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

Bac STI2D

Innovation technologique et éco-conception

Session 2023 • Code sujet : **23-2D2IDITECLR1** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Étude du Trambus du Pays Basque et de son inscription dans le développement durable (25 questions) **Page 3**

2. Étude cinématique, énergétique et structurelle du pantographe de recharge (21 questions) **Page 13**

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/2023/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2023 - 3-Sujet.pdf

1. Étude du Trambus du Pays Basque et de son inscription dans le développement durable

Le sujet étudie un réseau de bus électriques à haut niveau de service desservant Bayonne, Anglet et Biarritz, avec des parcs relais et une recharge rapide par biberonnage. Les questions évaluent la pertinence sociétale, écologique et économique du projet ainsi que l'autonomie énergétique, la recharge et la stabilité de la borne.

Partie 1 : pertinence sociétale

Question 1.1. À partir des documents sur la mobilité, relever les arguments démontrant l'urgence d'augmenter l'offre de transport en commun, puis relever les enjeux du programme Trambus.

Sans action, le nombre de voitures augmenterait de 30 % en dix ans, avec un risque d'engorgement. L'usage massif de la voiture dégrade aussi la qualité de vie par le bruit, la pollution et les embouteillages.

- Préserver la qualité de vie.
- Offrir une alternative fiable, même aux heures de pointe et en été.
- Maîtriser le budget et compléter les modes actifs et les autres transports.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Urgence : +30 % de voitures en dix ans et risque d'engorgement. Enjeux : qualité de vie, alternative fiable, budget maîtrisé et complémentarité des modes.

Question 1.2. Calculer l'augmentation de population due aux touristes lors de la première quinzaine du mois d'août. Indiquer le mode de transport privilégié par les touristes pour venir dans l'agglomération et en donner la part en pourcentage.

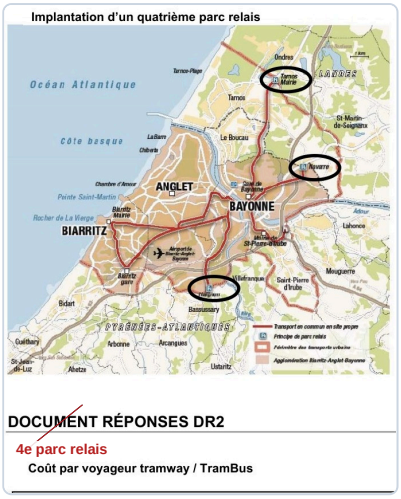
Le graphique indique 365 274 personnes présentes du 1er au 15 août, contre 160 000 hors saison. L'augmentation est donc de 365 274 - 160 000 = 205 274 personnes. Le diagramme circulaire indique que 81 % des touristes viennent en voiture.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Augmentation : 205 274 personnes. Mode privilégié : voiture, 81 %.

Question 1.3. À partir de l'étude de mobilité, proposer sur le document réponse une implantation pour un quatrième parc relais. Justifier l'emplacement des parcs relais en tenant compte des origines des véhicules qui transitent par l'agglomération.

Le flux le plus important vient du sud-ouest, sur l'axe Biarritz-Bidart, avec jusqu'à 30 000 véhicules par jour. Un parc relais près de Bidart permettrait de capter ces automobilistes avant leur entrée dans l'agglomération, en complément des parcs existants.

Implantation proposée du quatrième parc relais



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Proposition : un parc relais près de Bidart, au sud-ouest, sur l'axe du flux le plus important.

Question 1.4. Conclure sur la pertinence du projet du Trambus d'un point de vue sociétal.

Le Trambus répond à un besoin croissant de déplacement et propose une alternative fiable à la voiture. Il peut limiter la congestion et les nuisances, tout en facilitant les déplacements aux heures de pointe et en été. Les parcs relais favorisent le changement de mode et la complémentarité avec le vélo et la marche.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le Trambus est pertinent socialement : il facilite les déplacements et contribue à la qualité de vie en réduisant la dépendance à la voiture.

Partie 2 : pertinence écologique

Question 2.1. Déterminer la distance parcourue par un bus sur une durée de 12 années comptant chacune 365 jours.

Sur 12 ans, le bus parcourt 200 km par jour pendant 365 jours par an : 200 × 365 × 12 = 876 000 km.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Distance parcourue en 12 ans : 876 000 km.

Question 2.2. **À partir du graphique du document DT2, relever la quantité de CO_2 émise par kilomètre par un bus diesel. Pour la distance déterminée à la question 2.1, calculer la quantité totale de CO_2 émise, en tonnes.**

Donnée	Valeur
Émissions diesel	1 544 gCO_2e/km
Émissions sur 876 000 km	1 544 × 876 000 ÷ 1 000 000 = 1 352,544 t

La conversion en tonnes se fait en divisant les grammes par 1 000 000.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Diesel : 1 544 gCO_2e/km, soit 1 352,544 t sur le cycle de vie.

