



Correction DM 1 - SI

Consignes

- Copies propres et bien présentées: encadrer vos résultats, souligner les applications numériques (avec une règle bien sûr)...
- **Aucun retard ne sera accepté.** *Date de rendu au pied des autres pages.*
- Les exercices sont indépendants.
- Ne pas oublier de rendre les Documents Réponses (DR), avec vos noms. Même s'ils ne sont pas remplis.

1. Store Somfy

1.1 Présentation

Le support de l'étude est d'un store de terrasse à enrouleur géré par un automatisme. Il s'agit de réguler automatiquement la température dans la maison et l'ensoleillement sur la terrasse. Ce store est composé des éléments principaux suivants :

Le capteur d'ensoleillement détecte en permanence l'ensoleillement sur la terrasse. Lorsque la température ou l'ensoleillement sont supérieurs à une consigne fixée, le store est déroulé automatiquement par l'intermédiaire d'un ensemble moto-réducteur électrique (220 V- 50 Hz) situé à l'intérieur du tambour du store. Un anémomètre mesure en permanence la vitesse du vent au voisinage du store. Si le vent est trop fort (à partir de force 8) et risque de détériorer le store, le store est enroulé quelles que soient les conditions d'ensoleillement. Les fins de course sont détectées en position haute ou basse par des capteurs de position.



Le store proprement-dit



Boitier de commande



Capteur de température (option)



