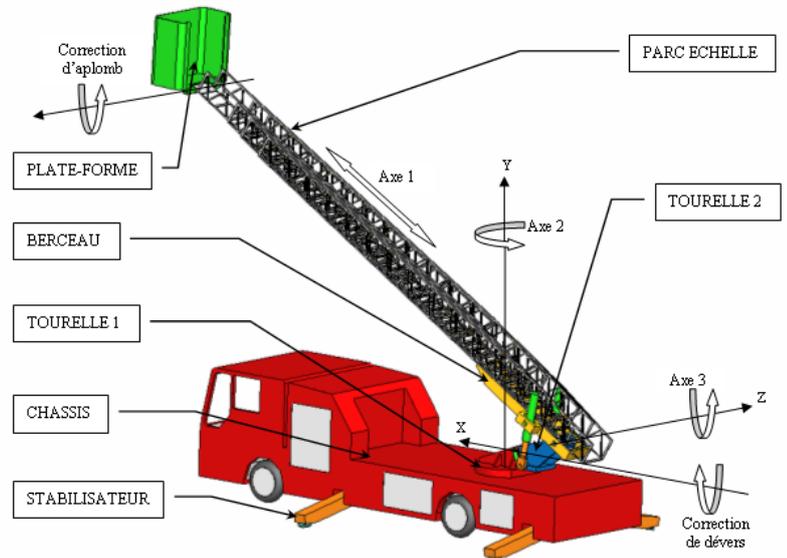


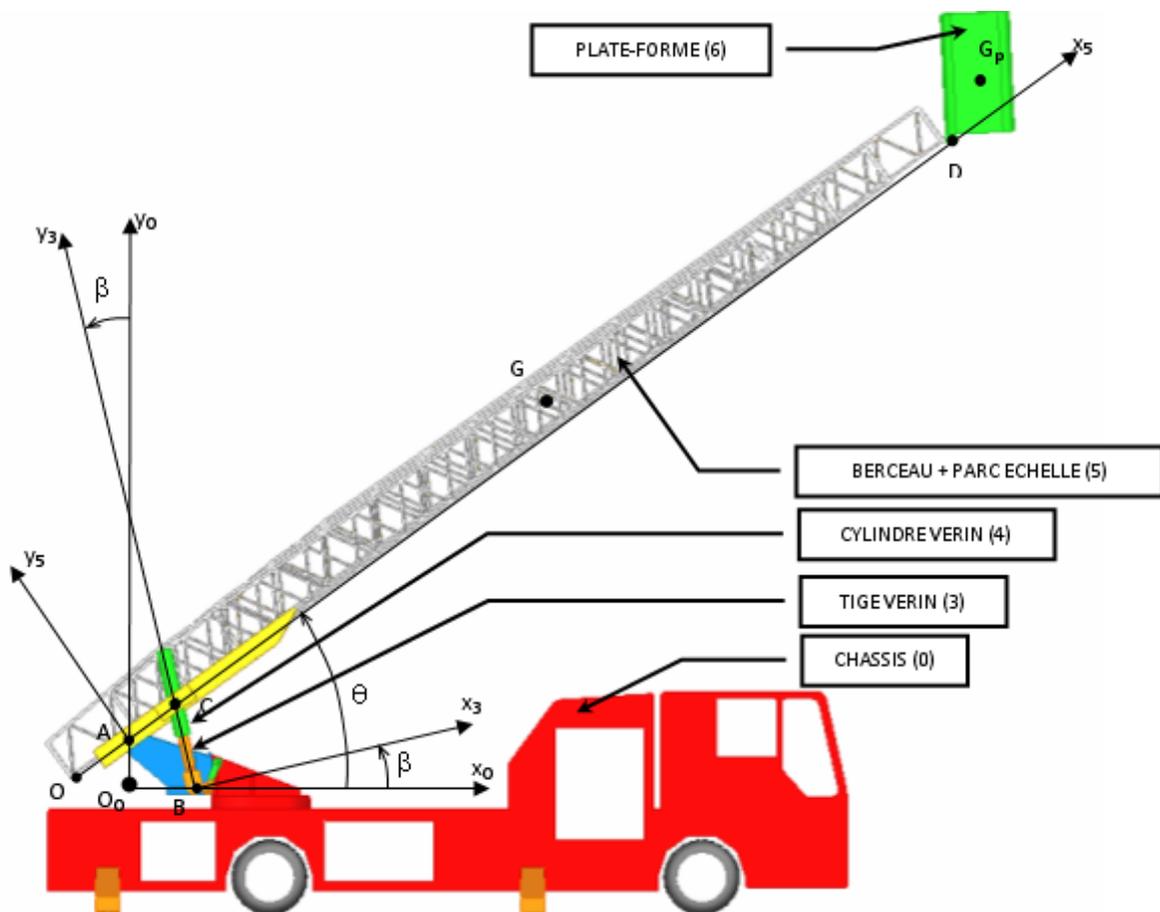
PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA STATIQUE
Exercice 1 : ECHELLE E.P.A.S

