
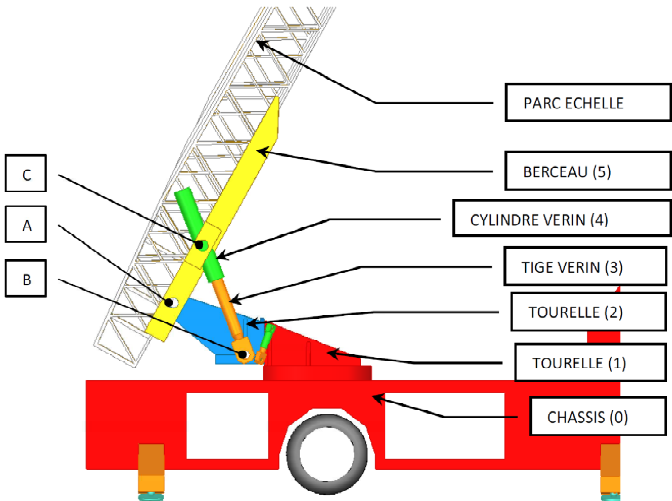
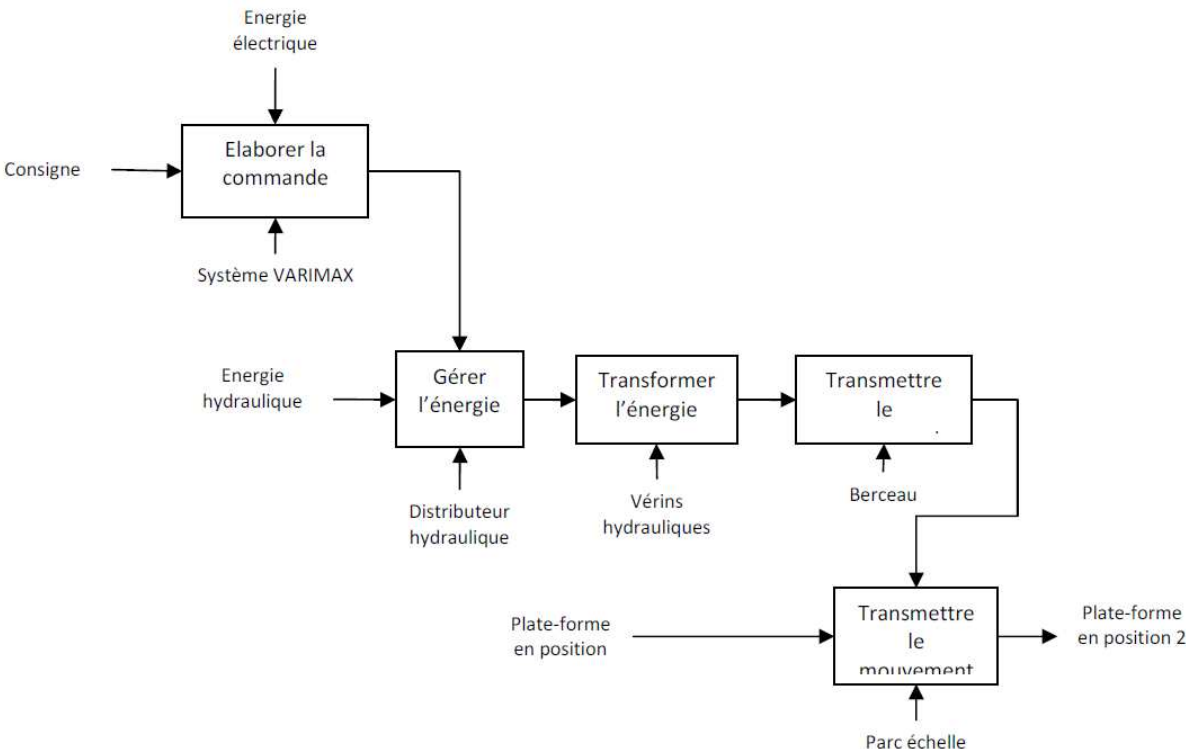
