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

Étude d’un charge-tout à déversement latéral

Session 2003 • Code sujet : **CRCP** • Durée : **Non indiquée**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Recherche de la course des vérins d’inclinaison du portique** (6 questions) — **Page 3**
2. **Vérification du risque de non-basculement et des charges sur les essieux** (6 questions) — **Page 7**
3. **Conformité du véhicule en roulage sur route** (1 question) — **Page 11**
4. **Vérification du choix des composants hydrauliques** (3 questions) — **Page 12**
5. **Vérification de la résistance de la poutre supérieure du portique** (3 questions) — **Page 13**
6. **Ce qu’il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 15**

Sujet officiel (PDF) : https://btscav.fr/assets/annales/bts-cav/E4 - Physique-chimie/2003/BTS CAV - E4 - Physique-chimie - Session 2003 - 1-Sujet.pdf

1. Recherche de la course des vérins d’inclinaison du portique

L’étude porte sur une ossature montée sur un châssis cabine IVECO, équipée d’un portique inclinable et d’un porte-fourche extensible. Les documents techniques et les documents réponses servent à identifier les composants hydrauliques et à représenter une configuration de travail pour déterminer l’inclinaison et la course des vérins.

Fonctions des composants

Question 1-1-1. À partir du document technique DT 1/9, donner la fonction technique des composants repérés 10, 12 et 45.

Les repères correspondent aux organes décrits dans les pages du sujet. Les béquilles 10 sont déployées pour mettre le véhicule en appui pendant le chargement. Les vérins 12 bloquent le pont arrière, comme indiqué pour la configuration de manutention. Le vérin 45 allonge le porte-fourche. Ces fonctions distinguent la stabilisation du véhicule, le blocage du pont et le mouvement du porte-fourche.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> 10 : béquilles de stabilisation. 12 : vérins de blocage du pont arrière. 45 : vérin d’allongement du porte-fourche.

Inclinaison du portique

Question 1-2-1. Sur le document dossier réponse page 1, repérer les deux vérins qui provoquent l’inclinaison du portique (4).

Le portique 4 pivote sous l’action de deux vérins d’inclinaison commandés ensemble. Sur le document réponse, repérer ces deux vérins, situés de part et d’autre du portique dans l’ensemble hydraulique. Ne pas les confondre avec le vérin 45, qui commande l’allongement du porte-fourche. Le schéma ci-dessous indique uniquement la fonction des deux vérins, sans remplacer leur repérage sur le document réponse.

Vérins commandant l’inclinaison du portique

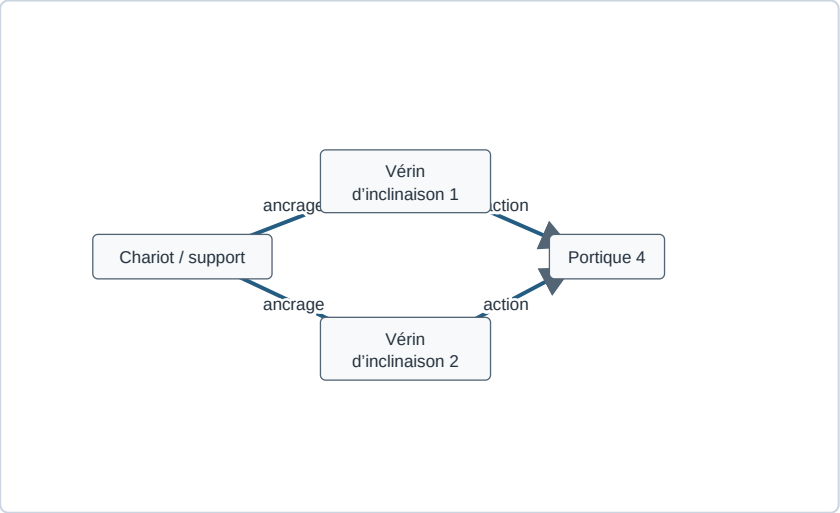


Schéma fonctionnel des deux vérins à repérer sur le document réponse.

