

CRCP

BTS CRC

Epreuve : CONDUITE DE PROJET

ETUDE D'UN CAMION ECHELLE

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 4

COMPOSITION DES DOCUMENTS FOURNIS :

- dossier SUJET : documents repérés Su1 à Su11
- dossier ANNEXES : documents repérés An1 à An10
- dossier REPONSES : documents repérés DR1 à DR4

CRCP

BTS CRC

Epreuve : CONDUITE DE PROJET

ETUDE D'UN CAMION ECHELLE

dossier SUJET :

documents repérés

Su1 à Su11

BTS CRC**Epreuve : CONDUITE DE PROJET****ETUDE D'UN CAMION ECHELLE**

Le dossier sujet comporte 3 études indépendantes.

Pour chacune de ces études, certaines questions sont rendues indépendantes par l'apport de données propres aux valeurs à déterminer.

OBJECTIF DES 3 ETUDES

- étude 1 : vérifier la stabilité du véhicule
- étude 2 : déterminer les vérins utilisés pour le dressage de l'échelle
- étude 3 : déterminer le débit du moteur hydraulique utilisé pour le déploiement de l'échelle

PRESENTATION

Le sujet concerne l'étude partielle d'une échelle télescopique, installée sur un camion.

Ce dernier est destiné aux interventions (secours, sauvetage) assurées par les sapeurs pompiers (voir An1 et An2).

L'usage de l'échelle s'opère dans une amplitude de mouvements importante ; aussi, la gestion des opérations est centralisée et contrôlée par un microprocesseur dans le but de :

- sécuriser au maximum les intervenants
- protéger l'environnement dans lequel le camion évolue

le mouvement des différents organes est issu directement ou indirectement d'actionneurs hydrauliques. Ces actionneurs sont alimentés par une pompe elle-même entraînée par le moteur thermique diesel du camion.

MISE EN ŒUVRE DU CAMION ECHELLE LORS D'UNE INTERVENTION

(voir An1 et An2) chronologie des opérations :



- NB
- le dressage de l'échelle consiste à sa rotation autour d'un axe horizontal
 - le pivotement de l'échelle consiste à sa rotation autour d'un axe vertical
 - le déploiement de l'échelle consiste à son allongement
 - le dressage est l'opération la plus consommatrice de puissance

ETUDE 1**vérifier la stabilité du véhicule****CONFIGURATION DU VEHICULE CONSIDEREE**

- les 4 stabilisateurs du camion sont sortis (roues arrières délestées)
- l'échelle est manœuvrée dans toutes les positions limites

Pour des raisons de sécurité en cas d'intervention, la norme exige dans cette configuration, le respect d'un critère empêchant le basculement du véhicule. Ce critère concerne une charge minimale sur les stabilisateurs opposés à l'échelle.

CRITERE DE CHARGE MINIMALE

La résultante R des actions du sol sur les deux stabilisateurs, situés du côté opposé à l'échelle (exemple sur An3, stabilisateurs A et B), doit être telle que :



$\| R \| > 975 \text{ N}$ pour $\alpha < 65$ degrés



$\| R \| > 1462.5 \text{ N}$ pour α compris entre 65 et 75 degrés

Alpha = angle formé par l'échelle avec l'horizontale (appelé *angle de dressage*, exemple sur An 3 $\alpha = 51^\circ$)

Pratiquement, le contrôle centralisé interdit à l'échelle le domaine des positions dangereuses.

On considère la position présentée sur An3, pour laquelle on admet que :

- aucune des roues du camion ne touche le sol
- la surface de contact entre le sol et chaque stabilisateur est un plan horizontal d'aire 0.04 m^2 , ramené à un appui ponctuel
- le centre de gravité du châssis cabine est au point G_c
- le centre de gravité de la tourelle avec l'échelle, la plate forme, et 3 personnes est au point G_e

Les actions du sol sur les deux stabilisateurs A et B seront modélisées par la résultante unique \vec{R}

Question 11 :

Dans la position présentée sur An3, et dans le repère (X,Y,Z) indiqué, calculer les coordonnées du centre de gravité global du véhicule (comprenant : châssis cabine + échelle + tourelle + plate forme + personnel).