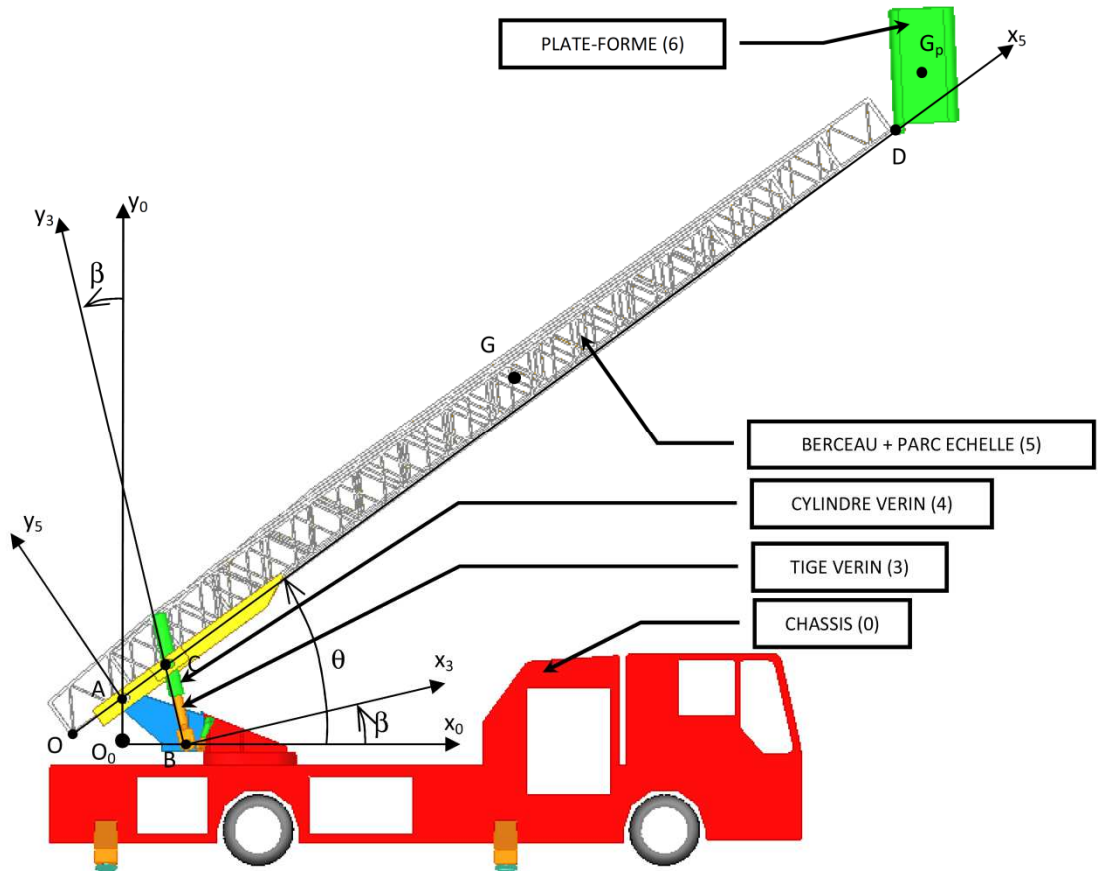