✓ RÉPONSE À RETENIR

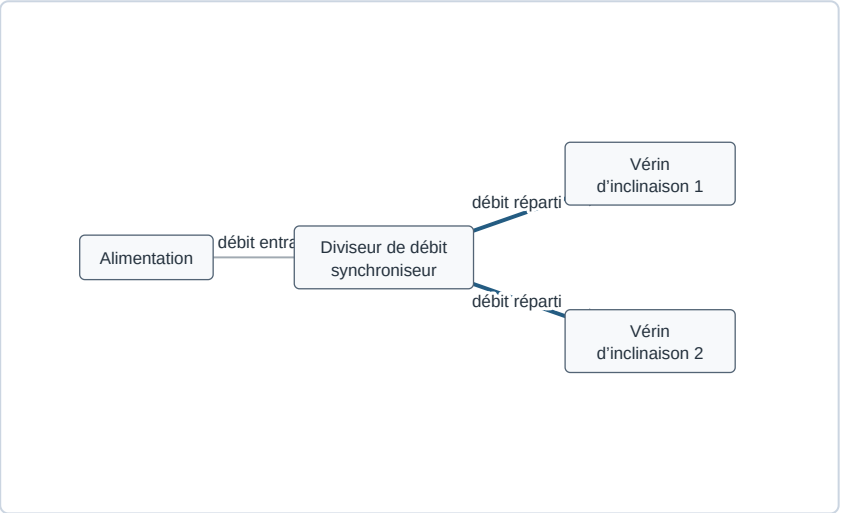
Repérer les deux vérins hydrauliques qui commandent simultanément la rotation du portique 4.

Synchronisation hydraulique

Question 1-2-2. Sur le document dossier réponse page 1, repérer et nommer le composant hydraulique qui réalise la synchronisation de l'inclinaison du portique, puis donner sa désignation.

Le composant recherché est l'organe hydraulique placé sur les branches alimentant les deux vérins d'inclinaison. Sa fonction est de partager le débit entre ces branches pour synchroniser leur déplacement. Sur le document réponse, repérer le symbole relié aux deux circuits des vérins, puis le désigner comme un diviseur de débit synchroniseur. Cette désignation fonctionnelle ne précise pas une référence ou une technologie particulière.

Organe de synchronisation des vérins



Principe fonctionnel de la synchronisation hydraulique.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Composant à repérer : diviseur de débit synchroniseur, répartissant le débit vers les deux vérins d'inclinaison.

Position du portique et du porte-fourche

Question 1-3-1. À partir des documents techniques DT 5/9, DT 6/9 et DT 7/9, représenter sur le document dossier réponse page 2 le portique et le porte-fourche dans la position où la partie inférieure du porte-fourche touche le sol et où celui-ci est ouvert à 90 % de sa capacité, soit la hauteur porte-fourche fermé augmentée de 90 % de la course du vérin 45.

La configuration à tracer combine deux conditions : le bas du porte-fourche touche le sol et le porte-fourche est ouvert à 90 % de sa course utile. La hauteur visée est la hauteur du porte-fourche fermé, augmentée de 90 % de la course du vérin 45. Tracer ensuite le portique dans la position compatible avec les liaisons et les dimensions indiquées par les documents techniques.

1. Placer le bas du porte-fourche au contact du sol.
2. Régler son ouverture à la hauteur fermée plus 90 % de la course du vérin 45.
3. Tracer le portique selon les liaisons du dossier technique.

Conditions à représenter pour la position demandée

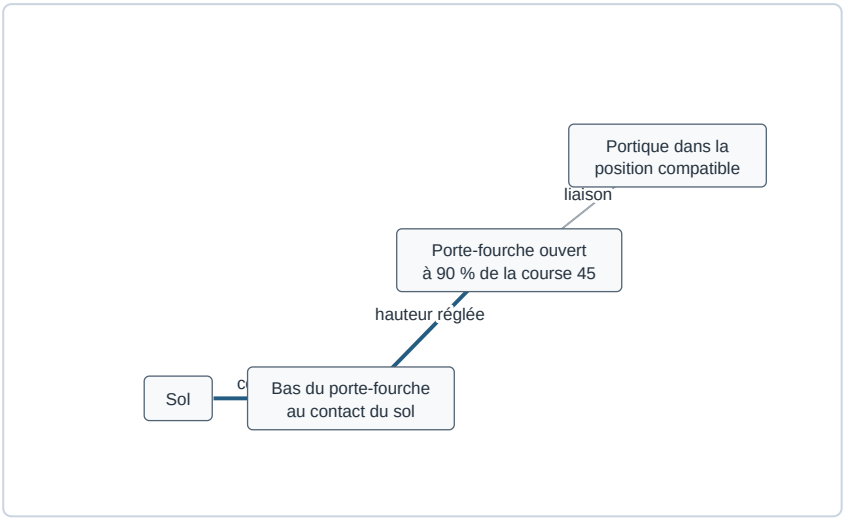


Schéma de principe non à l'échelle ; les dimensions et la géométrie sont à reporter d'après les documents techniques.

