

Console portante de bateau

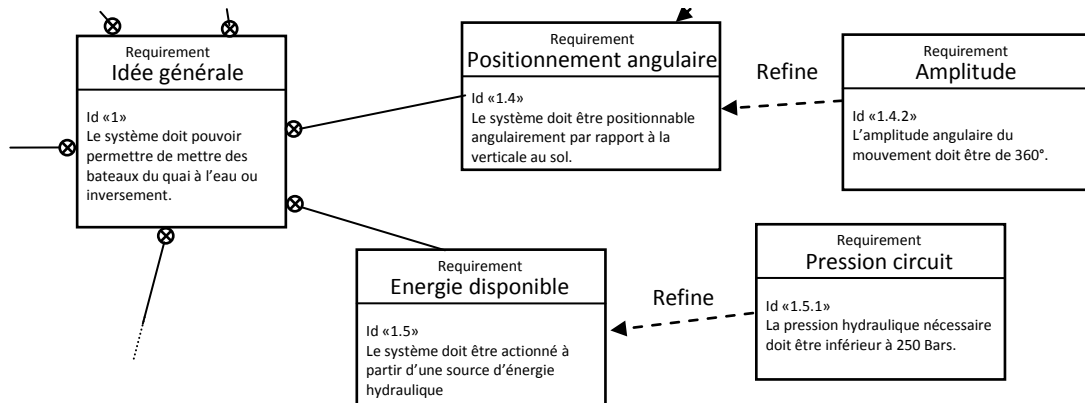
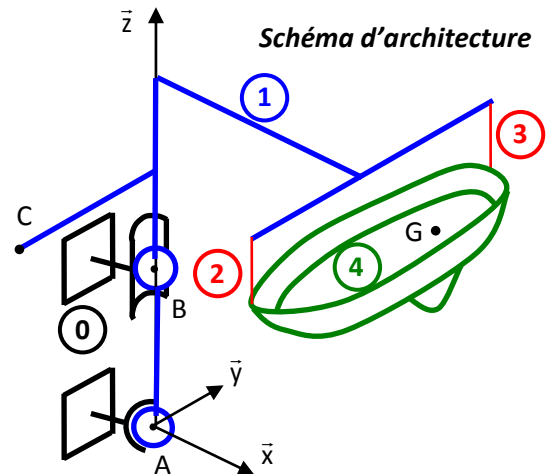
On s'intéresse à un système de console portante de bateau destinée à mettre les bateaux à l'eau ou à les en retirer à partir d'un quai dans les ports de plaisance. On donne ci-dessous la modélisation sous forme de schéma d'architecture ainsi qu'un extrait de cahier des charges fonctionnel.



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 B(0,0,z_B) d'axe (B, z̄). Cette solution permet de faire pivoter la console autour de l'axe (B, z̄) à l'aide d'un vérin linéaire dont la tige est rattachée au point C(0,-y_C,z_C). Le vérin fonctionne uniquement lors de la mise à l'eau du bateau.

Le bateau 4 de centre de gravité G(x_G,y_G,z_G) et de masse m est suspendu à la console par deux câbles 2 et 3.

La masse de la console et des câbles sont négligés par rapport à celle du bateau.



Q.1. Donner la forme du torseur d'action mécanique transmissible de la liaison en A.

Q.2. Donner la forme du torseur d'action mécanique transmissible de la liaison en B.

Q.3. Déterminer les inconnues de liaison en A et B.

Q.4. On prend en compte à présent l'action du vent sur le bateau qui est modélisée par une force $\vec{F}_{\text{vent} \rightarrow 4} = -F_{\text{vent} \rightarrow 4} \cdot \vec{x}$ au point G. Pour éviter au portique de tourner le vérin exerce un effort $\vec{F}_{\text{verin} \rightarrow 1} = F_{\text{verin} \rightarrow 1} \cdot \vec{x}$ au point C. Déterminer l'expression de $F_{\text{verin} \rightarrow 1}$.