DM 5 - ECHELLE EPAS

| | |
|--|---|
| <p>Problématique</p> <p>Contexte</p> | <p>Quelle soit être la vitesse de sortie de la tige du vérin pour que la nacelle soit à vitesse constante ?</p> <p>Une E.P.A.S. est une Echelle Pivotante Automatique à commande Séquentielle. Ce système conçu et commercialisé par la société CAMIVA est monté sur le châssis d'un camion de pompiers et permet de déplacer une plate-forme pouvant recevoir deux personnes et un brancard le plus rapidement possible et en toute sécurité.</p>   <p>Figure 1 : échelle EPAS</p> <p>Le déplacement de la plate-forme est réalisé suivant trois axes (Figure 1) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le déploiement du parc échelle (axe 1) : chaque plan de l'échelle peut se translater par rapport aux autres ; seul le quatrième plan d'échelle est solidaire du berceau. • Le pivotement autour de l'axe Y (axe 2) : la tourelle 1 peut pivoter par rapport au châssis autour d'un axe vertical. • La rotation autour de l'axe Z (axe 3) : le berceau peut tourner par rapport à la tourelle 2 autour d'un axe horizontal. <p>Pour garantir la sécurité, le système maintient toujours la plate forme en position horizontale :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La correction d'aplomb oriente la plate-forme autour d'un axe horizontal parallèle à l'axe Z. • La correction de devers oriente l'ensemble parc échelle et plate-forme autour de l'axe X : la tourelle 2 s'oriente par rapport à la tourelle 1 suivant un axe perpendiculaire aux axes 3 et 2. <p>Lors des déplacements suivant les axes 2 et 3, le système « VARIMAX » de commande des actionneurs maintient la vitesse de la plate-forme la plus constante possible afin de limiter les mouvements de balancier qui résulteraient d'une commande trop « brusque ».</p> <p>Questions</p> <p>ETUDE DE L'AXE 3 :</p> <p>Le système de dressage/abaissement réalise la rotation de la plate-forme autour d'un axe horizontal Z.</p>  |
|--|---|

COMMANDE DES VERINS

L'objet de cette partie est de déterminer la commande que le système « VARIMAX » doit élaborer pour que la vitesse de déplacement de la plate-forme soit constante lors du dressage ou de l'abaissement.



On propose le paramétrage suivant :

Le repère $R_0 = (O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est lié au châssis (0).

Le repère $R_5 = (A, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$ est lié à l'ensemble {berceau+parc échelle} (5) ;

$$\text{avec } \overrightarrow{O_0A} = a \cdot \vec{y}_0 \text{ et } (\vec{x}_0; \vec{x}_5) = \theta ; \overrightarrow{AC} = c \cdot \vec{x}_5 ; \overrightarrow{AD} = H \cdot \vec{x}_5.$$

Le repère $R_3 = (B, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$ est lié au vérin (3+4) ;

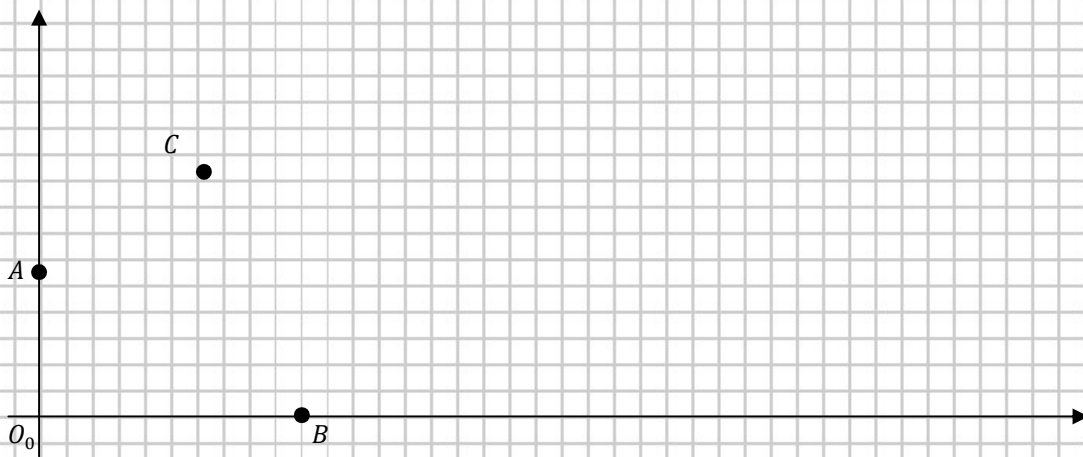
$$\text{avec } \overrightarrow{O_0B} = b \cdot \vec{x}_0 ; \overrightarrow{BC} = r \cdot \vec{y}_3 \text{ et } (\vec{x}_0; \vec{x}_3) = \beta$$

Les liaisons entre les différentes classes d'équivalence sont :

- 5/0 : pivot d'axe (A, \vec{z}_0) ;
- 5/4 : sphérique de centre C ;
- 4/3 : pivot glissant d'axe (B, \vec{y}_3) ;
- 3/0 : pivot d'axe (B, \vec{z}_0) .