✓ RÉPONSE À RETENIR

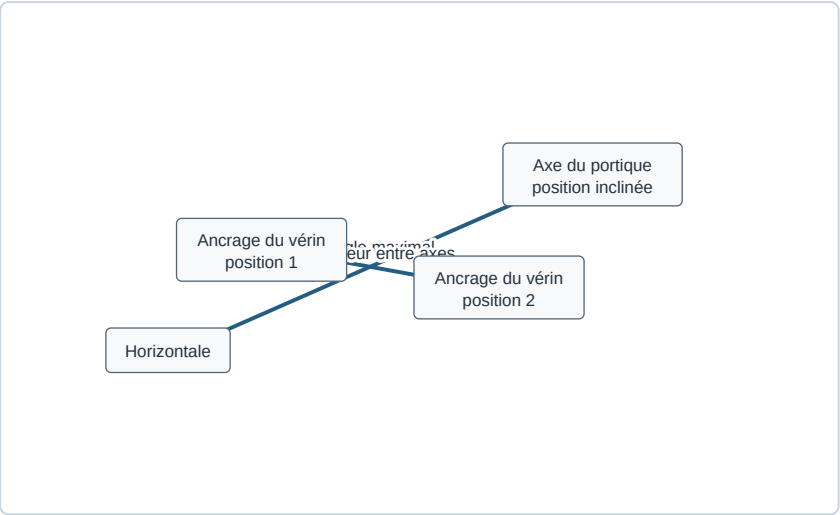
Bas du porte-fourche au sol ; ouverture égale à la hauteur fermée augmentée de 90 % de la course du vérin 45.

Angle et course des vérins

Question 1-3-2. À partir de la position représentée, déduire la valeur maximale de l'angle d'inclinaison du portique par rapport à l'horizontale ainsi que la course des vérins d'inclinaison du portique.

L'angle maximal se mesure entre l'horizontale et l'axe du portique dans la configuration tracée à la question précédente. Pour obtenir la course des vérins, relever sur les positions extrêmes les distances entre leurs axes d'ancrage, puis calculer l'écart entre ces longueurs. La valeur numérique de l'angle et celle de la course dépendent des cotes des documents techniques DT 5/9, DT 6/9 et DT 7/9.

Mesures à relever pour l’inclinaison et la course



Repères de mesure ; les valeurs exactes se lisent sur les documents techniques.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Angle maximal : à mesurer par rapport à l’horizontale sur la position tracée. Course : différence des longueurs entre axes aux positions extrêmes.

Position du centre de gravité

Question 1-3-3. En considérant le chargement normal recommandé par la notice, avec alignement vertical du centre de gravité de la charge et de l’anneau de liaison entre la fourche et le portique, déduire la distance maximale du centre de gravité G de la charge par rapport à l’axe des béquilles.

Le chargement normal impose l’alignement vertical du centre de gravité G avec l’anneau de liaison entre la fourche et le portique. La distance demandée est horizontale, de l’axe des béquilles à l’axe vertical passant par G. Sur le schéma de la phase de chargement, cette distance est directement cotée : il ne faut pas la confondre avec les autres cotes entre essieux et axes de gravité.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Distance maximale entre l’axe des béquilles et l’axe de G : 1,6 m.

2. Vérification du risque de non-basculement et des charges sur les essieux

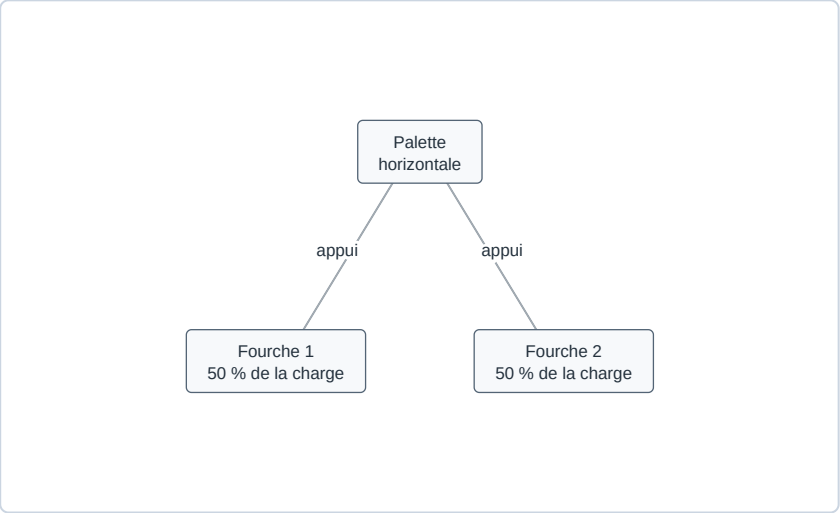
L'étude compare le comportement du camion pendant le chargement et le roulage avec une charge, à partir des poids pondérés et des positions de leurs axes. Elle traite le risque de basculement, le réglage de l'assiette du faux châssis et la tenue des pneumatiques au regard des charges calculées sur les essieux.

