, justifier par un calcul et une comparaison que l'exigence d'identification des personnes est respectée.

La largeur du visage est de 16 cm et chaque pixel représente 0,32 cm. Le nombre de pixels couvrant le visage vaut donc 16 / 0,32 = 50 pixels. Le DT10 exige au minimum 40 pixels pour une identification dans de bonnes conditions. Comme 50 est supérieur à 40, l'exigence d'identification est respectée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le visage occupe 50 pixels, soit plus que les 40 requis : identification validée.

Partie 5 : confort thermique des passagers

Question 5.1. À l'aide du DT1, citer l'exigence de confort thermique de la cabine en fonctionnement normal et lors d'un arrêt prolongé par temps chaud.

Le DT1 impose une limite à l'écart entre la température intérieure et la température extérieure de la cabine par temps chaud. En fonctionnement normal, cet écart ne doit pas dépasser 2 °C. Lors d'un arrêt prolongé, la limite est de 5 °C. Il s'agit bien d'un écart de température maximal, et non d'une température intérieure absolue à respecter.

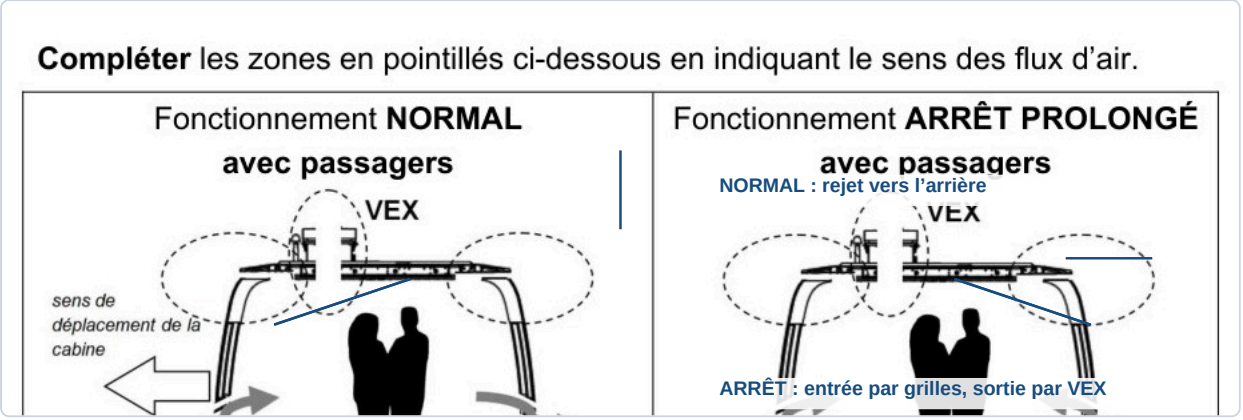
✓ RÉPONSE À RETENIR

Écart maximal : 2 °C en fonctionnement normal et 5 °C en arrêt prolongé.

Question 5.2. À l'aide du DT11, compléter le DR5 en représentant par des flèches les flux d'air entrant et sortant de la cabine en présence de passagers, en fonctionnement NORMAL et en fonctionnement ARRÊT PROLONGÉ.

En fonctionnement normal avec passagers, les ventilateurs bas VB fonctionnent et l'air est rejeté vers l'arrière du véhicule du fait de son déplacement. En arrêt prolongé avec passagers, VB fait entrer l'air par les grilles d'aération et VEX l'extrait par la toiture. Les flèches du DR5 doivent donc distinguer l'évacuation vers l'arrière en marche de l'extraction par VEX à l'arrêt.

Sens des flux d’air à indiquer sur le DR5



✓ RÉPONSE À RETENIR

NORMAL : air entrant par les grilles basses, rejeté vers l’arrière. ARRÊT PROLONGÉ : air entrant par les grilles, extrait par VEX au toit.

Question 5.3. Compléter sur le DR5 la table de vérité du ventilateur bas VB en fonction du mode de fonctionnement codé par B0 et B1 et de la présence de passagers détectée par DP.

En mode normal, VB fonctionne seulement si le détecteur DP signale un passager. La même règle s’applique à l’arrêt prolongé. En mode extraction, VB fonctionne quelle que soit la présence détectée ; en mode parking, il reste arrêté. En suivant l’ordre des huit lignes du DR5, les valeurs à inscrire dans la colonne VB sont donc 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0.