Une E.P.A.S. est une Echelle Pivotante Automatique à commande Séquentielle.

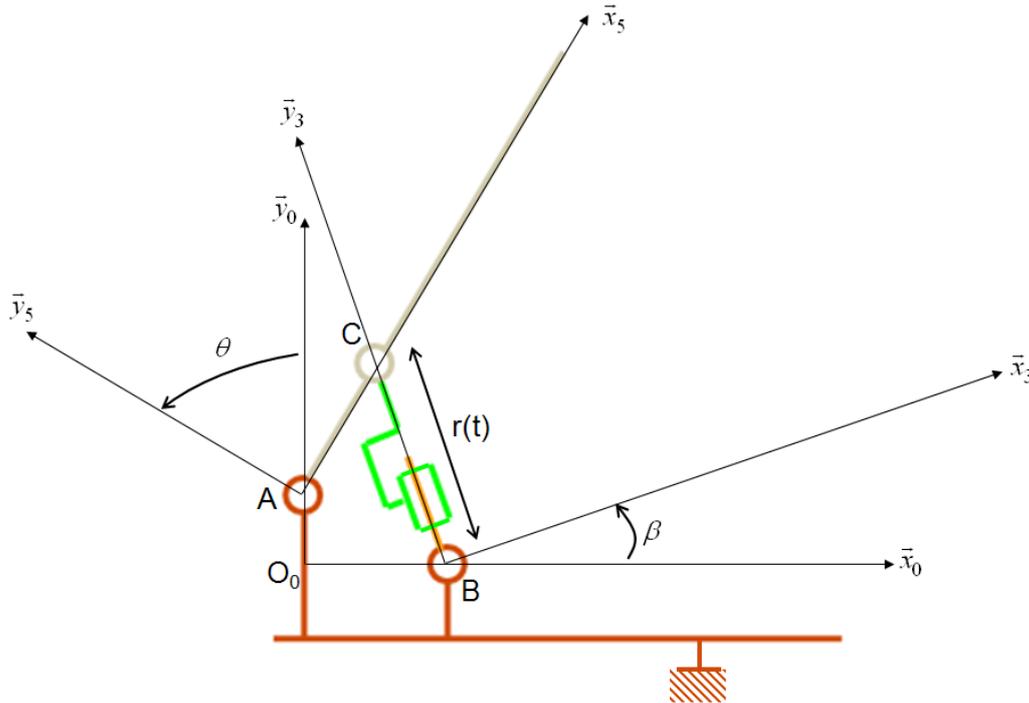
Ce système conçu et commercialisé par la société CAMIVA est monté sur le châssis d'un camion de pompiers et permet de déplacer une plate-forme pouvant recevoir deux personnes et un brancard le plus rapidement possible et en toute sécurité.



Pendant la phase de dressage, les tourelles 1 et 2 sont fixes par rapport au châssis du camion ; seul le berceau pivote autour de l'axe (A, \vec{z}) entraînant avec lui le parc échelle et la plate-forme. Ce mouvement est obtenu grâce aux deux vérins hydrauliques articulés en B et C avec la tourelle 2 et le berceau.



Le schéma cinématique du système de dressage est donné ci-dessous :



Constituants et paramétrage :

- Le repère $R_0 = (O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est lié au châssis (0) considéré comme fixe.
- Le repère $R_5 = (A, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_0)$ est lié à l'ensemble {berceau+parc échelle} (5), avec $(\vec{x}_0, \vec{x}_5) = \theta$, $\overline{AC} = c \cdot \vec{x}_5$ et $\overline{CG} = L \cdot \vec{x}_5 + h \cdot \vec{y}_5$.
- Le repère $R_3 = (B, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$ est lié à la tige du vérin 3, avec $O_0B = b$, $BC = r(t)$ et $(\vec{x}_0, \vec{x}_3) = \beta$.