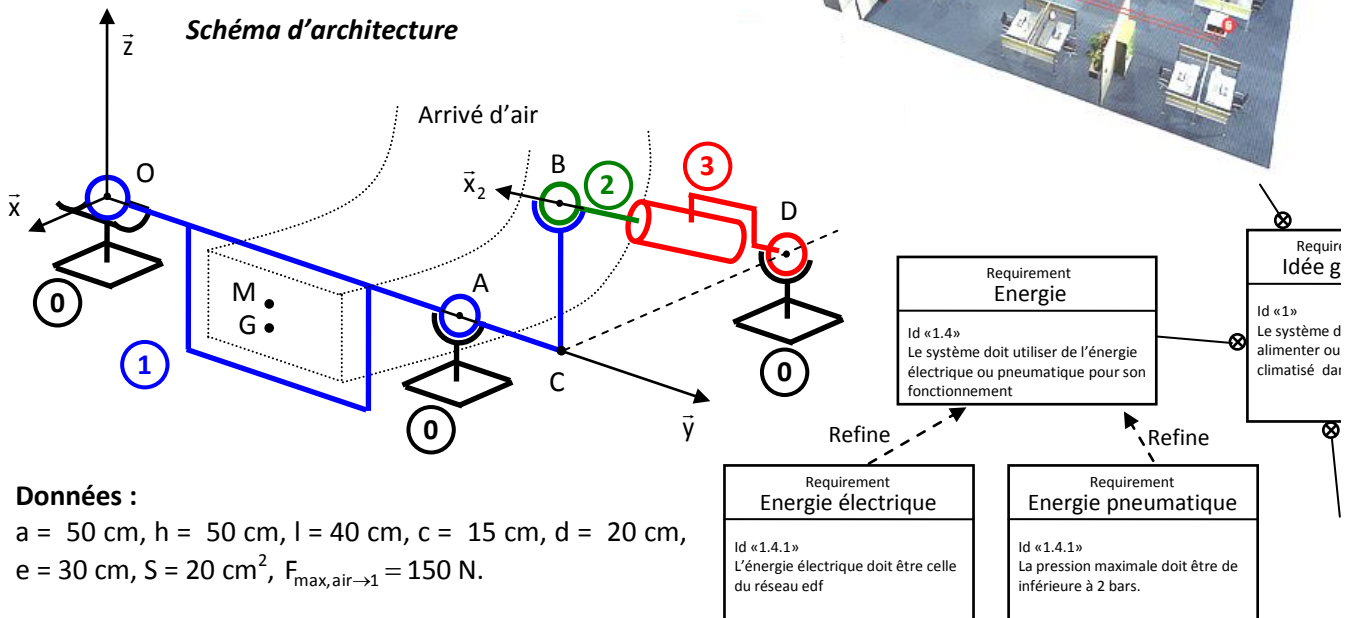
Q.5. Faire l'application numérique et conclure vis-à-vis du cahier des charges.

Données : z_B = 4 m, y_C = 4 m, z_C = 6 m, x_G = 6 m, y_G = 2 m, z_G = 6 m, F_{vent→4} = 15000N, Surface piston S = 2500.π mm².

Bouche de climatisation

On s'intéresse à une bouche de climatisation de bureau.

L'air climatisé arrive par le réseau d'air climatisé du bâtiment et est distribué par plusieurs bouches. Le débit d'air entrant sur chaque bouche est initialement réglé par l'intermédiaire d'un clapet dont l'ouverture est maîtrisée par un vérin. On donne ci-dessous la modélisation sous forme de schéma d'architecture ainsi qu'un extrait de cahier des charges fonctionnel.



Le clapet 1, de masse m et de centre de gravité $G(0,a,-h)$, est en liaison avec le mur 0 par l'intermédiaire d'une liaison rotule de centre $A(0,2a,0)$ et d'une liaison linéaire annulaire en O d'axe (O, \vec{y}) . Cette solution permet ainsi une rotation du clapet autour de l'axe (O, \vec{y}) .