Modélisation de la palette

Question 2-1. Pour modéliser en deux dimensions le chargement d'une palette de glissières de sécurité, préciser si la palette doit être horizontale ou inclinée et indiquer comment la charge doit être répartie sur les deux fourches.

Pour représenter la palette dans le plan vertical du schéma, sa base doit rester horizontale. La charge doit être répartie également sur les deux fourches : chacune supporte la moitié du poids. Cette répartition symétrique permet de modéliser la charge par une résultante située dans le plan médian, sans déséquilibre latéral. Une charge décentrée entre les fourches ne respecterait pas l'hypothèse du problème plan.

Modèle plan de la palette



Répartition symétrique nécessaire à la modélisation dans un plan.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Palette horizontale ; charge répartie à parts égales sur les deux fourches.

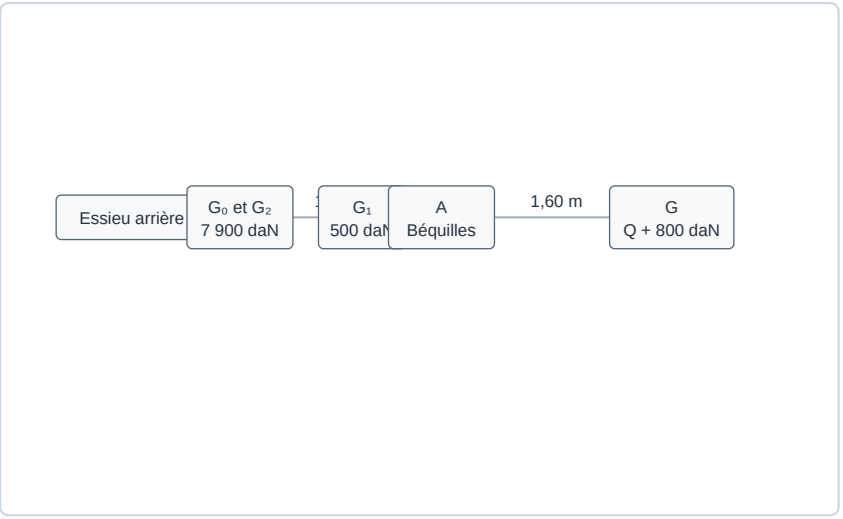
Phase de chargement

Question 2-2. Avec le centre de gravité G de la charge positionné à 1,6 m de l'axe des béquilles, déterminer la charge maximale évitant le basculement lorsque le châssis est horizontal, le pont arrière est bloqué par les vérins 12, les béquilles 10 sont installées et les roues au point A ne sont plus en contact avec le sol.

À la limite du basculement, les moments autour de l'axe des béquilles A s'équilibrent. Sur le schéma de chargement, A est à 2,10 m de l'essieu arrière ; les axes G_0 et G_2 sont à 0,90 m de cet essieu, et G_1 à 1,55 m. Leurs bras de levier par rapport à A valent donc 1,20 m et 0,55 m. Ainsi : $(5900 + 2000) \times 1,20 + 500 \times 0,55 =$

$(Q + 800) \times 1,60$, où Q est la charge utile.

Moments autour de l'axe des béquilles A



Les poids à gauche de A s'opposent au moment des poids appliqués en G.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Charge utile maximale avant basculement : 5 297 daN environ.

Coefficient de sécurité

Question 2-3. Déduire le coefficient de sécurité sur la charge, sachant que la charge utile maximale autorisée est de 2000 daN.