Colonne VB complétée dans la table du DR5

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		**0**
ARRÊT PROLONGÉ	0	1	0		**0**
	0	1	1		**1**

0
1
0
1
1
1
0
0

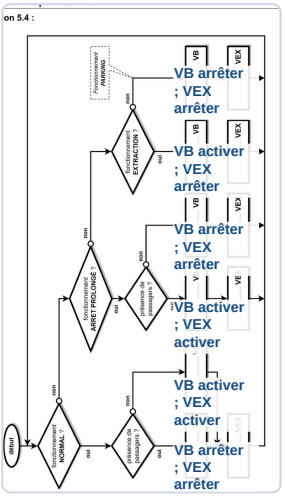
✓ RÉPONSE À RETENIR

Colonne VB, dans l’ordre des lignes : 0, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0.

Question 5.4. Compléter l'algorigramme de pilotage des ventilateurs sur le DR6 en utilisant les termes « activer » ou « arrêter ».

En mode normal, sans passager, VB et VEX sont arrêtés ; avec passager, VB est activé et VEX reste arrêté. En arrêt prolongé, les deux ventilateurs sont arrêtés sans passager et activés avec passager. En mode extraction, VB et VEX sont activés, quelle que soit la présence. En mode parking, les deux sont arrêtés. Ces commandes suivent les modes et la détection indiqués dans le DR5.

Commandes à inscrire dans les blocs du DR6



✓ RÉPONSE À RETENIR

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

Question 5.5. À partir des résultats des tests de confort thermique présentés dans le DT11, montrer que la présence des deux spoilers est le seul choix qui répond aux exigences de confort imposées.

L'écart maximal autorisé est de 2 °C en fonctionnement normal et de 5 °C en arrêt prolongé. Pour le test 4, avec les deux spoilers, les écarts par rapport aux 37,5 °C extérieurs sont 37,7 - 37,5 = 0,2 °C et 42 - 37,5 = 4,5 °C : les deux limites sont respectées. Sans spoiler, ou avec un seul, la température d'arrêt est de 42,7 °C ou 44 °C, soit un écart supérieur à 5 °C.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Seuls les deux spoilers satisfont les exigences : écarts de 0,2 °C en fonctionnement normal et de 4,5 °C à l'arrêt prolongé.

2. Innovation technologique et éco-conception : efforts, câble tracteur et lanceurs

Cette partie étudie la conception du téléphérique Téléo sous l'angle de la sécurité et de la réduction des efforts mécaniques. Les questions portent sur l'équilibre d'un véhicule 3S, le dimensionnement et l'allongement du câble tracteur, puis la transmission de mouvement et l'accélération progressive des véhicules en gare.

Partie A : diminuer les efforts sur le groupe moteur

Question A.1. À l'aide du DTS3, indiquer le type de téléphérique envisagé pour le projet.

La configuration 3S est un téléphérique débrayable à mouvement continu, bi-porteur et mono-tracteur : deux câbles porteurs supportent le véhicule et un câble tracteur l'entraîne.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Téléphérique 3S débrayable à mouvement continu, bi-porteur et mono-tracteur.

Question A.2. En isolant le véhicule, énoncer les actions mécaniques extérieures qui agissent sur lui.

Le véhicule isolé subit son poids, l'action des câbles porteurs transmise par les galets et l'action du câble tracteur. Les actions entre les éléments du véhicule sont internes au système.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Poids, action des câbles porteurs et action du câble tracteur.

Question A.3. En considérant une masse de 80 kg par personne, exprimer puis calculer le poids total du véhicule avec sa charge maximale, à partir des données du DTS3.

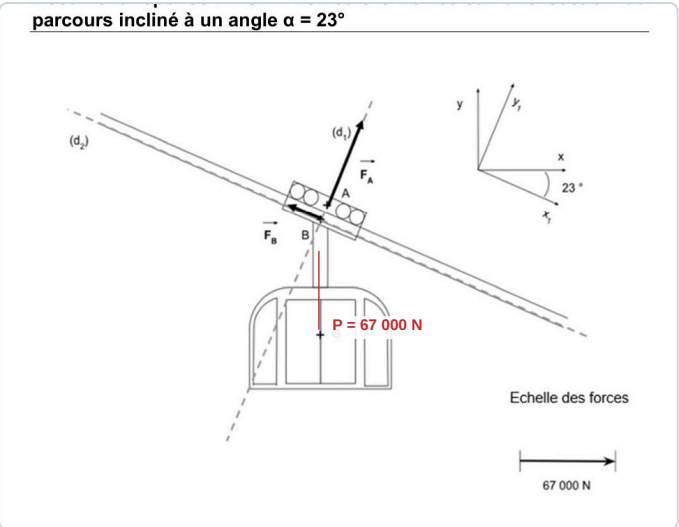
La masse chargée vaut la masse à vide plus celle des 34 passagers : $m = 4000 + 34 \times 80 = 6720\ \text{kg}$. Le poids est $P = mg = 6720 \times 9{,}81$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Poids total : 65 923 N, soit environ 65,9 kN.