Moto-réducteur



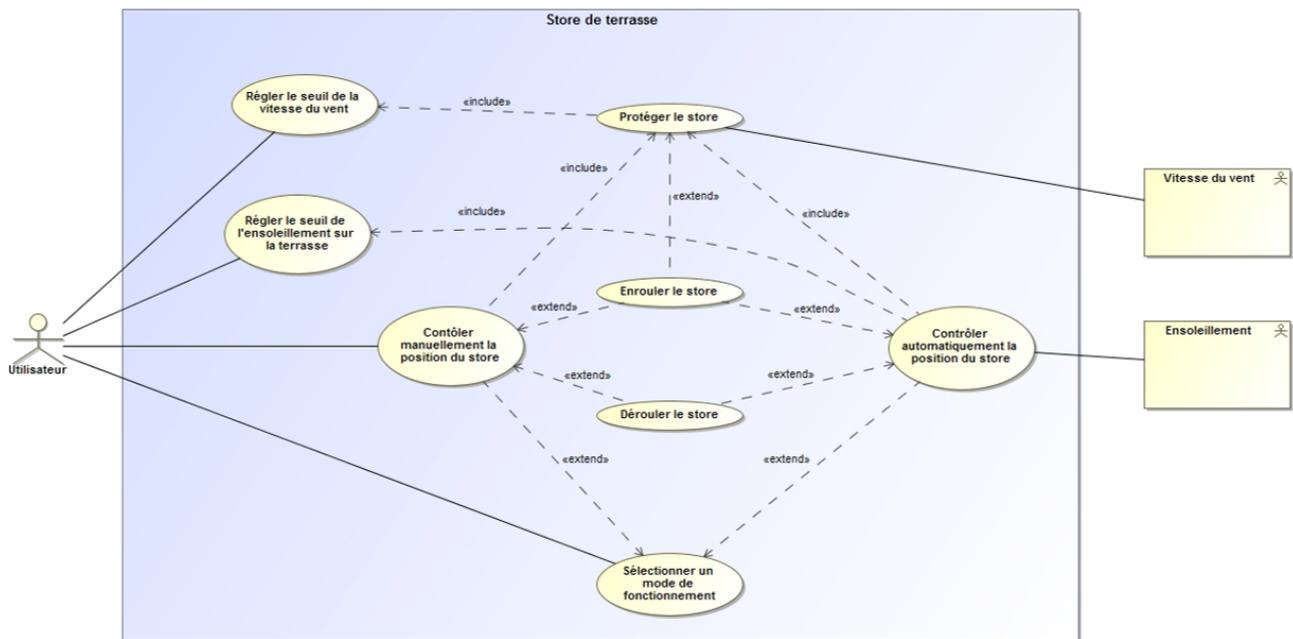
L'anémomètre

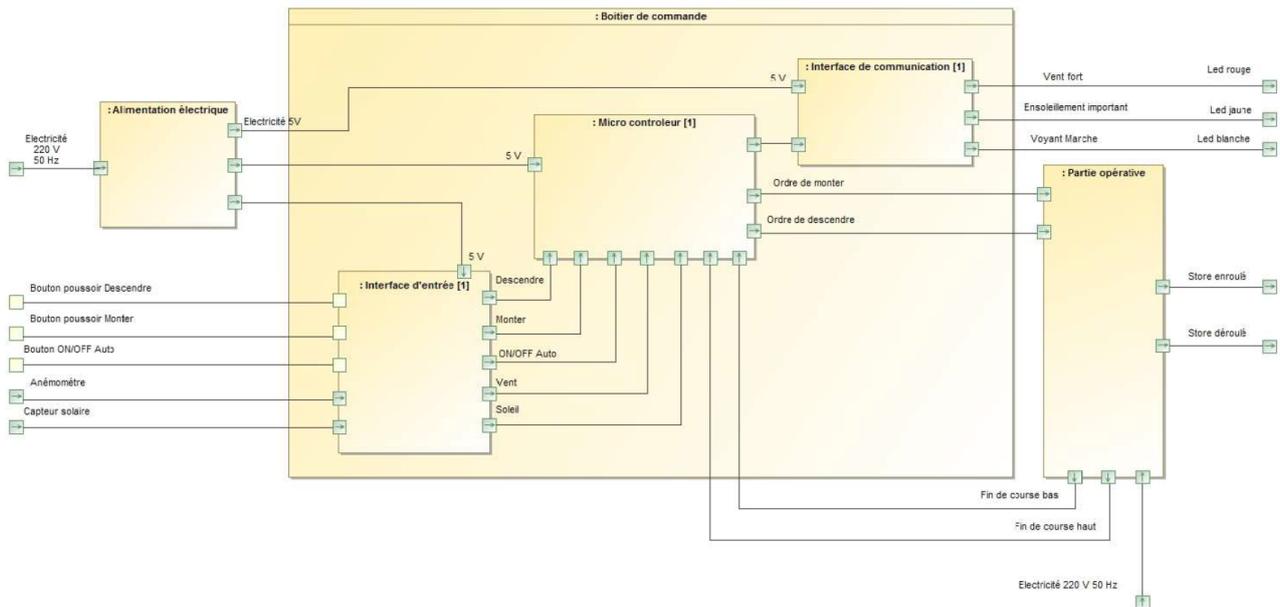


Télécommande (option)



Capteur d'ensoleillement





1.2 Étude du système

Pour cette partie, on ne tient pas compte d'un capteur de température ou d'une télécommande (optionnels).

1.2.a Diagramme des blocs internes

Question 1: Quelle est l'énergie d'alimentation du système et quelles sont ces caractéristiques?

Réponse 1: L'énergie d'alimentation est électrique de tension 220V et de fréquence 50Hz, il s'agit du réseau.

Question 2: Quelle est l'énergie d'alimentation du microcontrôleur?

Réponse 2: Énergie électrique, de tension 5V.

Question 3: Les capteurs de fin de course reçoivent-ils des informations du microcontrôleur? Préciser.

Réponse 3: Non, la partie opérative reçoit bien des informations du microcontrôleur mais les capteurs ne font qu'envoyer les informations de fin de course.

Question 4: Le microcontrôleur envoie-t-il des informations à l'interface de communication? Préciser.

Réponse 4: Oui, il y a bien un flux entre le microcontrôleur et l'interface de communication dans le sens microcontrôleur->interface.

Question 5: Sur quel élément agit la partie opérative?

Réponse 5: La partie opérative agit sur le store.

Question 6: A quoi servent les leds?

Réponse 6: Les leds servent à communiquer des informations vers l'utilisateur, en particulier si le vent est trop fort pour la led rouge, s'il y a de la lumière pour la led jaune et si le système est allumé pour la led blanche.

1.2.b Diagramme des exigences

Question 7: Compléter le diagramme des exigences pour les exigences 4, 9, 3.1 et 7.1.

1.2.c Diagramme de définition des blocs

Question 8: Compléter le diagramme de définition des blocs en plaçant les noms manquants des blocs pour les deux dernières lignes et les attributs pour les blocs vides de la dernière ligne.