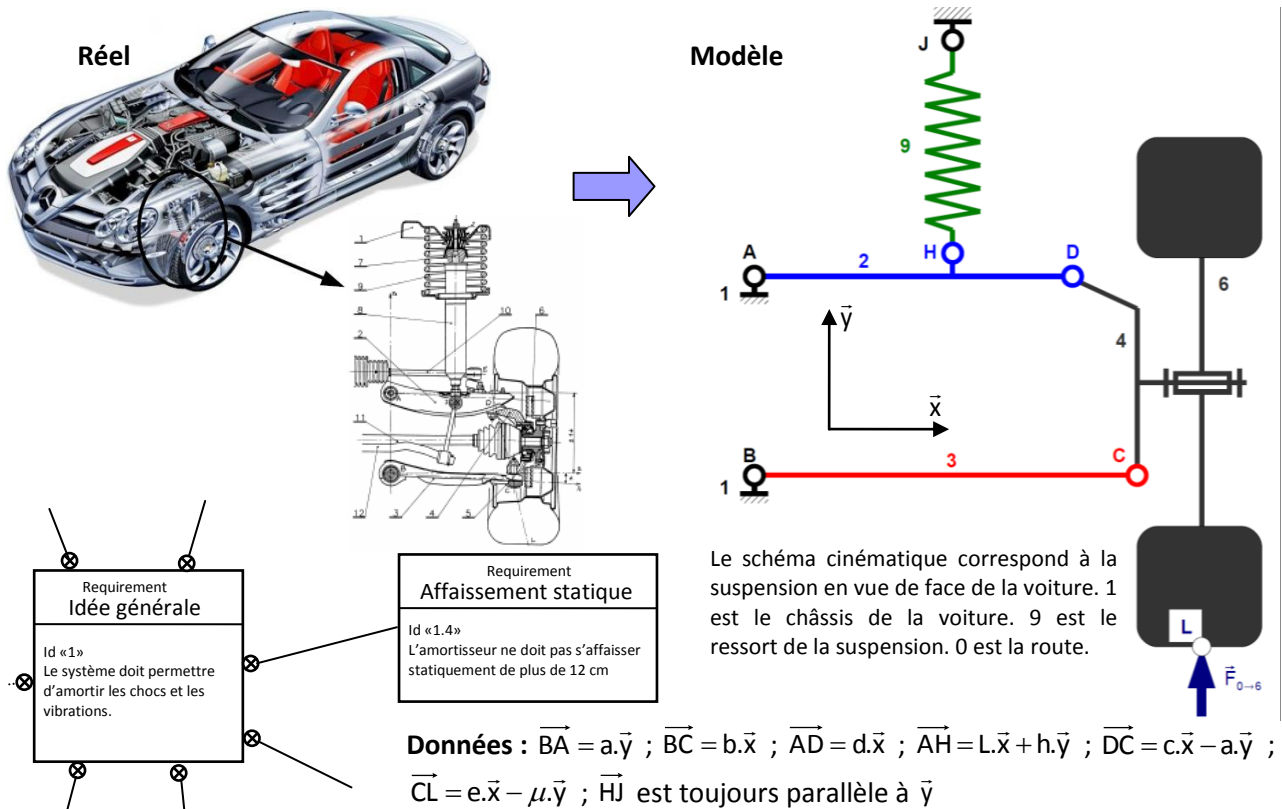
L'air climatisé arrive par la bouche et exerce une poussée $\vec{F}_{\text{air} \rightarrow 1} = F_{\text{air} \rightarrow 1} \cdot \vec{x}$ en $M(0,a,-l)$.

Le débit d'air entrant est initialement réglé par l'intermédiaire de la raideur du vérin dont la tige est en liaison rotule et centre $B(0,2a+c,d)$ avec le clapet et en liaison rotule de centre $D(-e,2a+c,0)$ avec le mur 0. La tige de vérin 2 exerce sur le solide 1 une poussée $\vec{F}_{2 \rightarrow 1} = p \cdot S \cdot \vec{x}_2$ au point B.

- Q.1.** Donner la forme du torseur d'action mécanique transmissible de la liaison 0 sur 1 en A.
- Q.2.** Donner la forme du torseur d'action mécanique transmissible de la liaison 0 sur 1 en O.
- Q.3.** Isoler l'ensemble 2+3 puis en déduire les expressions des torseurs d'action mécanique transmissible de la liaison 1 sur 2 en B et de la liaison 0 sur 3 en D que l'on écrira en projection dans la base 2 et 0.
- Q.4.** A l'aide d'une seule équation scalaire du PFS à identifier, déterminer la relation liant p et $F_{\text{air} \rightarrow 1}$.
- Q.5.** On donne S : section du piston du vérin. Déterminer la pression p dans le vérin. Faire l'application numérique et conclure vis-à-vis du cahier des charges.

Suspension automobile

On s'intéresse à une suspension automobile dont on donne ci-dessous un extrait de cahier des charges fonctionnel ainsi qu'une modélisation. L'objectif est de vérifier si la suspension satisfait le niveau du critère d'affaissement statique maximal du cahier des charges, c'est à dire vérifier si la voiture, soumise à son propre poids, s'affaisse de moins ou de plus de 12 cm, suite à l'écrasement des amortisseurs.