Hypothèses :

- Les liaisons sont considérées comme parfaites.
- En raison de la symétrie du système de dressage, nous ne tiendrons compte que d'un seul vérin hydraulique.
- L'action de la pesanteur sur les différents solides sera négligée sauf pour l'ensemble {berceau+parc échelle} de masse M et de centre de gravité G .
- L'étude sera réalisée dans le cas d'un problème plan (\vec{x}_0, \vec{y}_0) .

Données :

- Action mécanique du vérin de dressage : $\left\{ \mathbf{T}_{4 \rightarrow 5} \right\} = {}_C \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ F_V & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{R_3}$

Objectif : Déterminer, dans une position d'équilibre donnée ($\theta = \theta_0$ et $\beta = \beta_0$), la relation entre la pression d'alimentation p des vérins hydrauliques, les dimensions du système de dressage et la masse M de l'ensemble {berceau+parc échelle}.

Question 1 : Déterminer, à l'aide du Principe Fondamental de la Statique appliqué sur l'ensemble {berceau+parc échelle}, une relation entre l'effort F_v développé par le vérin de dressage, les dimensions du système et la masse M .

Question 2 : En déduire une relation entre la pression d'alimentation p des vérins, le diamètre ϕ_P du piston de chacun des vérins, θ_0 , β_0 , les dimensions du système de dressage et la masse M .

Exercice 2 : CONSOLE PORTANTE DE BATEAU

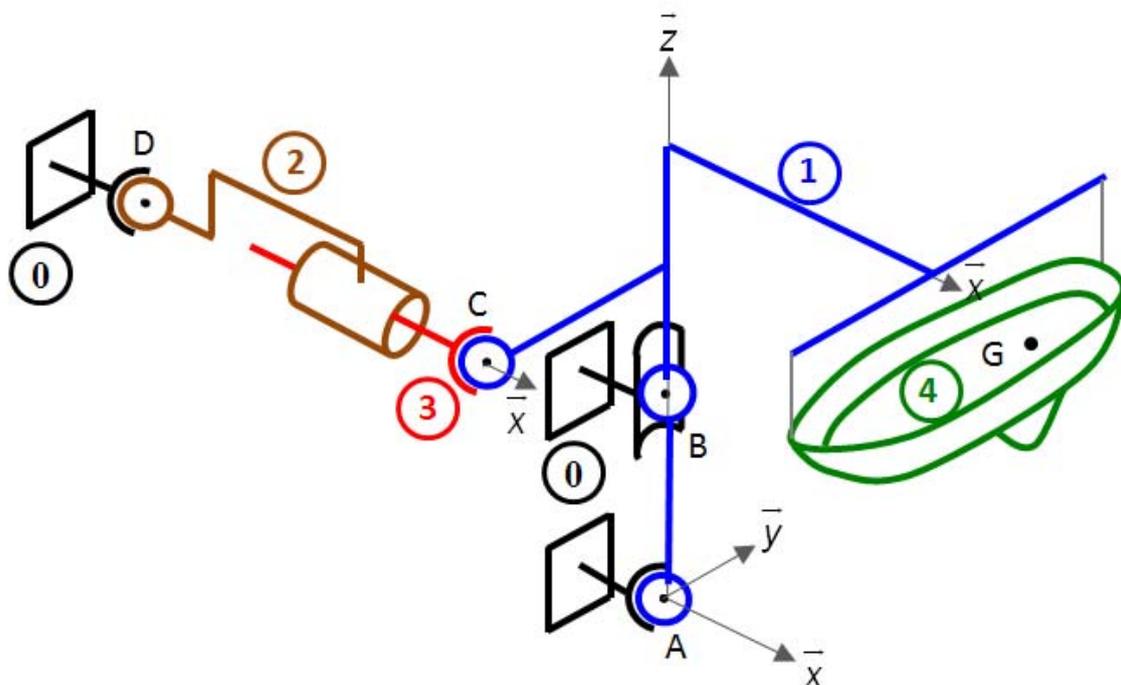
On s'intéresse à un système de console portante de bateau destinée à mettre les bateaux à l'eau ou à les en retirer à partir d'un quai dans les ports de plaisance.