Le coefficient de sécurité sur la charge est le rapport entre la charge utile maximale avant basculement et la charge utile autorisée. La limite calculée en phase de chargement est de 5 296,875 daN ; la charge autorisée est de 2 000 daN. On obtient donc $s = 5296,875/2000 = 2,6484$. La charge autorisée est ainsi environ 2,65 fois plus faible que la charge théorique de basculement.

Calcul du coefficient de sécurité

Grandeur	Valeur
Charge limite avant basculement	5 296,875 daN
Charge utile maximale autorisée	2 000 daN
Coefficient de sécurité	2,65

Rapport de la charge limite à la charge autorisée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

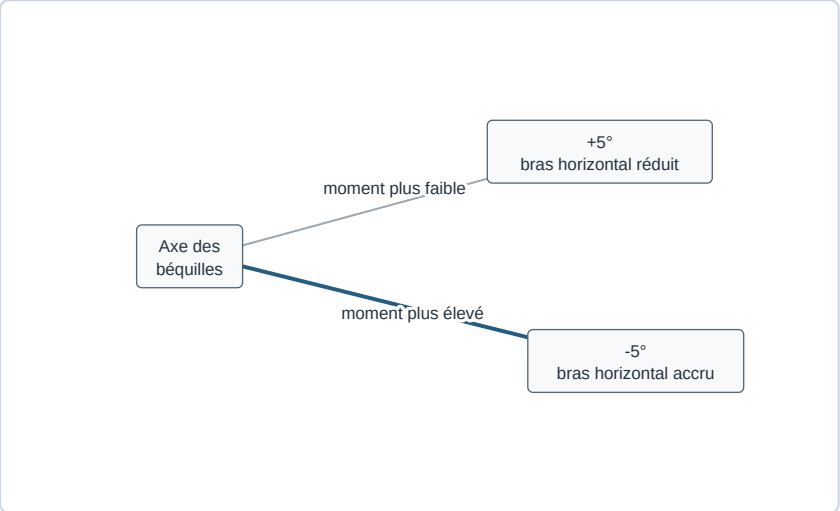
Coefficient de sécurité sur la charge : 2,65 environ.

Assiette du faux châssis

Question 2-4. À partir des consignes particulières d'utilisation du document technique DT 2/9, déterminer si le réglage d'assiette du faux châssis à +5° ou à -5° est le plus défavorable au regard du risque de non-basculement et justifier le choix.

Le réglage à -5° est le plus défavorable au non-basculement. Dans cette configuration, l'inclinaison du faux châssis augmente la projection horizontale de la distance entre l'axe des béquilles et le centre de gravité de la charge. Le moment de basculement, égal au poids de la charge multiplié par ce bras de levier horizontal, augmente donc. À +5°, cette projection est plus faible et le risque de basculement diminue.

Effet du réglage d'assiette sur le bras de levier



Le moment de basculement dépend de la projection horizontale du bras de levier.

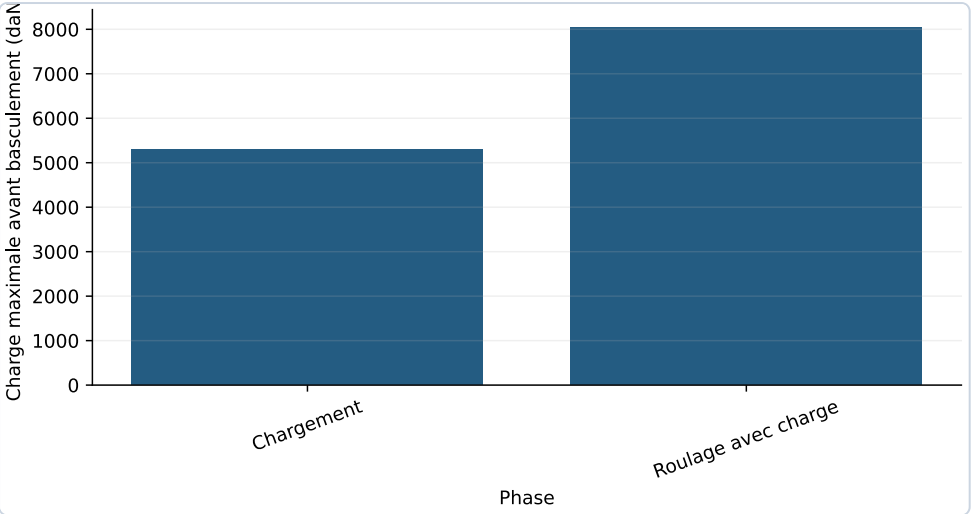
✓ RÉPONSE À RETENIR

Le réglage à -5° est le plus défavorable : il augmente le bras de levier horizontal de la charge.