Question 2.3. **À partir du graphique du document DT2, relever la quantité de CO_2 émise par kilomètre par un bus électrique de type VEB. Pour la distance déterminée à la question 2.1, calculer la quantité totale de CO_2 émise, en tonnes.**

Le graphique DT2 donne 244 gCO_2e/km pour un bus électrique à batteries (VEB). Sur 876 000 km, cela représente 244 × 876 000 = 213 744 000 g, soit 213,744 tonnes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> VEB : 244 gCO_2e/km, soit 213,744 t sur le cycle de vie.

Question 2.4. **Déterminer, sur un cycle de vie complet, le gain en non-émission de CO_2 d'un bus électrique de type VEB par rapport à un bus diesel.**

> Le gain correspond à l'écart entre les émissions de cycle de vie : (1 544 - 244) × 876 000 ÷ 1 000 000 = 1 138,8 tonnes de CO_2e évitées par le VEB.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Gain du VEB : 1 138,8 tonnes de CO_2e sur le cycle de vie.

Question 2.5. **Citer les avantages qui favorisent le choix d'un bus électrique de type VEB par rapport à un bus diesel, puis conclure sur la pertinence écologique du choix du Trambus.**

Le VEB a une empreinte carbone de cycle de vie nettement inférieure au diesel. En roulage, il ne rejette pas de CO_2 et il est silencieux.

- Réduction de l'impact climatique sur le cycle de vie.

- Absence d'émissions de CO_2 en phase de roulage.
- Réduction du bruit en ville.

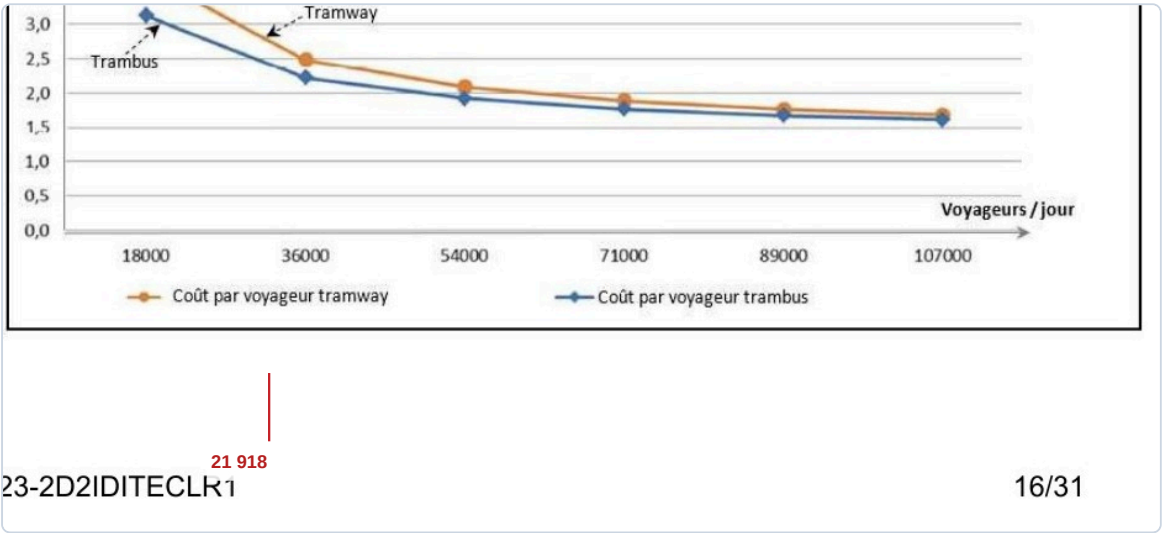
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le VEB réduit fortement l'empreinte carbone et le bruit : le choix du Trambus est écologiquement pertinent.

Partie 3 : pertinence économique

Question 3.1. Calculer le nombre moyen de voyageurs qui transiteront chaque jour sur le réseau du Trambus, à partir de l'objectif de huit millions de voyageurs par an. Reporter la valeur obtenue sur l'axe concerné du graphique du document réponse.

La moyenne quotidienne est 8 000 000 ÷ 365 ≈ 21 918 voyageurs. Sur l'axe horizontal du DR2, placer cette valeur entre 18 000 et 36 000 voyageurs par jour.

Valeur quotidienne sur l'axe des voyageurs



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Environ 21 918 voyageurs par jour.

Question 3.2. Pour le nombre de voyageurs calculé à la question précédente, relever sur le document réponse le coût par voyageur pour l'agglomération, pour le tramway et pour le Trambus.

Mode	Coût lu vers 21 918 voyageurs/jour
Tramway	Environ 3,4 €/voyageur
Trambus	Environ 2,9 €/voyageur

Les valeurs sont estimées par lecture entre les repères 18 000 et 36 000 du DR2.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Tramway : environ 3,4 €/voyageur. Trambus : environ 2,9 €/voyageur.

Question 3.3. Conclure sur la pertinence du projet du Trambus d'un point de vue économique.

Au niveau de fréquentation visé, le coût par voyageur du Trambus est inférieur à celui du tramway sur le DR2. Le Trambus est donc le choix le plus avantageux des deux pour l'agglomération.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le Trambus est économiquement pertinent : son coût par voyageur est inférieur à celui du tramway.

Partie 4 : énergie et autonomie

Question 4.1. À partir des horaires du vendredi sur la ligne T2, démontrer que l'ensemble des véhicules effectue une soixantaine de trajets aller-retour.