Question 12 :

Dans la position d'utilisation présentée sur An3 (angle de dressage de 51°), vérifiez analytiquement que le critère de charge minimale décrit précédemment est satisfait, soit :

$$\|\vec{R}\| > 975 \text{ N}$$

rappel : $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Le candidat devra décrire sa démarche de calcul (système isolé, bilan des actions extérieures, principe ou théorème employé).

Il pourra judicieusement choisir un plan d'étude vertical.

Question 13 :

A partir du graphique présenté sur An 7, relever la valeur de R pour un angle de dressage valant 5 degrés ; puis déterminer le coefficient de sécurité associé à cette position angulaire de l'échelle.

ETUDE 2**déterminer les vérins utilisés pour le dressage de l'échelle**CONFIGURATION DU VEHICULE CONSIDEREE

Conditions de fonctionnement :

- échelle totalement déployée
- échelle en mouvement de rotation d'axe horizontal par rapport à la tourelle, variant de -12 à $+75$ degrés (angle de dressage, exemple sur An 3 : l'angle de dressage vaut 51°)
- plate forme d'un poids de 4405 kg (incluant 3 personnes)
- 2 vérins opèrent le dressage et le maintien en position de l'échelle
- la pression maximale d'huile alimentant le vérin est de 32Mpa

Exécution de l'essai de dressage dans les conditions suivantes :

- **un seul vérin est alimenté** et doit pouvoir maintenir l'échelle, la plate forme et ses occupants en équilibre
- un coefficient de sécurité de 1.2 sera appliqué ; compte tenu de la possibilité de conditions d'utilisation perturbées (vent, surcharge...)

Caractéristiques des vérins

- type simple effet
- taux de charge à considérer $T = 0.8$ ($T = \text{effort réel} / \text{effort théorique}$)

DETERMINATION DES LIAISONS AUX EXTREMITES DES VERINS

On donne (An 5) les différentes possibilités de liaisons en bout de tige et sur le corps du vérin

Question 21 :

Sur le DR1, compléter le schéma cinématique minimal du système de dressage de l'échelle, en indiquant les liaisons de la tige des vérins avec la tourelle, et du corps des vérins avec l'échelle, qui permettent d'avoir un degré d'hyperstatisme minimal

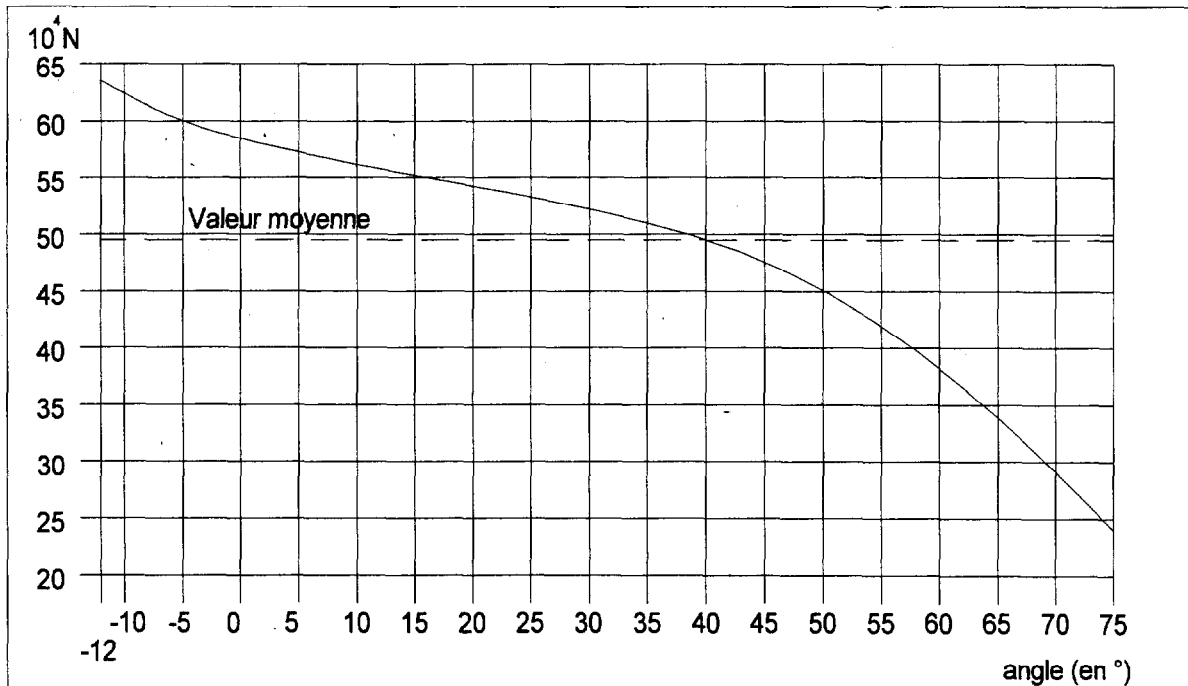
Sur feuille de copie, justifier ce choix en précisant pour chaque liaison le nombre d'inconnues de liaison, et en calculant le degré d'hyperstatisme du système de dressage