Phase de roulage avec charge

Question 2-5. En comparant la phase de chargement et la phase de roulage avec charge, pour laquelle la charge maximale calculée est de 8040 daN, déterminer quelle phase est la plus défavorable au regard du risque de non-basculement.

Une charge maximale admissible plus faible correspond à un basculement qui survient pour une charge moindre. En phase de chargement, la limite obtenue à la question 2-2 est de 5 296,875 daN. En phase de roulage avec charge, le sujet donne une limite de 8 040 daN. La comparaison montre donc que le chargement est la situation la plus contraignante vis-à-vis du non-basculement.



✓ RÉPONSE À RETENIR

La phase de chargement est la plus défavorable : 5 297 daN contre 8 040 daN en roulage.

Tenue des pneumatiques

Question 2-6. En phase de roulage chantier avec une charge d'essai de 3000 daN, utiliser les charges maximales calculées sur les essieux arrière et avant et les indices de charge des pneus 295/80R 22,5. Sur le document dossier réponse page 3, surligner les valeurs maximales et vérifier la tenue sous charge des pneumatiques.

À l'avant, les deux pneus sont montés en simple : l'indice 152 correspond à 3 550 kg par pneu. À l'arrière, les quatre pneus sont jumelés : on retient l'indice 146, soit 3 000 kg par pneu. En convertissant les capacités en daN avec $g = 9,81\,\mathrm{m\,s^{-2}}$, on obtient 6 965 daN à l'avant et 11 772 daN à l'arrière. Les charges calculées de 4 000 daN et 7 500 daN sont inférieures à ces capacités.

Vérification de la tenue des pneumatiques

Essieu	Charge calculée	Capacité calculée	Contrôle
Avant : 2 pneus, indice 152	4 000 daN	6 965 daN	Conforme
Arrière : 4 pneus jumelés, indice 146	7 500 daN	11 772 daN	Conforme

Capacités converties à partir des charges associées aux indices des pneus.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Avant : 4 000 < 6 965 daN. Arrière : 7 500 < 11 772 daN. Pneumatiques conformes.

3. Conformité du véhicule en roulage sur route

Cette partie porte sur le certificat de carrossage du véhicule en roulage sur route. Les données du document technique DT 4/9 permettent de renseigner la répartition du poids du chargement et celle du poids total en charge.

Certificat de carrossage

Question 3-1. À l'aide du document technique DT 4/9, compléter le certificat de carrossage du document dossier réponse page 4 en renseignant les paragraphes « Répartition du poids du chargement » et « Répartition du poids total en charge ».

Dans « Répartition du poids du chargement », reporter les charges du chargement sur l'essieu avant et l'essieu arrière telles qu'indiquées dans le DT 4/9. Dans « Répartition du poids total en charge », inscrire les charges totales par essieu du DT 4/9, puis vérifier que leur somme correspond au poids total du véhicule chargé. Les charges pondérées utilisées pour l'étude du non-basculement ne sont pas les valeurs du certificat de carrossage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Reporter les répartitions avant et arrière du chargement et du poids total en charge indiquées dans le DT 4/9.

4. Vérification du choix des composants hydrauliques

L'étude vérifie si l'un des vérins du portique peut fournir l'effort nécessaire à son relevage pendant le chargement d'une palette. Elle prend en compte une pression utile de pompe de 270 bars, une charge de calcul de 4420 daN et les dimensions du piston et de la tige.

Ancrages du vérin

Question 4-1. À l'aide du document technique DT 6/9 et du document dossier réponse page 5, indiquer les points d'ancrage du vérin étudié.

Le vérin est monté entre le chariot et le portique. Son ancrage côté chariot est distinct du pivot Bx, qui articule le portique. Repérer sur DT 6/9 les deux axes d'articulation aux extrémités du vérin, puis les reporter sur le document réponse.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Ancrages : un axe sur le chariot et un axe sur le portique, aux extrémités du vérin.

Effort du vérin

Question 4-2. Dans la configuration de chargement décrite, déterminer la valeur de l'action mécanique appliquée par l'un des vérins sur le portique, en tenant compte de la charge P de 4420 daN et des hypothèses données.