1. De 6 h à 7 h : 60 ÷ 20 = 3 départs par sens.
2. De 7 h à 19 h : 12 × 60 ÷ 15 = 48 départs par sens.
3. De 19 h à minuit : 5 × 60 ÷ 30 = 10 départs par sens.

Total : 61 départs dans chaque sens, soit environ 60 trajets aller-retour sur la journée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

61 trajets aller-retour environ sur la journée pour l'ensemble de la ligne.

Question 4.2. Déterminer le nombre de trajets aller-retour effectué par chaque véhicule, en arrondissant au nombre entier supérieur, puis calculer la distance parcourue par chaque véhicule dans ce cas.

En répartissant les 61 trajets aller-retour entre 8 véhicules, 61 ÷ 8 = 7,625 : il faut arrondir à 8 trajets par véhicule. Chaque aller-retour mesure 2 × 13,3 km, donc la distance journalière est 8 × 2 × 13,3 = 212,8 km.

✓ RÉPONSE À RETENIR

8 trajets aller-retour par véhicule, soit 212,8 km.

Question 4.3. **En prenant une distance journalière de 200 km, déterminer l'énergie que chaque véhicule doit stocker pour parcourir cette distance dans les conditions climatiques les plus sévères, à partir du document technique DT5.**

Conditions	Consommation	Énergie pour 200 km
Climat sévère, pleine charge	3,7 kWh/km	3,7 × 200 = 740 kWh

On applique le taux du DT5 à la distance journalière retenue.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Énergie nécessaire par véhicule : 740 kWh.

Question 4.4. **Sachant qu'une batterie peut stocker une énergie de 50 kW·h, déterminer le nombre de batteries nécessaires pour stocker l'énergie calculée à la question précédente.**

Le nombre requis est 740 ÷ 50 = 14,8 batteries. Comme le nombre de batteries doit être entier et que l'énergie demandée doit être couverte, il faut arrondir à l'entier supérieur.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 15 batteries sont nécessaires.

Question 4.5. **À partir de la vue de dessus et de l'échelle du document DT6, déterminer le nombre maximal de batteries pouvant être placées côte à côte dans la zone réservée sur le toit. Conclure sur la faisabilité de cette solution et justifier la nécessité du biberonnage.**

À l'échelle du DT6, la zone réservée peut accueillir au maximum 3 batteries côte à côte. Or il en faudrait 15 pour stocker l'énergie nécessaire aux 200 km en conditions sévères. Le stockage embarqué seul ne suffit donc pas : le biberonnage complète l'énergie pendant le service.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Maximum sur le toit : 3 batteries. Le biberonnage est nécessaire pour compléter leur autonomie.

Question 4.6. **Déterminer l'énergie apportée à l'ensemble des batteries pendant un arrêt de cinq minutes au terminus, avec une borne de 500 kW. Comparer cette énergie à la consommation nécessaire pour effectuer un trajet entre les deux terminus.**

En 5 minutes, l'énergie reçue vaut 500 × 5 ÷ 60 = 41,67 kWh. Un trajet consomme 47 kWh : la recharge couvre presque cette consommation, avec un écart d'environ 5,33 kWh.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Recharge en 5 min : 41,67 kWh, contre 47 kWh consommés par trajet.

Question 4.7. Avec une charge complète de 150 kW·h au début de la journée et huit trajets aller-retour effectués par véhicule, déterminer la charge restant dans la batterie en fin de journée.

1. Huit allers-retours représentent 16 trajets simples.
2. La charge finale vaut 150 + 16 × (500 × 5 ÷ 60) - 16 × 47 = 64,67 kWh.

Le calcul tient compte d'une recharge de cinq minutes à chaque terminus.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Charge restante estimée en fin de journée : 64,67 kWh.

Question 4.8. Conclure sur la capacité des véhicules à parcourir les huit trajets aller-retour quotidiens.

> Le bilan énergétique laisse environ 64,7 kWh en fin de journée. Les huit trajets aller-retour sont donc réalisables avec les recharges rapides aux terminus.

✓ RÉPONSE À RETENIR

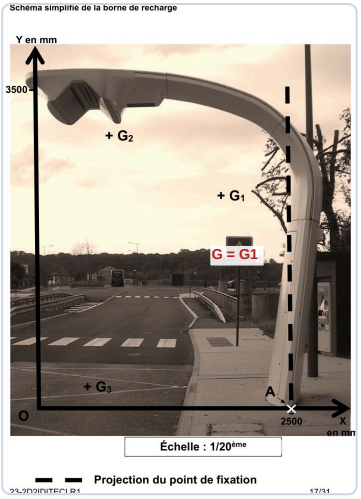
Oui, les huit trajets aller-retour sont réalisables grâce au biberonnage.

Partie 5 : stabilité de la borne

Question 5.1. À l'aide du schéma du document réponse DR3 et des coordonnées indiquées dans le sujet, identifier lequel des points G1, G2 ou G3 correspond au centre de gravité G de la borne.

Le centre de gravité indiqué est G(1 830, 2 090), tandis que A(2 500, 0). Sa position sur le schéma correspond au point situé à gauche de A et en hauteur : G1.

