

CI 3 – CIN : ÉTUDE DU COMPORTEMENT CINÉMATIQUE DES SYSTÈMES

DEVOIR MAISON 5

Système EPAS : Échelle Pivotante Automatique à commande Séquentielle

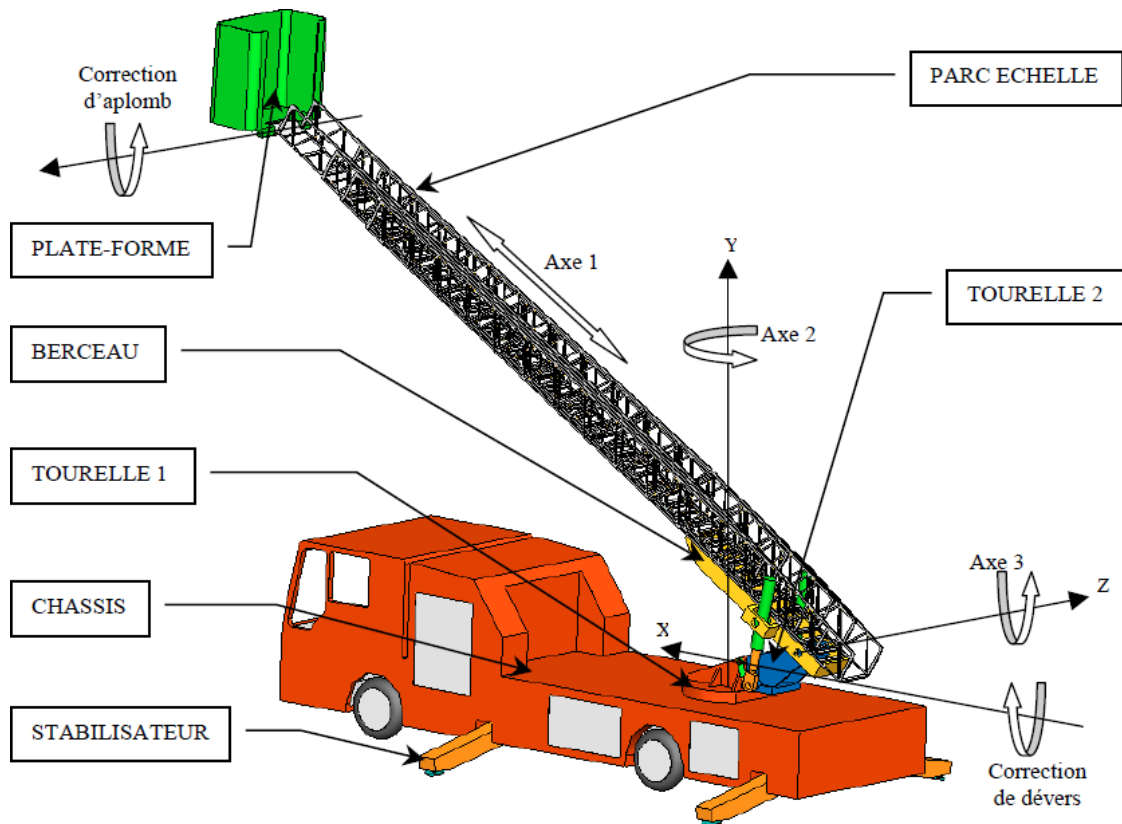
1 Présentation



Une E.P.A.S. est une Échelle 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.

Ce système est constitué :

- de deux tourelles ;
- de vérins permettant le déplacement des tourelles ;
- d'un berceau ;
- d'un parc-échelle et d'une plate forme.