La console 1 est en liaison avec le quai 0 par l'intermédiaire d'une liaison rotule de centre A et d'une liaison linéaire annulaire en de centre B et de direction \vec{z} .



Cette solution permet, à l'aide d'un vérin linéaire (2+3) dont la tige est rattachée au point C, de faire pivoter la console 1 et le bateau 4, maintenue à l'aide de câbles, autour de l'axe (B, \vec{z}) .

Le schéma cinématique du système est donné ci-dessous :



Hypothèses :

- La masse de la console et des câbles sont négligés par rapport à la masse $m = 4000 \text{ kg}$ du bateau 4 de centre de gravité G.
- Le bateau 4 est considéré comme fixe par rapport à la console 1.

Données :

- $\overline{AB} = a \cdot \vec{z}$ $\overline{BC} = b \cdot \vec{z} - c \cdot \vec{y}$ $\overline{BG} = d \cdot \vec{z} + e \cdot \vec{y} + f \cdot \vec{x}$
 $a = 4 \text{ m}, b = 2 \text{ m}, c = 4 \text{ m}, d = 2 \text{ m}, e = 2 \text{ m}, f = 6 \text{ m}$

- Action du vérin sur la console : $\left\{ \mathbf{T}_{3 \rightarrow 1} \right\}_C = \left\{ \begin{array}{c|c} -F_3 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$

- Action du vent sur le bateau : $\left\{ \mathbf{T}_{V \rightarrow 4} \right\}_G = \left\{ \begin{array}{c|c} -F_V & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})}$ $F_V = 1500 \text{ daN}$

Objectif N°1 : Déterminer la valeur de l'effort F_3 du vérin pour assurer l'équilibre du système dans la position décrite sur le schéma cinématique.

Question 1 : Déterminer, en appliquant le PFS sur le ou les isolements de votre choix, l'expression de l'effort F_3 du vérin en fonction de F_V et des dimensions du système.

Question 2 : Faire l'application numérique.

Dans la suite, on prendra $F_3 = 8000 \text{ N}$

Objectif N°2 : Déterminer, en vue du dimensionnement des roulements réalisant le guidage en rotation de la console 1 par rapport au quai 0, la valeur des composantes des actions mécaniques transmises par les liaisons en A et en B.

Question 3 : Déterminer, à l'aide du Principe Fondamental de la Statique appliqué sur l'ensemble {console+bateau}, l'expression des composantes des actions mécaniques transmises par les liaisons en A et en B.

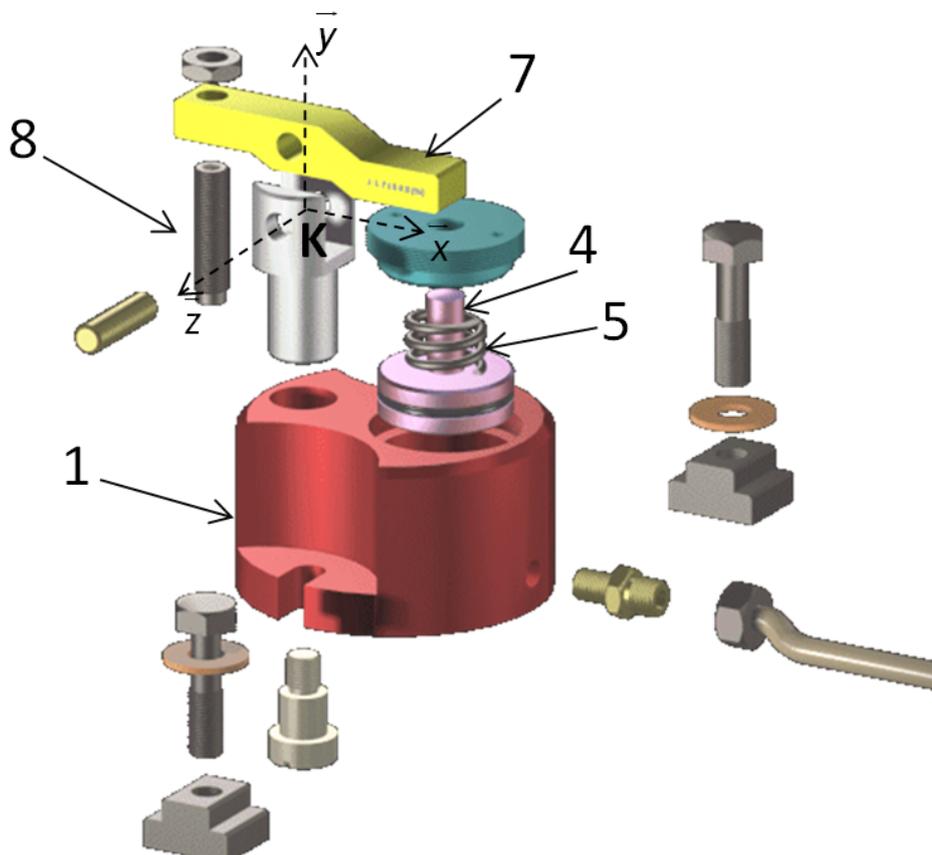
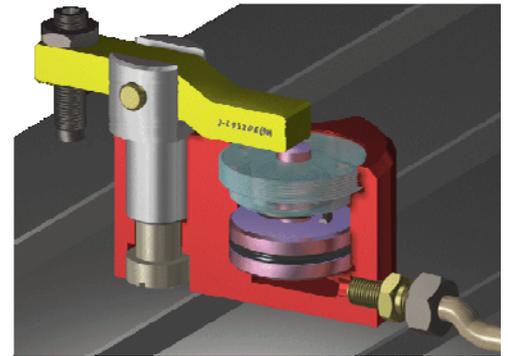
Question 4 : Faire l'application numérique.