Question A.4. Sur le DRS1, représenter à l'échelle donnée le vecteur P correspondant au poids total du véhicule chargé au maximum, d'intensité 67 000 N.

Le vecteur poids s'applique au centre de gravité G, verticalement vers le bas. Tracer le vecteur à l'échelle du DRS1, en prenant la longueur de la barre indiquant 67 000 N.

DRS1 : vecteur poids



✓ RÉPONSE À RETENIR

Depuis G, tracer verticalement vers le bas $\vec{P}$, d'intensité 67 000 N.

Question A.5. Sur le DRS1, exprimer la nature du contact dans le plan entre un galet du chariot et le câble porteur, puis justifier la direction et le sens de la résultante FA.

Dans le plan, le contact entre le galet et le câble porteur est ponctuel. En négligeant le frottement, la réaction en A est normale au câble porteur, donc perpendiculaire à sa direction. Elle est orientée du câble vers le véhicule.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Contact ponctuel ; $\vec{F}_A$ est normale au câble porteur et dirigée vers le véhicule.

Question A.6. À l'aide du schéma fourni, exprimer puis calculer l'intensité de la résultante FA en fonction du poids total P et de l'angle de pente α = 23°.

Sur le schéma, l'angle entre le poids P et F_A vaut α. La projection du poids sur la direction de F_A donne $F_A = P\cos\alpha$. Avec la valeur imposée $P = 67\,000$ N, on calcule $67\,000\cos(23^\circ)$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$F_A \approx 61\,674$ N, soit 61,7 kN.

Question A.7. Mesurer, à l'échelle de représentation du DRS1, l'intensité de la résultante FB.

Sur le DRS1, la longueur de F_B se mesure avec la barre d'échelle de 67 000 N. La force est la composante du poids parallèle à la pente : $F_B = P\sin(23^\circ)$, soit environ 26,2 kN.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$F_B \approx 26\,179$ N, soit 26,2 kN.

Question A.8. Calculer le couple C que doit fournir le moteur pour maintenir un véhicule à l'équilibre lorsque la résultante des actions du câble tracteur sur le véhicule vaut 26 000 N. Utiliser le diamètre de poulie motrice de 4,55 m et la prise directe du moteur.

Le moteur étant en prise directe, son couple est celui de la poulie. Le rayon de la poulie vaut $4{,}55/2 = 2{,}275$ m. Ainsi, $C = F \times r = 26\,000 \times 2{,}275$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$C = 59\,150$ N · m, soit 59,15 kN·m.

Question A.9. Expliquer comment évolue le couple moteur nécessaire pour maintenir une seule cabine en équilibre selon sa position sur le parcours, en montée et en descente.

Le couple dépend de la composante du poids parallèle à la pente, donc de l'inclinaison du parcours. En montée, le moteur s'oppose à cette composante ; en descente, le sens du couple nécessaire s'inverse. Sur un tronçon horizontal, cette composante est nulle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le couple varie avec la pente et s'inverse entre montée et descente.

Question A.10. Conclure sur la nécessité de répartir les cabines afin de diminuer les efforts exercés sur le moteur.

Les cabines en montée et en descente exercent sur le câble tracteur des efforts de sens opposés. Leur répartition le long du parcours permet de compenser partiellement ces efforts et de réduire le couple résultant demandé au moteur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Répartir les cabines réduit les efforts résultants et le couple demandé au moteur.

Partie B : dimensionner le câble tracteur

Question B.1. À l'aide des DTS1 et DTS2, calculer en MPa la contrainte maximale admissible du câble tracteur pour un coefficient de sécurité Cs égal à 5.

La résistance à la traction de l'acier hautes caractéristiques vaut 1770 MPa (DTS1). Avec un coefficient de sécurité de 5, la contrainte admissible est $\sigma_{max} = 1770/5$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Contrainte maximale admissible : 354 MPa.

Question B.2. Pour un effort normal maximal de 320 000 N, déterminer en mm² la surface minimale requise pour les six torons du câble tracteur.

La section minimale se déduit de $\sigma = F/S$, donc $S_{min} = F/\sigma_{max}$. Avec $F = 320\,000$ N et $\sigma_{max} = 354\ \mathrm{N/mm^2}$, on obtient $320\,000/354$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $S_{min} \approx 904\ \mathrm{mm^2}$ pour les six torons.