Q1 Tracer le graphe de liaisons du système complet.

Q2 Tracer le schéma cinématique du mécanisme ci-dessous. Vous utiliserez des couleurs pour différencier chaque classe d'équivalence. Vous indiquerez également les vecteurs $\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{y}_3, \vec{x}_5$ et \vec{z}_0 .



Q3 Tracer les figures angulaires du problème.

Q4 Ecrire les équations scalaires issues de la projection de la fermeture géométrique $\{A, B, C, A\}$ sur la base 0.

$/ \vec{x}_0 :$

$/ \vec{y}_0 :$

Q5 En déduire la loi suivante : $\tan \beta = \frac{b-c.\cos\theta}{a+c.\sin\theta}$.

Le vérin hydraulique est piloté par le débit de fluide entrant. Ainsi la vitesse de sortie du corps du vérin est contrôlée précisément. Le mouvement du corps 4 par rapport à la tige 3 est donc connu et est modélisé par le torseur cinématique suivant, écrit en C :

$$\{V_{43}\}_C = \left\{ \begin{array}{l} \overline{\Omega(4/3)} = \vec{0} \\ \vec{V}(C, 4/3) = V \cdot \vec{y}_3 \end{array} \right\}_C$$

Q6 Ecrire les torseurs cinématiques de 5/0 en A, de 5/4 en C et de 3/0 en B.

Q7 Par composition des vitesses, déterminer le vecteur vitesse $\vec{V}(C, 4/3)$ à partir des torseurs cinématiques précédents.

Q8 Projeter ce vecteur sur la base 3.

Q9 En déduire l'expression de la vitesse du vérin V en fonction de $c, \theta, \beta, \dot{\theta}$.

On souhaite que la vitesse angulaire de l'échelle 5 par rapport au bâti soit constante. Cela implique que $\dot{\theta} = \omega = 5^\circ/s$. On rappelle les valeurs de a, b et c : $a = 0.8 \text{ m}$, $c = 1 \text{ m}$ et $b = 1.5 \text{ m}$.

Q10 A l'aide du résultat de la fermeture géométrique, exprimer la vitesse du vérin V en fonction de c, θ, ω .

Q11 Calculer la vitesse du vérin V pour $\theta = 0^\circ$.

Le tracé de la vitesse du vérin V en fonction de θ est représenté sur la **figure 3** ci-dessous pour une vitesse angulaire de l'échelle 5 : $\dot{\theta} = \omega = 5^\circ/s$.

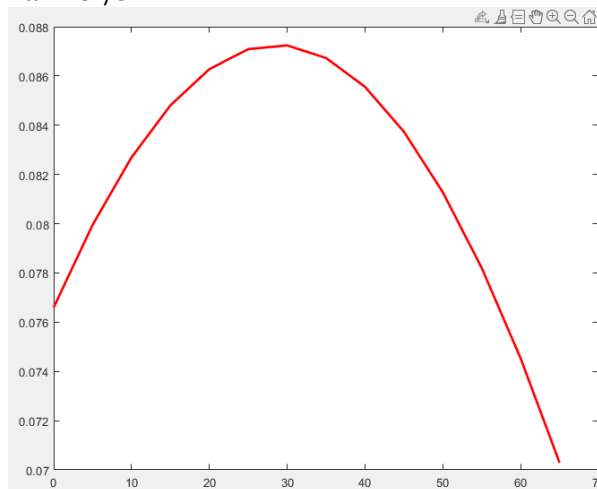


Figure 3 : évolution de V (m/s) en fonction de θ (°)

Q12 Le diamètre du piston est de 65 mm, déterminer le débit de fluide Q (m^3/s) à imposer pour avoir la vitesse maximale de sortie de vérin V_{max} .