Les hypothèses sont les suivantes :

- le problème est plan ; la pesanteur est négligée ; toutes les liaisons sont parfaites.
- L'action du sol sur la roue est modélisée par $\vec{F}_{0 \rightarrow 6} = F_{06} \cdot \vec{y}$ (où F_{06} représente le quart du poids de la voiture, qui se répartie également sur les quatre roues).

Q.1. Montrer que $Y_{43}=0$.

Q.2. Déterminer les équations obtenues en appliquant le PFS à l'ensemble {4+6} au point D.

Q.3. Montrer que $X_{92}=0$.

Q.4. Déterminer les équations obtenues en appliquant le PFS au solide 2 au point A.

Q.5. Déterminer toutes les inconnues d'effort en fonction de F_{06} .

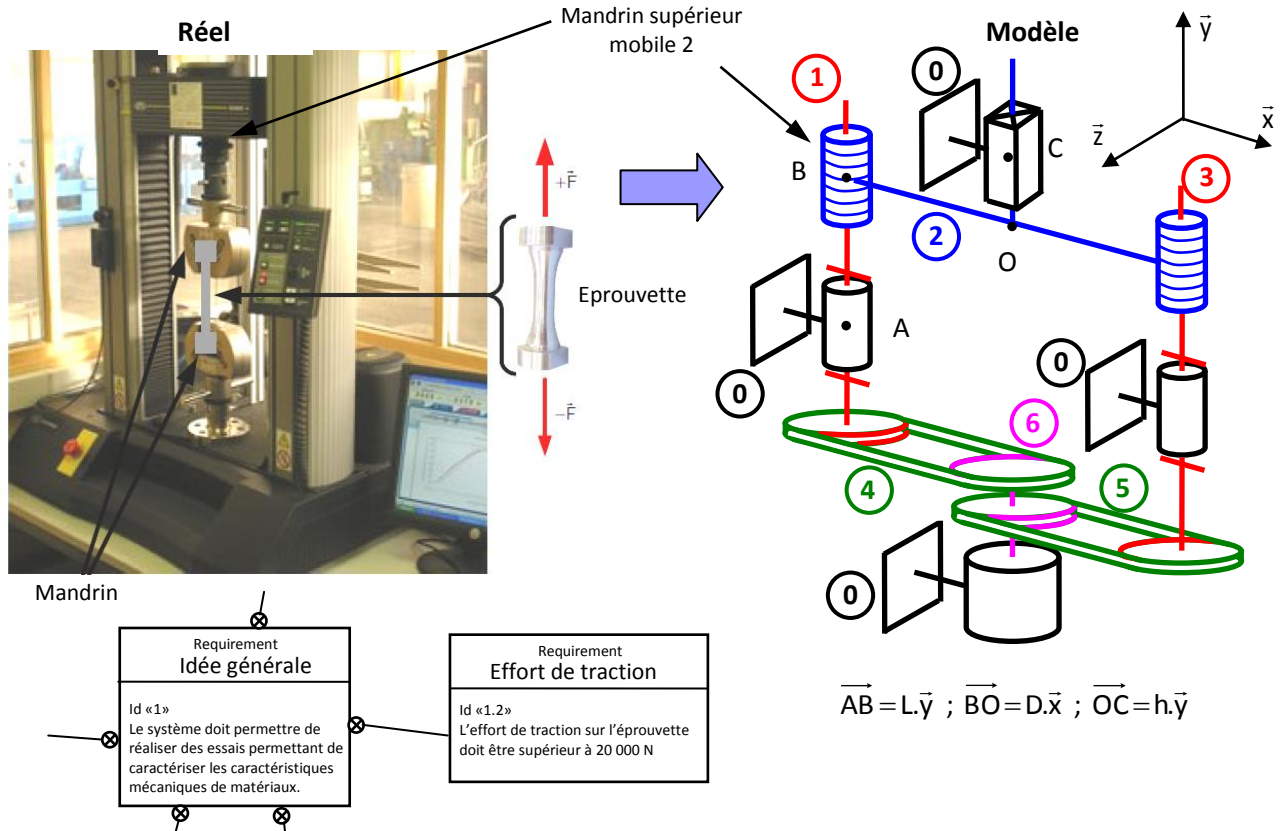
Données : $a = 16 \text{ cm}$, $b = 33 \text{ cm}$, $c = 8 \text{ cm}$, $d = 25 \text{ cm}$, $h = 3 \text{ cm}$, $L = 15 \text{ cm}$, $e = 9 \text{ cm}$, $\mu = 18 \text{ cm}$. La raideur du ressort est $k = 100\,000 \text{ N/m}$. La masse de la voiture est de 2200 kg .