Donner, après l'avoir sélectionné (An 5), le type de vérin

DETERMINATION DU DIAMETRE DES VERINS

Résultat d'une simulation dans les conditions normales de fonctionnement :
Chaque corps de vérin exerce sur l'échelle une action mécanique aux points F' et F". A partir d'un calcul théorique, on obtient la courbe ci dessous qui indique la norme de la résultante de ces 2 actions $\|F' + F''\|$ en fonction de l'angle de dressage.

Cela, pour assurer l'équilibre dans les conditions de fonctionnement et de sécurité mentionnées précédemment



Valeur mini: 2.399E+0005 Valeur maxi: 6.309E+0005

Valeur moyenne: 4.934E+0005

Question 22 :

Sur feuille de copie, déterminer le diamètre minimum de chaque vérin, pour assurer les conditions de fonctionnement et de sécurité mentionnées précédemment

On prendra en compte la pression maximale d'huile disponible, le coefficient de sécurité, le taux de charge et le fait qu' **un seul vérin est alimenté.**

DETERMINATION DE LA COURSE DES VERINS

Question 23 :

Sur le DR2, tracer les deux épures correspondant aux positions extrêmes de l'échelle

En déduire et indiquer la course des vérins

DETERMINATION DU DIAMETRE DE LA TIGE D'UN VERIN

On se place dans le cas le plus défavorable, c.à.d . vérin en position de butée tige sortie

Question 24 :

Sur feuille de copie, à partir de An 4, déterminer le diamètre minimal de la tige d'un vérin de dressage, afin que celui-ci ne flambe pas

On prendra en compte le coefficient de sécurité, et le fait qu' **un seul vérin est alimenté**.

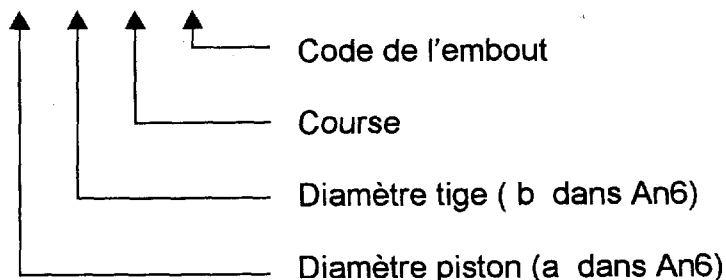
DESIGNATION DES VERINS CHOISIS

Attention : dans An 6, la course des vérins n'est pas indiquée par le constructeur ; dans la pratique, elle est choisie par le client à la commande.

Question 25 :

Sur feuille de copie, à partir de An 4 , An 5 , An 6 et des réponses aux questions précédentes, donner la désignation du vérin déterminé sous la forme :

DEM ... / ... x



ETUDE 3**déterminer le débit du moteur hydraulique utilisé pour le déploiement de l'échelle****DESCRIPTION DU SYSTEME DE DEPLOIEMENT**

(voir DR4, An8 et An10)

Un moteur hydraulique entraîne un treuil d'axe O10, dont le tambour P10 déplace un câble C1 enroulé sur une poulie P11.

Le câble C1 entraîne le plan supérieur (plan2) équipé de deux poulies P21 et P20.

Le câble C2 est solidaire du plan 1 ; il entraîne le plan supérieur (plan 3).

Ce principe se répète jusqu'au plan 4, créant ainsi une cinématique de déploiement synchrone des plans d'échelle successifs.