À l'équilibre des moments autour de Bx, les deux vérins symétriques équilibrent le moment de la charge : **2Fd = 4 420 × 1,6 = 7 072 daN·m**. Ici, *d* est le bras de levier perpendiculaire entre Bx et l'axe d'action du vérin, à relever sur DT 6/9. L'effort demandé à chaque vérin vaut donc $F = 3\,536/d$ daN, avec *d* en mètres.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Effort par vérin : **F = 3 536/d daN**, où *d* est le bras de levier mesuré sur DT 6/9, en mètres.

Pression hydraulique

Question 4-3. Avec un piston de diamètre 90 mm, une tige de diamètre 40 mm et une pression utile de pompe de 270 bars, vérifier si la pression disponible est suffisante pour le vérin.

La force hydraulique vaut $F = pS$. À 270 bar, la surface côté piston (extension) donne une force maximale de **17 177 daN**. Côté tige (rétraction), la surface annulaire donne **13 784 daN**. Il faut comparer l'effort requis en 4-2 à la capacité correspondant au sens de mouvement indiqué par DT 6/9. Le bras de levier minimal requis est respectivement de 0,206 m en extension et de 0,257 m en rétraction.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> Pression suffisante si l'effort requis ne dépasse pas 17 177 daN en extension, ou 13 784 daN en rétraction.

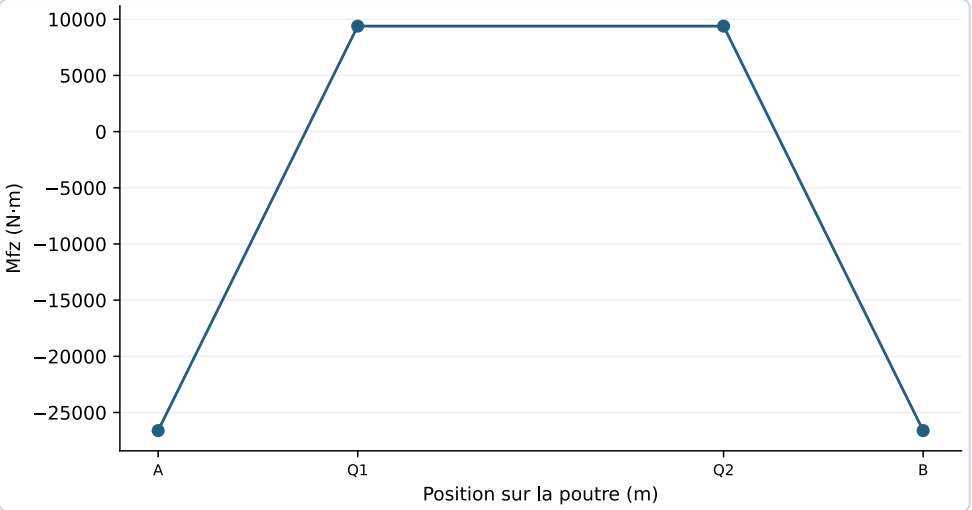
5. Vérification de la résistance de la poutre supérieure du portique

La poutre supérieure du portique est modélisée comme une poutre soumise à deux charges concentrées Q1 et Q2 de 3000 daN chacune, correspondant à un essai de résistance. L'étude porte sur les moments fléchissants, le dimensionnement d'un tube creux et la comparaison des masses du modèle calculé et de la poutre construite.

Moments fléchissants et dimensionnement

Question 5-1. Sur le document dossier réponse page 6, compléter les graphes des moments fléchissants Mfz pour la charge Q1 puis pour la charge Q2. Appliquer le principe de superposition pour construire le graphe correspondant aux charges Q1 et Q2 réunies, puis calculer les dimensions d'un tube creux pouvant supporter cet état de charge.

Par superposition, aux appuis A et B : $-19\,670 - 6\,941 = -26\,611$ N·m. Les charges sont à 1,2 m et 3,4 m de A ; l'interpolation linéaire donne environ $9\,390$ N·m sous chacune. Le moment maximal en valeur absolue est donc 26 611 N·m. La contrainte admissible vaut $240/8 = 30$ MPa. Pour un tube de rapport $d/D = 0,8$, $W = \pi D^3(1 - 0,8^4)/32$, d'où $D \geq 248,2$ mm et $d \geq 198,6$ mm.



✓ RÉPONSE À RETENIR

Moments combinés : −26 611 N·m aux appuis et environ 9 390 N·m sous chaque charge. Tube minimal : diamètre extérieur 248,2 mm, diamètre intérieur 198,6 mm.