Question B.3. À partir du DTS2, sélectionner la référence de câble tracteur qui garantit un coefficient de sécurité de 5 tout en minimisant le poids, puis indiquer sa référence.

Il faut une section d'au moins 903,95 mm². Dans le DTS2, la première section qui satisfait cette condition est 922 mm². C'est donc le modèle le plus léger parmi les références conformes.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Référence 6x31WSRx48 : section 922 mm², masse linéique 8,29 kg·m⁻¹.

Question B.4. Avec un module de Young équivalent de 115 GPa et une contrainte normale de 170 MPa, calculer l'allongement relatif ε du câble à l'aide de la relation σ = E × ε.

De $\sigma = E\varepsilon$, on tire $\varepsilon = \sigma/E$. En unités cohérentes, $115\ \mathrm{GPa} = 115\,000\ \mathrm{MPa}$, donc $\varepsilon = 170/115\,000$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\varepsilon \approx 0{,}001478$, soit 0,148 %.

Question B.5. À partir de l'allongement relatif ε calculé et de la longueur totale du câble de 6 km, calculer l'allongement total ΔL à l'aide de la relation ε = ΔL/L.

La relation $\varepsilon = \Delta L / L$ donne $\Delta L = \varepsilon L$. Pour une longueur de câble de $6\ \text{km} = 6000\ \text{m}$, $\Delta L = (170/115\,000) \times 6000$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta L \approx 8{,}87\ \text{m}$.

Question B.6. Vérifier si la course de 8 m du chariot portant la poulie de déviation est suffisante pour compenser l'allongement de câble annoncé comme pouvant atteindre 16 m.

La course de 8 m de la poulie de déviation permet de compenser jusqu'à 16 m d'allongement de câble, car elle agit sur les deux brins de la boucle. Cette capacité dépasse l'allongement calculé de 8,87 m.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : la capacité de 16 m dépasse l'allongement calculé de 8,87 m.

Question B.7. À partir de la simulation du DTS5, relever les contraintes dans les torons et dans l'âme du câble tracteur.

Sur la simulation DTS5, les contraintes sont exprimées en N/mm², équivalents au MPa. La valeur des torons est $3{,}50 \times 10^2$ et celle de l'âme est $1{,}302 \times 10^0$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Torons : 350 MPa ; âme : 1,302 MPa.

Question B.8. À l'aide des DTS1 et DTS5, vérifier que le coefficient de sécurité de l'âme du câble tracteur est supérieur à 5.

La résistance à la traction du polycarbonate vaut 72 MPa. Avec la contrainte simulée dans l'âme de 1,302 MPa, le coefficient de sécurité est $C_s = 72/1{,}302$, donc supérieur à 5.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Coefficient de sécurité de l'âme : environ 55,3, supérieur à 5.

Question B.9. **Conclure en justifiant le choix du câble tracteur au regard des questions précédentes.**

Le câble 6x31WSRx48 est la référence de plus faible section qui satisfait le critère de résistance des torons. La simulation confirme que la contrainte de l'âme reste très inférieure à sa résistance, et l'allongement calculé est compensable par la poulie de déviation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le 6x31WSRx48 respecte les critères de résistance, de sécurité et d'allongement, en limitant la masse.

Partie C : accélérer progressivement les véhicules en gare

Question C.1. **À l'aide du DTS4, indiquer le principe de transmission de mouvement utilisé pour mettre en rotation tous les pneus des lanceurs en gare.**

Le premier pneu du lanceur est entraîné par un moteur. Le mouvement est ensuite transmis d'un pneu au suivant par une liaison poulie-courroie.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Transmission par poulies et courroies.

Question C.2. **À l'aide du DTS4, calculer le rapport de transmission r entre une poulie menante et une poulie menée.**

Sans glissement, les vitesses périphériques des poulies sont égales. Le rapport entre la vitesse de la poulie menée et celle de la menante vaut le rapport inverse de leurs rayons : $r = 0{,}18/0{,}15$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rapport de transmission : $r = 1{,}2$.

Question C.3. **Exprimer la vitesse du véhicule en fonction de la vitesse angulaire du pneu en contact, en utilisant l'hypothèse de la vitesse tangentielle au point de contact.**

La vitesse tangentielle au bord du pneu vaut le rayon multiplié par la vitesse angulaire. Au point de contact, elle est égale à la vitesse du véhicule : $V_{véhicule} = \omega_{pneu} R_{pneu}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_{véhicule} = \omega_{pneu} R_{pneu}$.