Centre de gravité identifié



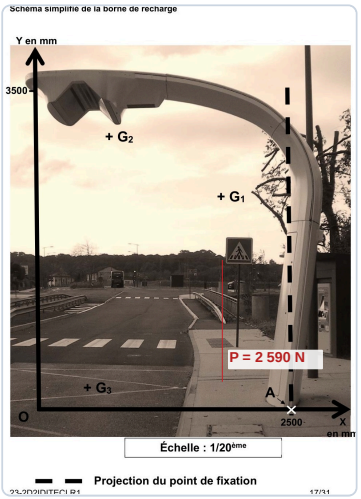
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le centre de gravité est le point G1.

Question 5.2. Calculer le poids de la borne complète à partir des masses de son enveloppe et de ses éléments internes, puis représenter cet effort sur le document réponse à l'échelle indiquée.

La masse totale est 144 + 120 = 264 kg. Le poids vaut P = 264 × 9,81 = 2 589,84 N. À l'échelle de 1 cm pour 500 N, la longueur du vecteur est 2 589,84 ÷ 500 = 5,18 cm. Il est appliqué en G, verticalement vers le bas.

Effort poids de la borne



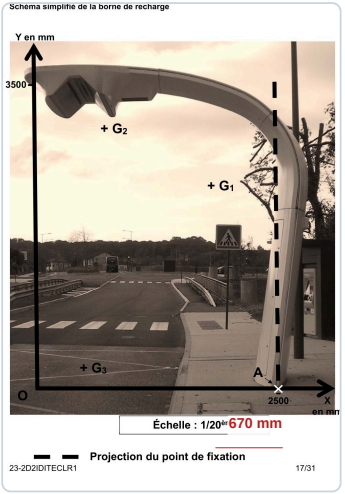
✓ RÉPONSE À RETENIR

P = 2 590 N, vertical vers le bas en G. Longueur à l'échelle : 5,18 cm.

Question 5.3. À l'aide des coordonnées du centre de gravité G et du point A, déterminer la cote séparant G et A en projection sur l'axe x, puis la représenter sur le document réponse DR3.

En projection sur l'axe x, l'écart entre A et G vaut 2 500 - 1 830 = 670 mm. À l'échelle 1/20, cela correspond à 33,5 mm sur le document.

Cote horizontale entre G et A



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Écart horizontal G-A : 670 mm, soit 33,5 mm sur le document à l'échelle 1/20.

Question 5.4. Déterminer le type de liaison permettant à l'action mécanique du sol sur la borne de s'opposer à l'action du poids de la borne sur le sol.

Le poids appliqué en G est excentré par rapport à A et crée un moment de basculement. La liaison au sol doit donc transmettre une réaction et un moment opposé : une liaison encastrement au pied de la borne convient.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Une liaison encastrement au sol assure l'équilibre de la borne.

Partie 6 : développement durable

Question 6.1. En synthèse, conclure sur le bien-fondé du choix d'un bus électrique du point de vue du développement durable, puis expliquer la plus-value apportée par le système de biberonnage.

Le bus électrique réduit les émissions de CO_2 en roulage, le bruit et les émissions de cycle de vie par rapport au diesel. Le biberonnage recharge rapidement les batteries aux terminus et permet de maintenir le service malgré le stockage embarqué limité.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le bus électrique réduit les émissions et le bruit. Le biberonnage recharge rapidement les batteries et permet d’assurer le service quotidien.

2. Étude cinématique, énergétique et structurelle du pantographe de recharge

L'étude porte sur le pantographe déployable installé sur le toit du Trambus de Bayonne, qui établit le contact avec le portique de recharge aux terminus. Les tâches évaluent sa cinématique, le rôle des ressorts, le choix du vérin électrique et la résistance ainsi que la rigidité de deux conceptions du bras.

Partie A : cinématique du mécanisme

Question A.1. À partir des documents DTS1 et DTS2, déterminer la nature des mouvements 6/0, 1/0 et 5/4.

La tringle 6 et le bras 1 tournent chacun autour d'un axe fixe du bâti. Dans le vérin, la tige 5 coulisse dans le corps 4 suivant l'axe du vérin.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 6/0 : rotation autour de G2 ; 1/0 : rotation autour de D ; 5/4 : translation rectiligne.

Question A.2. Déterminer la nature et le centre de la liaison entre les sous-ensembles 6 et 2, puis compléter le tableau de ses degrés de liberté. À partir de la représentation 3D du mécanisme, notamment de la vue en coupe du document DTS1, justifier la modélisation de cette liaison dans le schéma cinématique.

La tringle 6 et le contacteur 2 sont reliés en B1 par un axe qui autorise une rotation relative autour de l'axe y.

Axe	Translation	Rotation
x	Bloquée	Bloquée
y	Bloquée	Libre
z	Bloquée	Bloquée

La vue en coupe montre l'axe retenu dans les deux pièces : la liaison pivot est adaptée.