Masse du tube calculé

Question 5-2. Pour le tube de diamètre extérieur 220 mm et d'épaisseur 20 mm obtenu par traitement informatique, déterminer la masse de la poutre en utilisant une masse volumique de l'acier de 7800 kg/m³.

La longueur de poutre indiquée sur le schéma est de 4,60 m. Pour le tube de diamètre extérieur 220 mm et d'épaisseur 20 mm, le diamètre intérieur vaut $220 - 2 \times 20 = 180$ mm. Le volume d'acier est celui d'un cylindre extérieur moins le cylindre intérieur : $V = \frac{\pi}{4}(0,220^2 - 0,180^2) \times 4,60 = 0,0578$ m³. Avec $\rho = 7\,800$ kg/m³, on obtient $m = \rho V$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masse du tube de 220 mm de diamètre et 20 mm d'épaisseur, sur 4,60 m : environ 451 kg.

Masse de la poutre construite

Question 5-3. Déterminer la masse de la poutre constituée d'un tube de diamètre 112 mm et d'épaisseur 10 mm sur lequel est soudé un HEA 100 × 100 × 5, puis conclure sur le choix effectué par le constructeur.

Le tube de 112 mm d'épaisseur 10 mm a une section d'acier de $\frac{\pi}{4}(112^2 - 92^2) = 3\,204$ mm². En assimilant le profilé soudé aux dimensions du schéma à deux ailes de 100 × 5 mm et une âme de 90 × 5 mm, sa section vaut 1 450 mm². Pour 4,60 m, la masse totale est $(3\,204 + 1\,450) \times 10^{-6} \times 4,60 \times 7\,800$, soit environ 167 kg. Cette estimation repose sur la géométrie simplifiée du profilé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masse estimée de la poutre construite : 167 kg. Elle est environ 284 kg plus légère que le tube de 220 × 20 mm.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2003)

Bilan de l'épreuve : Ce dossier CRCP, sans session ni année indiquées, étudie un charge-tout à déversement latéral monté sur châssis cabine IVECO. Le code imprimé est CRCP; la durée et le coefficient ne sont pas précisés. Ses cinq parties évaluent l'identification des composants hydrauliques, la course des vérins, la stabilité et les charges par essieu, la conformité routière, puis le dimensionnement hydraulique et la résistance de la poutre supérieure du portique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Le non-basculement se vérifie en comparant les moments des poids autour de l'axe de basculement.
- La charge maximale d'un essieu doit être comparée à la capacité admissible des pneumatiques correspondants.
- La force hydraulique d'un vérin s'évalue par F = pA, avec la surface utile adaptée au sens du mouvement.
- En flexion, σ = Mmax / (I/v) et la contrainte doit rester inférieure à la contrainte admissible.

Points de vigilance & attentes du jury

- Repérer les axes, les distances et le sens des moments sur les schémas avant tout calcul de stabilité.
- Distinguer les configurations de chargement, de roulage chantier et de roulage route.
- Utiliser la surface du piston ou la section annulaire selon le côté du vérin soumis à la pression.
- Pour la superposition des moments, conserver les signes et vérifier les valeurs aux points A, C et B.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment vérifier le risque de basculement pendant la phase de chargement ?

On choisit l'axe de basculement associé à la configuration, puis on calcule les moments des poids à partir de leurs bras de levier. L'équilibre limite permet de déterminer la charge maximale avant le basculement.

Q : Quelle surface faut-il utiliser pour calculer l'effort d'un vérin ?

À l'extension, la pression agit normalement sur toute la surface du piston. À la rentrée, elle agit sur la surface annulaire, égale à la surface du piston moins celle de la tige.

Q : Le dossier indique-t-il une durée ou un barème pour l'épreuve ?

Les pages fournies ne précisent ni durée, ni coefficient, ni barème. Elles présentent un dossier de travail de sept pages, avec des questions numérotées réparties en cinq parties.

Q : Quels critères respecter pour vérifier la poutre supérieure ?

Il faut appliquer le principe de superposition en conservant les signes des moments, puis retenir le moment maximal. La contrainte calculée doit respecter la contrainte admissible déduite de Re et du coefficient de sécurité.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btscav.fr/assets/annales/bts-cav/E4 - Physique-chimie/2003/BTS CAV - E4 - Physique-chimie - Session 2003 - 1-Sujet.pdf
Ressources BTS Construction et Aménagement de Véhicules : 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.