Question C.4. À l'aide du DTS4, calculer la vitesse angulaire du pneu nécessaire pour entraîner un véhicule à 7,5 m·s⁻¹.

Le rayon du pneu vaut 0,2 m. Ainsi, $\omega_{pneu} = V_{véhicule} / R_{pneu} = 7{,}5 / 0{,}2$.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\omega_{pneu} = 37{,}5 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$.

Question C.5. Pour des lanceurs de 15 et de 20 pneus, calculer les rapports r15 et r20 à l'aide de la formule fournie r(nombre de pneus) = 1,2^(nombre de pneus − 1). Calculer ensuite la vitesse angulaire minimale du premier pneu de chaque lanceur pour que le véhicule atteigne 7,5 m·s⁻¹ en fin de lanceur.

Les rapports sont $r_{15} = 1{,}2^{14}$ et $r_{20} = 1{,}2^{19}$. La vitesse angulaire minimale du premier pneu est la vitesse finale requise de 37,5 rad·s⁻¹ divisée par le rapport correspondant.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> 15 pneus : $r_{15} \approx 12{,}84$, premier pneu à 2,92 rad·s⁻¹. 20 pneus : $r_{20} \approx 31{,}95$, premier pneu à 1,17 rad·s⁻¹.

Question C.6. Le moteur du premier pneu du lanceur tourne à une vitesse maximale de 20 tours par minute. À partir des calculs précédents, conclure sur le choix entre le lanceur de 15 pneus et celui de 20 pneus.

La vitesse maximale du moteur, 20 tr/min, correspond à $20 \times 2\pi / 60 \approx 2{,}09 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$. Le premier pneu du lanceur de 15 pneus dépasse cette limite ; celui du lanceur de 20 pneus reste en dessous.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Choisir le lanceur de 20 pneus : le moteur reste sous la limite de 20 tr/min.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

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

Bilan de l'épreuve : L'épreuve de spécialité STI2D, Innovation technologique et éco-conception, est celle de la session 2024, code 24-2D2IDITECME1, d'une durée de 4 heures et notée sur 20 points : 12 points pour la partie commune et 8 pour la partie spécifique. Autour du téléphérique Téléo de Toulouse, elle évalue la mobilité durable, l'énergie, l'accessibilité, la vidéoprotection, le confort thermique, la mécanique et le dimensionnement.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La vitesse angulaire d'une poulie s'obtient avec ω = v/r, et la puissance mécanique de rotation avec P = C × ω.
- Le rendement global d'un système est le rapport entre la puissance utile en sortie et la puissance absorbée en entrée.
- En traction, la contrainte normale vaut σ = F/S et l'allongement relatif vaut ε = σ/E.
- La pente en pourcentage se calcule par 100 × H/L ; la largeur couverte par une caméra dépend de son angle de vue et de sa distance.

Points de vigilance & attentes du jury

- Vérifier les unités et convertir les vitesses, longueurs, puissances et contraintes avant chaque calcul.
- Pour les rapports et les économies, expliciter les grandeurs comparées et présenter un résultat avec son unité.
- Justifier chaque conformité à partir d'une valeur relevée sur le plan et du seuil réglementaire associé.
- Pour les schémas de ventilation, tenir compte du mode de fonctionnement, de la présence de passagers et de l'état de chaque ventilateur.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la vitesse angulaire de la poulie motrice ?

Convertissez le diamètre en rayon, puis utilisez ω = v/r avec la vitesse linéaire du câble. Exprimez le résultat en rad·s⁻¹ et gardez des unités cohérentes. Pour la puissance mécanique de rotation, utilisez ensuite P = C × ω.

Q : Comment vérifier le coefficient de sécurité du câble tracteur ?

Déterminez la contrainte admissible en divisant la résistance à la traction par le coefficient de sécurité exigé. Comparez-la à la contrainte calculée ou lue sur la simulation, en examinant séparément les torons et l'âme.

Q : Comment organiser le temps pour les deux parties de l'épreuve ?

La durée totale est de quatre heures. Le sujet donne comme repères indicatifs 2 h 30 pour la partie commune, notée sur 12 points, et 1 h 30 pour la partie spécifique, notée sur 8 points. Les deux parties sont indépendantes.

Q : Quels éléments faut-il présenter pour justifier une conformité ou un choix technique ?

Présentez les données utiles, le calcul ou le relevé effectué, puis comparez le résultat à l'exigence indiquée. Terminez par une conclusion qui nomme le critère vérifié et s'appuie sur la comparaison, sans oublier les unités.

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 - 21-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.