An 8 présente l'échelle en position repliée et déployée

DONNEES

- débit du moteur hydraulique = 250cm³ / tour
- rapport de réduction moteur / treuil
N moteur / N treuil = 14
- diamètre du tambour du treuil = 250mm
- temps total du déploiement de l'échelle = 25 s
- longueurs repleyée / déployée = 9.30m / 30 m
- rendement volumétrique du moteur = 96%, à la pression d'utilisation de 19Mpa

HYPOTHESES

- diamètre du câble négligé
- mouvement du treuil considéré comme uniforme
- diamètre d'enroulement du câble constant (tambour de treuil de grande largeur, une seule couche de câble enroulée)

Question 31 :

Sur DR3, et à partir d' An9, représenter le mécanisme (plan2 + plan3) dans une nouvelle position

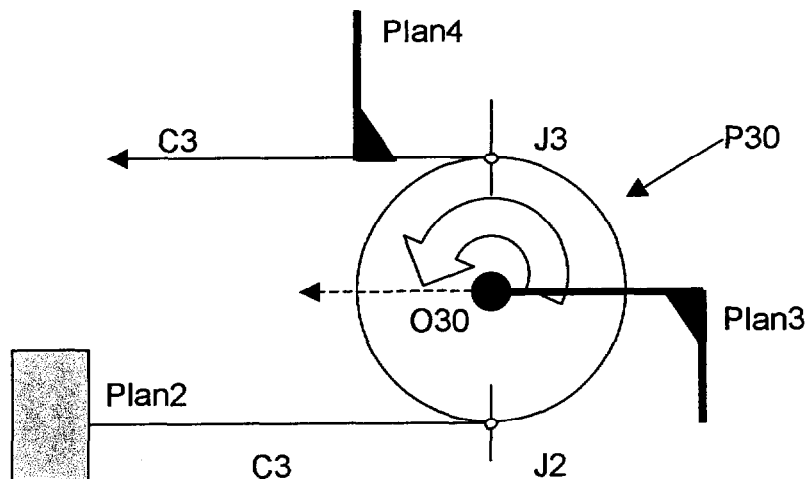
Cette position correspond à 0.25 tour de la poulie P20 : un point J2 viendra en J2', un point J3 viendra en J3' à positionner

NB : on travaillera sur DR3 avec les dimensions du croquis fourni.

Question 32 :

Sur feuille de copie, démontrer, sur la base du schéma ci-dessous, que la norme de la vitesse de J3(plan4/ plan2) est le double de la norme de la vitesse de O30(plan3/plan2)

On suggère de débuter par le positionnement du C.I.R.

**Question 33 :**

En remarquant que la vitesse absolue de chacun des plans successifs double,

- représenter sur DR4, les vecteurs vitesse des plans 2, 3, 4
- en déduire, sur feuille de copie, la vitesse absolue du plan4 en fonction de la vitesse linéaire de déroulement V_t du tambour

On précise : $V_t = V_{J1 \in C1 / \text{plan1}}$
 $V_{\text{absolue plan4}} = V_{J3 \in C3 / \text{plan1}}$

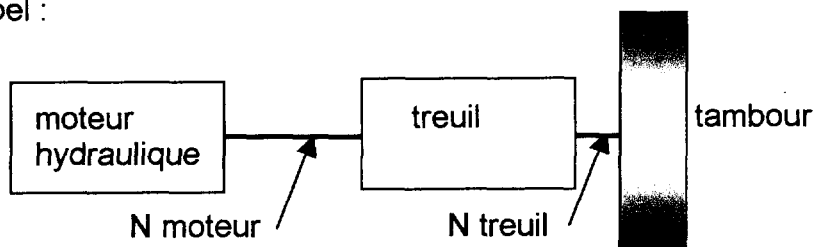
Question 34 :

Sur feuille de copie, à partir de la longueur et du temps total de déploiement, déterminer la vitesse absolue du plan4 par rapport au plan de base (plan1)

Question 35 :

Sur feuille de copie, déterminer la vitesse angulaire de rotation du treuil

rappel :



- débit du moteur hydraulique = $250\text{cm}^3 / \text{tour}$
- rapport de réduction moteur / treuil
 $N \text{ moteur} / N \text{ treuil} = 14$
- diamètre du tambour du treuil = 250mm
- temps total du déploiement de l'échelle = 25 s
- longueurs repleyée / déployée = $9.30\text{m} / 30 \text{ m}$
- rendement volumétrique du moteur = 96% , à la pression d'utilisation de 19Mpa

Question 36 :

Sur feuille de copie, déterminer le débit nécessaire pour alimenter le moteur hydraulique

Exprimer votre résultat en cm^3 / s