Le déplacement de la plate-forme est réalisé suivant trois axes :

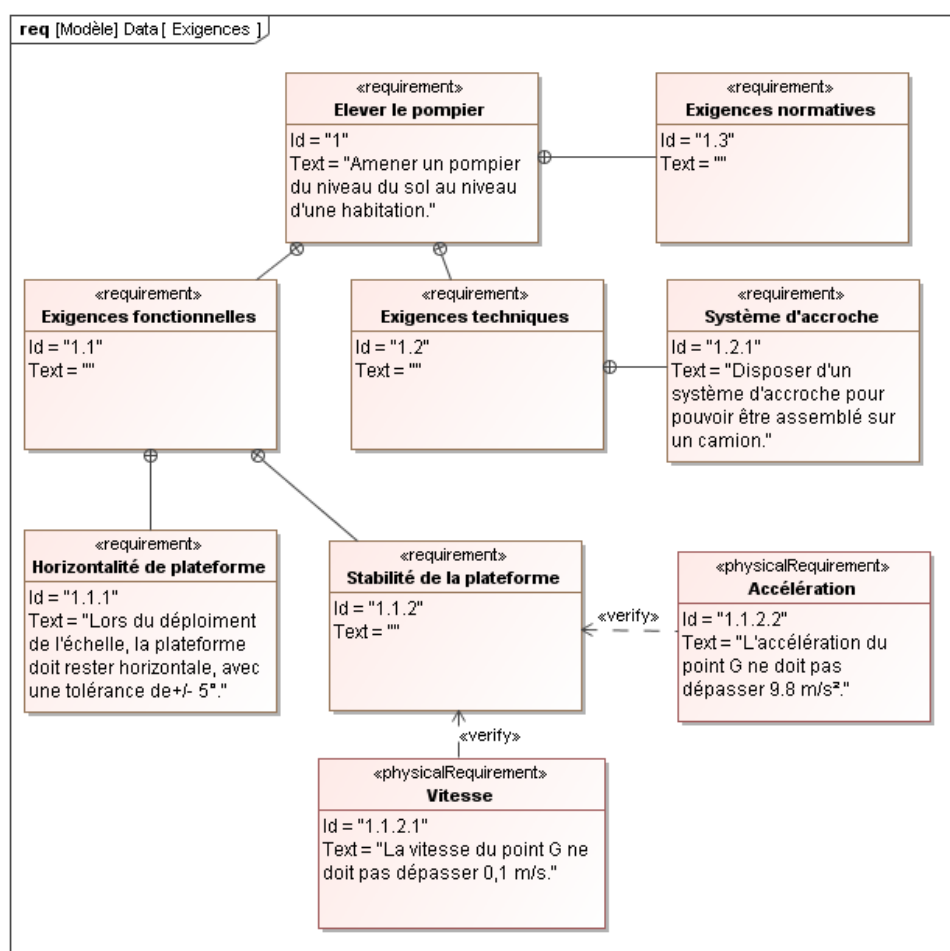
- le déploiement du parc échelle (axe 1) : Chaque plan de l'échelle peut se translater par rapport aux autres ; seul le quatrième plan d'échelle est solidaire du berceau.
- le pivotement autour de l'axe \vec{z} (axe 2) : La tourelle 1 peut pivoter par rapport au châssis autour d'un axe vertical.
- la rotation autour de l'axe \vec{z} (axe 3) : Le berceau peut tourner par rapport à la tourelle 2 autour d'un axe horizontal.

Pour garantir la sécurité, le système maintient toujours la plate forme en position horizontale :

- la correction d'aplomb oriente la plate-forme autour d'un axe horizontal parallèle à l'axe \vec{z} ;
- la correction de devers oriente l'ensemble parc échelle et plate-forme autour de l'axe \vec{x} : la tourelle 2 s'oriente par rapport à la tourelle 1 suivant un axe perpendiculaire aux axes 3 et 2.

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 ».