Exercice 3 : BRIDE HYDRAULIQUE

Le système étudié a pour fonction de brider (bloquer) des pièces sur une table de machine-outil afin de les usiner par la suite.

L'alimentation en énergie hydraulique permet la sortie de l'ensemble piston-tige 4 qui fait pivoter le levier 7 par rapport au corps 1 et permet ainsi de plaquer la pièce à usiner sur la table de la machine-outil à l'aide du pion 8 solidaire du levier 7.

Un ressort 5, comprimé lors de la phase de bridage, permet la rentrée de l'ensemble piston-tige 4 lorsque la bride n'est plus alimentée en énergie hydraulique et libère ainsi la pièce usinée.

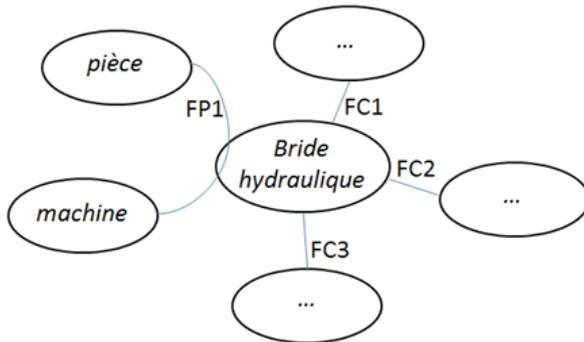


Hypothèses :

- Les liaisons sont considérées comme parfaites.
- L'action de la pesanteur est négligée par rapport aux autres actions mécaniques.
- Le système est en équilibre en phase de bridage dans une position pour laquelle :
 - le contact entre 8 et la pièce est ponctuel en J de normale \vec{y} ;
 - le contact entre 4 et 7 est ponctuel en I de normale \vec{y} .
- L'étude sera réalisée dans le cas d'un problème plan (\vec{x}, \vec{y}) .

Données :

- Ressort : longueur à vide $L_0 = 20 \text{ mm}$, longueur dans la position du système étudiée $L = 16 \text{ mm}$, raideur $k = 10 \text{ N/mm}$.
- $\vec{KJ} \cdot \vec{x} = a = -32$ et $\vec{KI} \cdot \vec{x} = b = 33$ (distance en mm).
- Rayon du piston $R = 30 \text{ mm}$



FP1 : Assurer le maintien de la pièce sur la machine
 FC1 : ...
 FC2 : ...
 FC3 : ...

Diagramme des interactions

Fonction	Critère	Niveau
FP1
	Effort presseur	4000 N mini

Objectif: Déterminer la valeur minimale p de la pression d'alimentation pour respecter le critère de la fonction FP1.

Question 1 : Déterminer, en appliquant le PFS sur le ou les isoléments de votre choix, l'expression de p en fonction de l'effort presseur F , k et des dimensions du système.

Question 2 : En déduire la valeur minimale de la pression p permettant le respect du critère de la fonction FP1.