Q.6. Conclure quant à la capacité de la suspension de voiture à satisfaire l'exigence Affaissement statique du cahier des charges.

Machine de traction

(D'après Mines AADN 2003)

On s'intéresse à une machine de traction qui a pour objectif de déformer en traction une éprouvette afin de connaître le comportement du matériau qui la constitue. L'éprouvette est serrée entre deux mandrins et le déplacement d'un des deux mandrins lors de la phase d'essais permet de tirer sur l'éprouvette afin de la déformer. L'objectif est de vérifier si la machine de traction permet d'atteindre le niveau du critère de force de traction du cahier des charges.



Le rotor du moteur 6 entraîne en mouvement de rotation les deux vis 1 et 3 par l'intermédiaire des deux courroies 4 et 5. La rotation continue des vis 1 et 3 est ensuite transformée en un mouvement de translation verticale du mandrin supérieur 2.

Données et hypothèses : Toutes les liaisons sont supposées parfaites. La pesanteur est négligée.

L'éprouvette exerce sur la pièce 2 une action mécanique modélisée par le glisseur : $\left\{ F_{\text{éprouvette} \rightarrow 2} \right\}_O = \begin{Bmatrix} -F \cdot \vec{y} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$

La courroie 4 exerce sur 1, grâce à l'action du moteur, une action mécanique modélisée par le torseur :

$$\left\{ F_{4 \rightarrow 1} \right\}_A = \begin{Bmatrix} \vec{0} \\ M_{41} \cdot \vec{y} \end{Bmatrix}$$

Par symétrie, on ne s'intéresse sur ce problème qu'à la moitié de gauche de la machine de traction, c'est-à-dire aux pièces 0, 1 et 2.

Q.1. Établir le graphe des liaisons de ce mécanisme (uniquement les pièces 0, 1 et 2). Ajouter sur le graphe des liaisons les actions mécaniques extérieures au système.

On adopte la notation suivante pour l'action mécanique de i sur j en un point quelconque P :

$$\left\{ F_{i \rightarrow j} \right\}_P = \begin{Bmatrix} X_{ij} \cdot \vec{x} + Y_{ij} \cdot \vec{y} + Z_{ij} \cdot \vec{z} \\ L_{ij} \cdot \vec{x} + M_{ij} \cdot \vec{y} + N_{ij} \cdot \vec{z} \end{Bmatrix}$$

Q.2. Pour les liaisons entre 1/0 et 2/0, proposer un torseur modélisant les actions mécaniques qui peuvent y être transmises.

Rappel : le torseur d'action mécanique transmise par une liaison hélicoïdale d'axe (P, \vec{x}) est

$$\left\{ \underset{P}{F}_{i \rightarrow j} \right\} = \begin{Bmatrix} X_{ij} \cdot \vec{x} + Y_{ij} \cdot \vec{y} + Z_{ij} \cdot \vec{z} \\ L_{ij} \cdot \vec{x} + M_{ij} \cdot \vec{y} + N_{ij} \cdot \vec{z} \end{Bmatrix} \text{ avec } L_{ij} = \frac{\text{pas}}{2 \cdot \pi} X_{ij} \text{ pour un pas à gauche et } L_{ij} = -\frac{\text{pas}}{2 \cdot \pi} X_{ij} \text{ pour un pas à droite.}$$

Q.3. Proposer un torseur modélisant l'action mécanique transmise dans la liaison hélicoïdale $\{F_{1 \rightarrow 2}\}$ sachant que la vis possède un pas à droite.

Q.4. Écrire les équations de la statique obtenues en appliquant le PFS sur le solide 2 au point B.

Q.5. Écrire les équations de la statique obtenues en appliquant le PFS sur le solide 1 au point B.

Q.6. Déterminer une relation entre F et M_{41} .

Les courroies 4 et 5 sont en mouvement autour de trois poulies (liées à 1, à 3 et à 6), toutes de même rayon.

Q.7. Déterminer la couple que doit délivrer le moteur pour exercer la force F sur le mandrin supérieur.

Q.8. Le pas des liaisons hélicoïdales est $p = 3 \text{ mm}$. Le moteur peut délivrer 20 N.m. Conclure sur la capacité de la machine de traction à satisfaire le critère du cahier des charges.