DRS1 complété : liaison 6/2



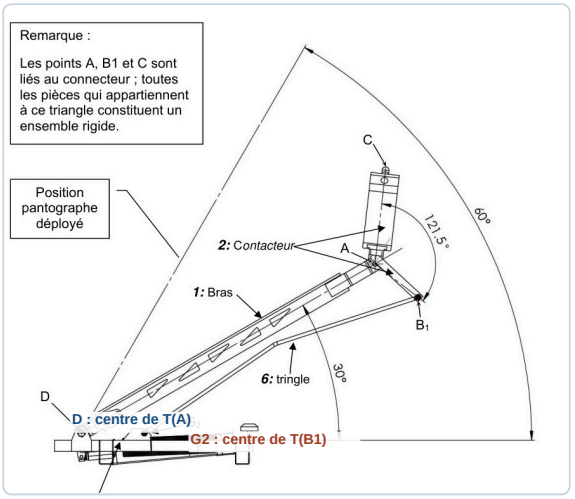
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Liaison pivot d’axe y, centre B1 ; seule la rotation autour de y est libre.

Question A.3. Sur l’épure du document réponse DRS2, tracer les trajectoires des points A et B1 : TA 1/0 et TB1 6/0.

A appartient au bras 1, articulé au bâti en D : sa trajectoire est un cercle de centre D et de rayon DA. B1 appartient à la tringle 6, articulée au bâti en G2 : sa trajectoire est un cercle de centre G2 et de rayon G2B1. Tracer les arcs sur l’épure en conservant ces centres et ces rayons.

DRS2 : centres des trajectoires



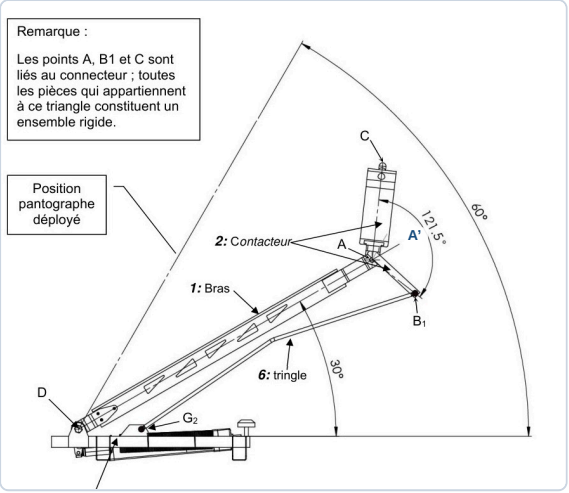
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$T_{A\ 1/0}$: cercle de centre D ; $T_{B1\ 6/0}$: cercle de centre G2.

Question A.4. Déterminer sur l’épure la position A’ du point A lorsque le pantographe est complètement déployé.

Le point A’ se trouve sur le cercle de centre D et de rayon DA. Il se trouve également sur le bras déployé, qui forme un angle de 60° avec l’horizontale. L’intersection située dans le sens du déploiement donne A’. La position intermédiaire et les constructions cotées de l’épure DRS2 guident le report graphique.

DRS2 : construction de A’



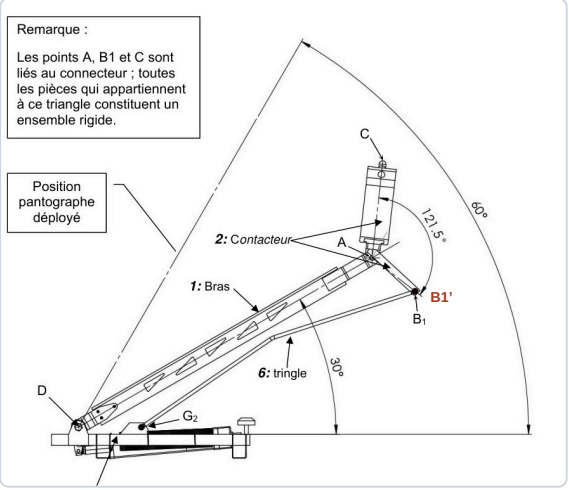
✓ RÉPONSE À RETENIR

A’ : intersection de la trajectoire de centre D avec la direction du bras à 60°.

Question A.5. Déterminer sur l’épure la position B1’ du point B1 lorsque le pantographe est complètement déployé.

B1’ appartient au cercle de centre G2 et de rayon G2B1, puisque la tringle 6 pivote autour de G2. Il appartient aussi au cercle de centre A’ et de rayon AB1, la distance entre A et B1 restant constante. L’intersection cohérente avec le déploiement du mécanisme fixe B1’ sur l’épure.

DRS2 : construction de B1’



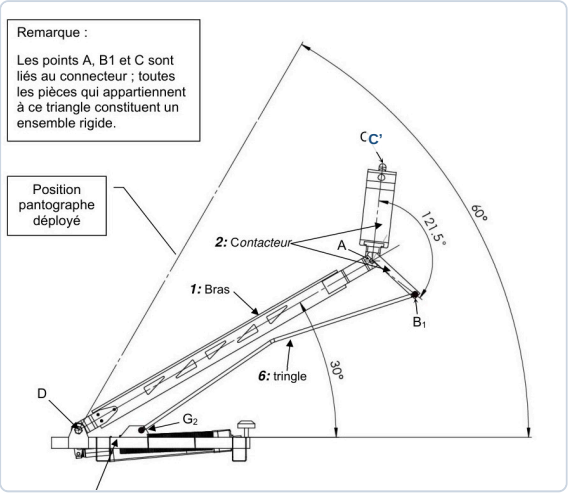
✓ RÉPONSE À RETENIR

B1’ : intersection des cercles de centres G2 et A’, de rayons G2B1 et AB1.