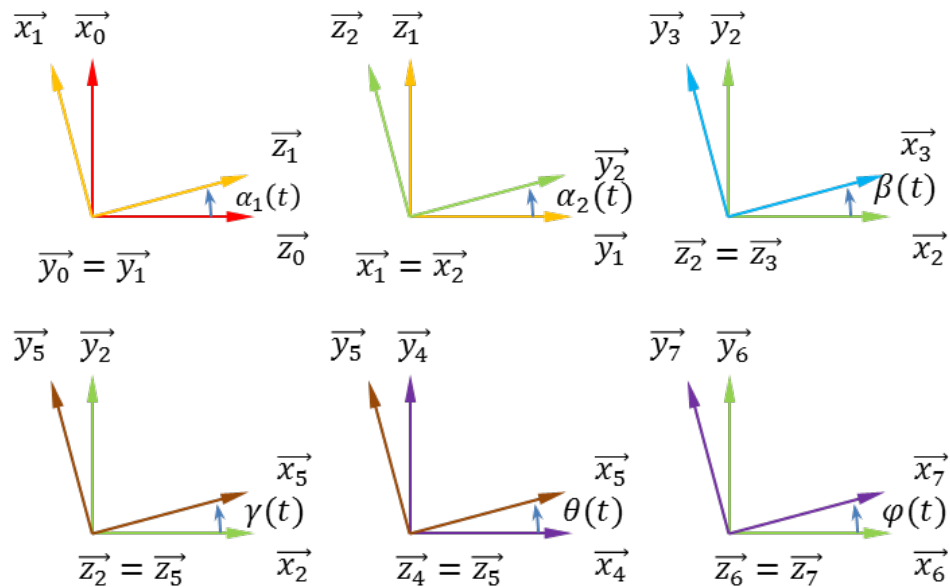
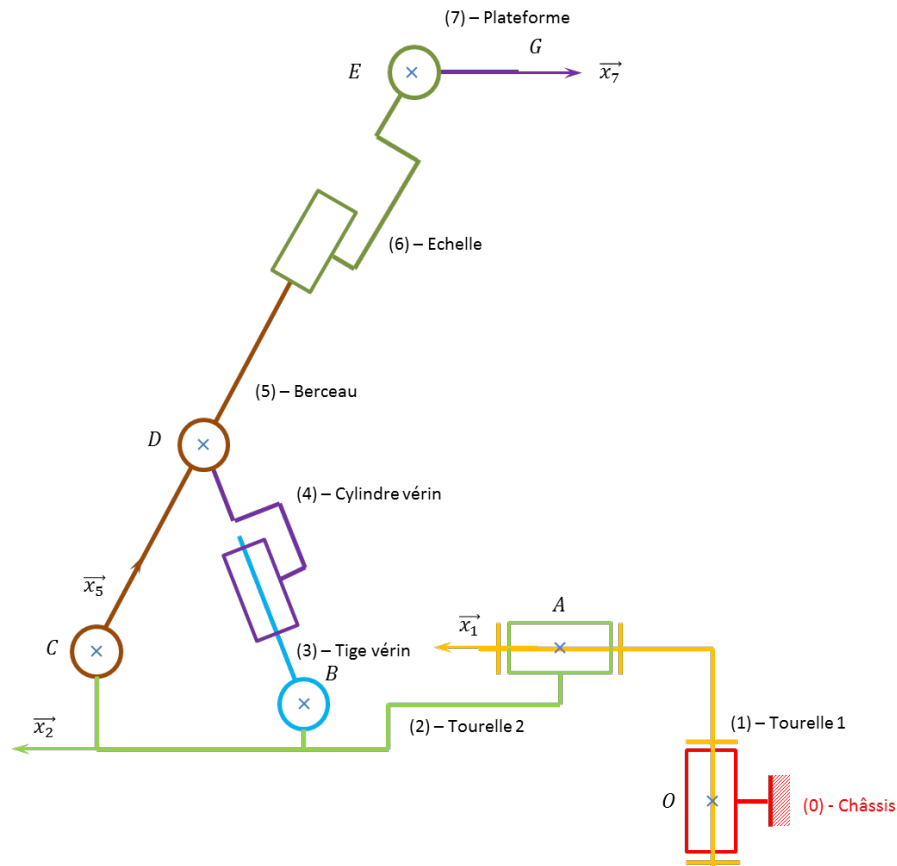
On donne un extrait du diagramme des exigences et du cahier des charges fonctionnel.