Question A.6. Déterminer sur l'épure la position C' du point C lorsque le pantographe est complètement déployé.

A, B1 et C appartiennent à un même ensemble rigide. Après avoir placé A' et B1', construire C' en conservant les distances AC et B1C. L'intersection des cercles de centres A' et B1', de rayons AC et B1C, située du côté du contacteur, détermine sa position déployée.

DRS2 : construction de C'



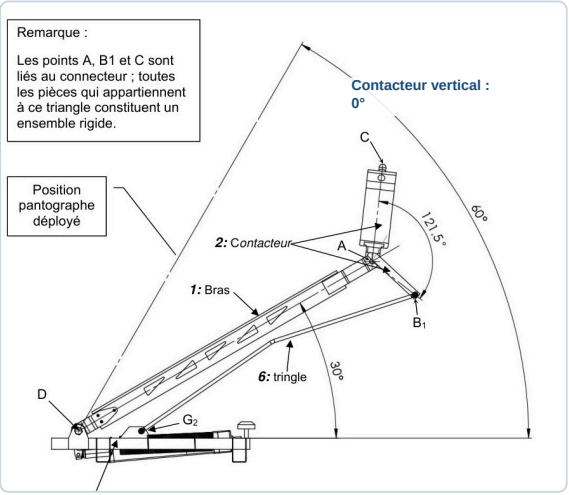
✓ RÉPONSE À RETENIR

C' se construit en conservant AC et B1C dans la position déployée.

Question A.7. Indiquer l'angle d'inclinaison du contacteur et vérifier, à partir de l'épure, que le pantographe est vertical en position déployée.

La position déployée du contacteur est représentée verticale sur l'épure DRS2. Son inclinaison par rapport à la verticale est donc nulle. La tringle 6 fait pivoter le contacteur pendant le mouvement pour compenser l'orientation du bras, qui atteint 60° par rapport à l'horizontale.

DRS2 : contrôle de la verticalité



✓ RÉPONSE À RETENIR

Inclinaison du contacteur : 0° par rapport à la verticale ; verticalité respectée.

Question A.8. À partir des documents DTS1, DTS2 et DTS3, justifier le choix de la vitesse de la tige du vérin électrique comme paramètre d'entrée de la simulation du repliement du pantographe.

La vitesse de tige est directement imposée au vérin et constitue donc une commande indépendante. Sur DTS3, elle est constante à 22 mm/s. Les vitesses angulaire du bras et verticale du contacteur varient au cours du mouvement : elles sont des conséquences de la géométrie du mécanisme. La vitesse de tige est ainsi l'entrée pertinente pour piloter la simulation.

✓ RÉPONSE À RETENIR

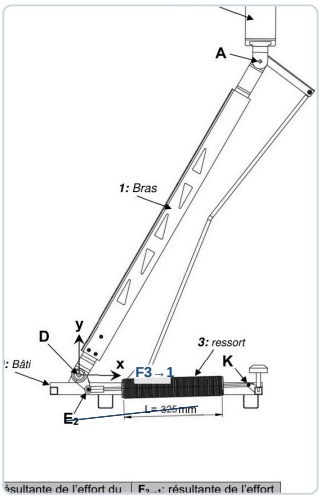
La vitesse de tige, constante et commandée, est l'entrée adaptée ; les autres vitesses résultent de la cinématique.

Partie B : rôle des ressorts

Question B.1. Préciser et justifier la direction de l'effort des ressorts sur le bras, puis tracer cette direction sur la figure du document réponse DRS3.

Le vérin n'agit pas dans la position étudiée. L'équilibre du bras impose que la résultante des ressorts compense les efforts du bâti et du contacteur. Les composantes correspondantes sont dirigées vers les x et y positifs : la résultante pointe vers la droite et très légèrement vers le haut. Tracer cette direction depuis E2.

DRS3 : direction de l'effort des ressorts



✓ RÉPONSE À RETENIR

Depuis E2, direction vers la droite et légèrement vers le haut.

Question B.2. À partir des caractéristiques du ressort et de sa longueur représentée sur DRS3, calculer l'intensité de l'effort exercé par un ressort sur le bras, en déduire l'intensité de l'effort des deux ressorts et reporter cette valeur dans le tableau.

L'allongement d'un ressort vaut 325 − 267 = 58 mm. Avec la loi de Hooke, $F = k(L - L_0) = 27 \times 58 = 1\,566$ N. Les deux ressorts identiques fournissent une résultante d'environ 3 132 N. Reporter cette intensité dans la dernière ligne de la colonne $F_{3\to1}$.

DRS3 : intensité des ressorts

Action	$F_{3\to1}$: résultante de l'effort des deux ressorts sur le bras en E_2	$F_{0\to1}$: résultante de l'effort du bâti sur le bras (liaison pivot) en D	$F_{2\to1}$: résultante de l'effort du contacteur sur le bras en A
X		- 3130 N	0
Y		169 N	-256 N
Z		0 N	0
Intensité de l'effort	…… 3 132 N	3134 N	256 N

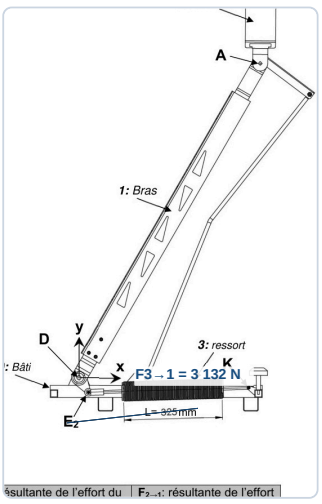
✓ RÉPONSE À RETENIR

Un ressort : 1 566 N ; deux ressorts : 3 132 N.

Question B.3. Représenter au point E2, sur le document réponse DRS3, l'effort des ressorts sur le bras en respectant l'échelle indiquée.

La résultante des deux ressorts s'applique en E2 et pointe vers la droite, très légèrement vers le haut. À l'échelle de 1 cm pour 1 000 N, sa longueur graphique vaut 3 132/1 000 = 3,132 cm. Tracer le vecteur à partir de E2 dans cette direction.

DRS3 : vecteur des ressorts à l'échelle



✓ RÉPONSE À RETENIR

Vecteur appliqué en E2, vers la droite et légèrement vers le haut, longueur 3,13 cm.

Question B.4. Expliquer pourquoi l'effort du vérin augmente pendant la phase de repliement du pantographe, puis expliquer pourquoi la puissance développée par le vérin augmente pendant cette phase.

Lors du repliement, la distance K-E2 augmente : les ressorts s'allongent et s'opposent davantage au mouvement. L'effort que doit fournir le vérin augmente donc. La puissance mécanique dépend de P = Fv. Comme la vitesse de tige est constante, l'augmentation de l'effort entraîne celle de la puissance.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'allongement des ressorts accroît l'effort résistant ; à vitesse constante, la puissance augmente aussi.

Question B.5. Expliquer le comportement du vérin pendant la phase de déploiement du pantographe.

Au déploiement, les ressorts se détendent et restituent l'énergie emmagasinée pendant le repliement. Ils assistent ainsi l'ouverture du pantographe. Le vérin fonctionne en sens inverse pour commander et contrôler le mouvement, avec un effort moindre qu'au repliement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les ressorts assistent le déploiement ; le vérin commande et régule le mouvement en sens inverse.

Question B.6. Conclure sur l'utilité des ressorts pour le fonctionnement du pantographe.

En position déployée, les ressorts contribuent à maintenir l'effort presseur nécessaire au contact électrique. Pendant le déploiement, ils restituent de l'énergie et assistent l'ouverture. Ils améliorent ainsi le contact et limitent l'effort demandé au vérin.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les ressorts favorisent le contact électrique et assistent le déploiement en réduisant l'effort demandé au vérin.

Partie C : choix du vérin

Question C.1. Relever le temps de repliement du pantographe défini dans la simulation DTS3 et conclure sur le respect de l'exigence du cahier des charges, qui impose une durée comprise entre 3 et 5 secondes.

Le mouvement simulé dans DTS3 dure 4,28 s. Cette durée est comprise entre les limites de 3 et 5 s fixées par le cahier des charges : l'exigence est satisfaite.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Durée de repliement : 4,28 s ; exigence de 3 à 5 s respectée.

Question C.2. Relever dans le document DTS3 l'effort maximum que doit fournir le vérin pour replier le pantographe.

Sur le graphe DTS3 de l'effort fourni par le vérin, la valeur augmente jusqu'à la fin de la simulation. Le maximum lu à l'extrémité de la courbe est 4 474 N.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Effort maximal : 4 474 N.

Question C.3. À partir de l'effort maximal relevé et du document DTS4, déterminer les références des vérins capables de fournir cet effort.

L'effort maximal demandé est 4 474 N. Dans le tableau DTS4, les vérins de type B capables de supporter au moins cette charge sont les modèles 10B et 20B, annoncés à 4 500 N, ainsi que le 21B, annoncé à 6 800 N. Le modèle 05B, limité à 2 250 N, est insuffisant.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Références compatibles en effort : DAxx-10B65, DAxx-20B65 et DAxx-21B65.

Question C.4. Relever la vitesse de translation de la tige et la course maximale du vérin à partir des documents DTS3 et DTS4, puis indiquer la référence complète du vérin qui peut être utilisé.

DTS3 indique une vitesse de tige de 22 mm/s. La course représentée varie de −21,5 mm à 61,7 mm, soit 83,2 mm. Le standard immédiatement supérieur est 100 mm. Avec une alimentation de 24 V et une vis à billes de type B, la référence complète correspondante est DA24-10B65M10.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vitesse : 22 mm/s ; course nécessaire : 83,2 mm, standard 100 mm ; vérin DA24-10B65M10.

Partie D : dimensionnement du bras

Question D.1. Relever dans le document DTS5 la limite d'élasticité du matériau et reporter cette valeur dans le document réponse DRS4.