Exigences	Critère	Niveau	Limite
1.1.2.1	Vitesse	0,1 m/s	Maxi
1.1.2.2	Accélération	9,8 m/s ²	Maxi

2 Paramétrage du système

Le schéma cinématique du système ainsi que le paramétrage sont indiqués ci-après.



Les pièces 5 et 6 étant en liaison glissière, on a donc $\vec{x}_5 = \vec{x}_6$, $\vec{y}_5 = \vec{y}_6$ et $\vec{z}_5 = \vec{z}_6$.

Par ailleurs on donne :

- $\vec{OA} = a \vec{y}_1 + b \vec{x}_1$
- $\vec{AB} = b \vec{x}_2 - a \vec{y}_2$
- $\vec{BC} = b \vec{x}_2 + a \vec{y}_2$
- $\vec{CD} = g \vec{x}_5$
- $\vec{BD} = \lambda(t) \vec{x}_3$
- $\vec{DE} = \mu(t) \vec{x}_6$
- $\vec{EG} = h \vec{x}_7$

3 Loi de commande dans le vérin

L'élévation de la grue est donnée par l'allongement du vérin constitué des pièces 4 et 5.

Question 1

Donner le graphe des liaisons constitués par les pièces 2, 3, 4, et 5. Comment appelle-t-on ce type de chaîne ?

Question 2

L'élévation de la grue est donnée par l'angle $\gamma(t)$ du berceau 5 par rapport à la tourelle 2. Réaliser une fermeture cinématique liant les solides 2, 3, 4 et 5 et donner une relation entre λ et γ .

Question 3

En faisant l'hypothèse que $b = g$ et $a = 0$, exprimer $\gamma(t)$ en fonction de $\lambda(t)$ puis calculer $\frac{d\gamma(t)}{dt}$.

4 Élévation de la plateforme

On considère dans cette partie que $\alpha_2 = 0$.

Dans les calculs suivants, on ne tiendra pas compte des pièces 3 et 4.

Question 4

Donner le graphe des liaisons du mécanisme en tenant compte des hypothèses ci-dessus. Comment appelle-t-on ce type de chaîne ?

Question 5

On souhaite que pendant le mouvement d'élévation, la plateforme reste horizontale. Donner la relation simple liant $\varphi(t)$ et $\gamma(t)$.

Question 6

Donner les vecteurs $\overrightarrow{\Omega(7/6)}$ et $\overrightarrow{V(G \in 7/6)}$.

Question 7

Donner les vecteurs $\overrightarrow{\Omega(6/5)}$ et $\overrightarrow{V(G \in 6/5)}$.

Question 8

On rappelle que $\mathcal{R}_5 = \mathcal{R}_6$. Calculer les produits vectoriels suivants : $\vec{x}_6 \wedge \vec{y}_1$, $\vec{y}_6 \wedge \vec{y}_1$, $\vec{x}_7 \wedge \vec{y}_1$.

Question 9

Donner les vecteurs $\overrightarrow{\Omega(2/0)}$ et $\overrightarrow{V(G \in 2/0)}$.

Question 10

On donne : $\overrightarrow{\Omega(5/2)} = \dot{\gamma} \vec{z}_2$ et $\overrightarrow{V(G \in 5/2)} = (g + \mu(t)) \dot{\gamma} \vec{y}_5 + g \dot{\gamma} \vec{y}_7$. En déduire $\overrightarrow{\Omega(7/0)}$ et $\overrightarrow{V(G \in 7/0)}$.

Question 11

Dans le cas où α_1 et μ sont des constantes, on a $\overrightarrow{V(G \in 7/0)} = h \dot{\varphi} \vec{y}_7 + (g + \mu(t)) \dot{\gamma} \vec{y}_5 + g \dot{\gamma} \vec{y}_7$. Calculer alors $\overrightarrow{\Gamma(G \in 7/0)}$.

5 Validation du cahier des charges

Question 12

A l'aide de l'étude réalisée ci-dessus, donner une méthode permettant de vérifier que les exigences 1.1.2.1 et 1.1.2.2 sont satisfaites.