DTS5 donne la même limite d'élasticité pour les deux bras, réalisés dans le même matériau. Reporter la valeur indiquée dans la case correspondante du DRS4.

DRS4 : limite d'élasticité

Limite d'élasticité du matériau	.....

282,7 MPa

	Bras en tôle pleine	Bras en tôle ajourée
Contrainte maxi	.....	.....
Déformation maxi	.....	.....
Masse	.....	.....
Coefficient de sécurité	.....	.....

Comparaison des comportements :

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Limite d'élasticité : 282,7 MPa.

Question D.2. Pour chacune des deux formes du bras, relever la contrainte maximale, le déplacement maximal et la masse à partir du document DTS5. Calculer le coefficient de sécurité de chaque forme et reporter les résultats dans DRS4.

Le coefficient de sécurité est le rapport entre la limite d'élasticité et la contrainte maximale. Les valeurs des deux simulations DTS5 donnent les résultats suivants.

Forme	Contrainte max.	Déformation max.	Masse	Coefficient de sécurité
Tôle pleine	74,23 MPa	2,196 mm	23 kg	3,81
Tôle ajourée	71,96 MPa	1,794 mm	19 kg	3,93

DRS4 : résultats des deux bras

Limite d'élasticité du matériau	.....

	Bras en tôle pleine	Bras en tôle ajourée
Contrainte maxi	.....	.....
Déformation maxi	.....	.....
Masse	.....	.....
Coefficient de sécurité	.....	.....

74,23 MPa 71,96 MPa

2,196 mm 1,794 mm

Comparaison des comportements :

23 kg 19 kg

3,81 3,93

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Plein : 74,23 MPa, 2,196 mm, 23 kg, coefficient 3,81. Ajouré : 71,96 MPa, 1,794 mm, 19 kg, coefficient 3,93.

Question D.3. Comparer les deux formes du bras en termes de résistance et de rigidité, puis choisir et justifier la solution la plus pertinente.

Le bras ajouré présente une contrainte maximale et une déformation plus faibles que le bras plein : il est légèrement meilleur en résistance et plus rigide. Sa masse est aussi inférieure de 4 kg. Les deux coefficients de sécurité dépassent 1, mais le bras ajouré offre le meilleur compromis mécanique et de masse.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Choisir le bras ajouré : plus léger, plus rigide et légèrement meilleur en résistance.

SYNTHÈSE DE L'ÉPREUVE & RÉFÉRENTIEL • BAC STI2D

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2023)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité STI2D, Innovation technologique et éco-conception, session 2023, code 23-2D2IDITECLR1, durée 4 heures, coefficient non imprimé. La partie commune étudie la pertinence du Trambus du Pays Basque sur les plans sociétal, écologique et économique, son autonomie et la stabilité de sa borne. La partie spécifique porte sur la cinématique, les ressorts, le vérin et le dimensionnement du bras du pantographe.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Distance parcourue : distance quotidienne multipliée par le nombre de jours d'utilisation sur la durée considérée.
- Énergie électrique : E = P × t, avec une durée t exprimée en heures pour obtenir l'énergie en kW·h.
- Effort d'un ressort : F = k × (L − L0), en veillant à utiliser des unités cohérentes.
- Coefficient de sécurité : limite d'élasticité du matériau divisée par la contrainte maximale calculée.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les minutes en heures avant d'utiliser E = P × t et convertir les grammes de CO_2 en tonnes.
- Respecter la consigne d'arrondir au nombre entier supérieur pour le nombre de trajets aller-retour par véhicule.
- Sur les épures et schémas, respecter les points, centres, directions, échelles et positions demandés.
- Comparer les formes du bras selon la résistance, la déformation et la masse, sans confondre contrainte et déplacement.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer l'énergie reçue pendant un biberonnage de cinq minutes ?

Utilisez E = P × t, avec la puissance en kilowatts et le temps en heures. Cinq minutes correspondent à 5/60 heure. Le résultat est une énergie en kW·h, à comparer à l'énergie consommée pour le trajet.

Q : Comment déterminer l'effort exercé par les deux ressorts ?

Calculez d'abord l'allongement d'un ressort, L − L0, dans une unité cohérente avec la raideur k. Appliquez F = k × (L − L0) pour un ressort, puis additionnez les efforts des deux ressorts si leurs actions sont identiques.

Q : Comment organiser les deux parties pendant les quatre heures ?

La partie commune vaut 12 points et sa durée indicative est de 2 h 30. La partie spécifique vaut 8 points et sa durée indicative est de 1 h 30. Les parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans n'importe quel ordre.

Q : Quels éléments faut-il faire apparaître dans une comparaison des bras ?

Relevez pour chaque forme la contrainte maximale, le déplacement maximal et la masse, puis calculez le coefficient de sécurité à partir de la limite d'élasticité. Justifiez le choix en reliant résistance, rigidité et masse aux résultats.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacsti2d.fr/assets/annales/bac-sti2d/Ingénierie, innovation et développement durable/2023/Bac STI2D - Ingénierie, innovation et développement durable - Session 2023 - 3-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.