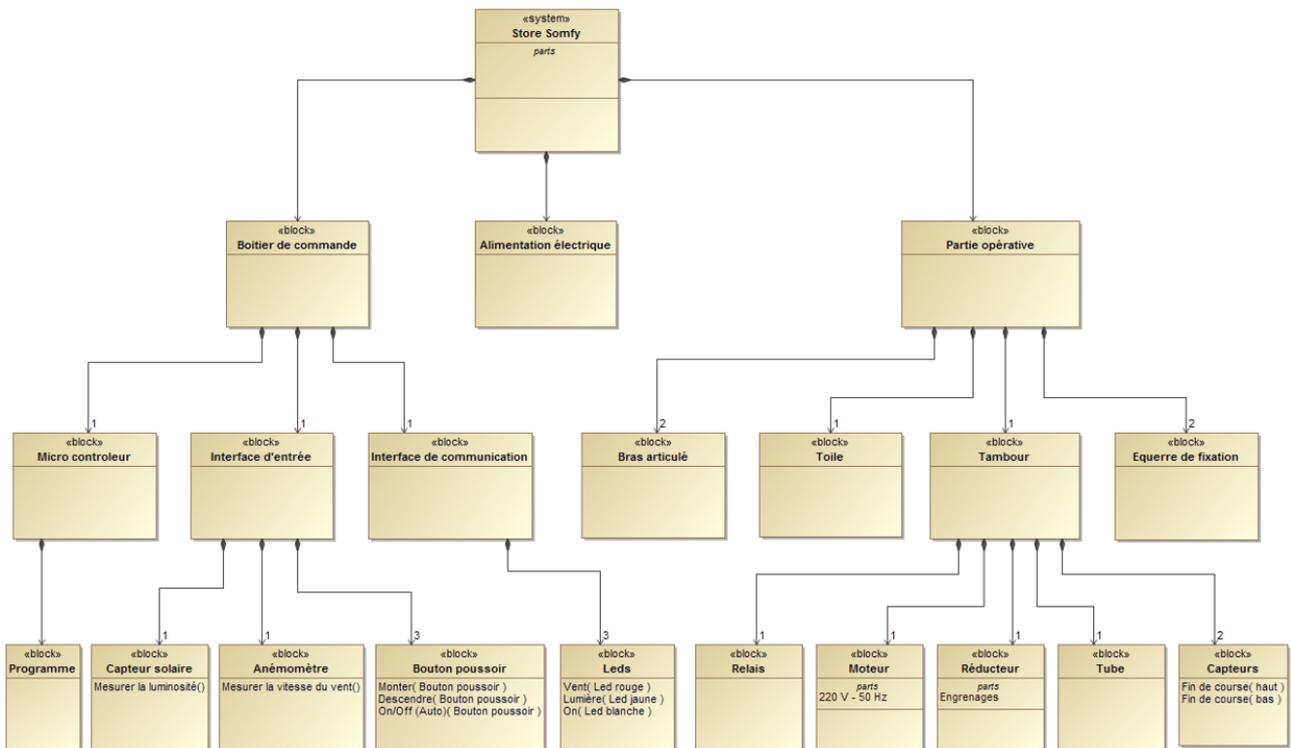
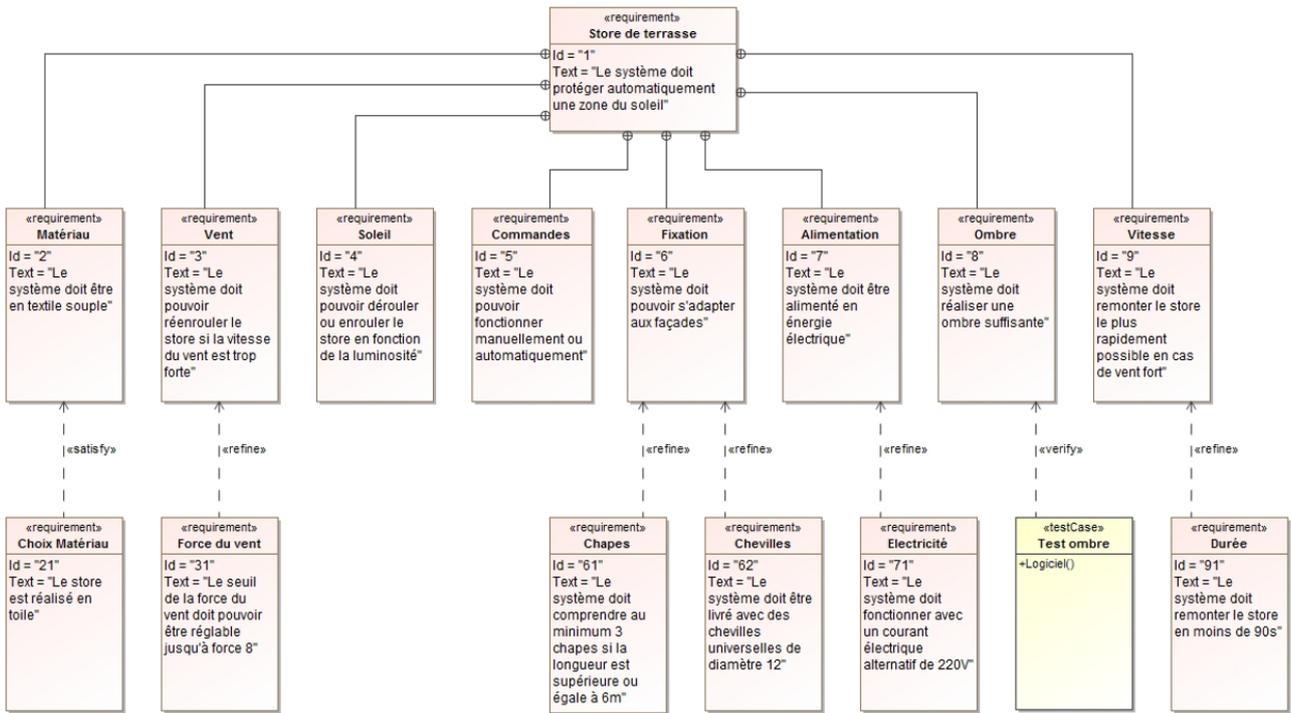
1.2.d Chaînes fonctionnelles

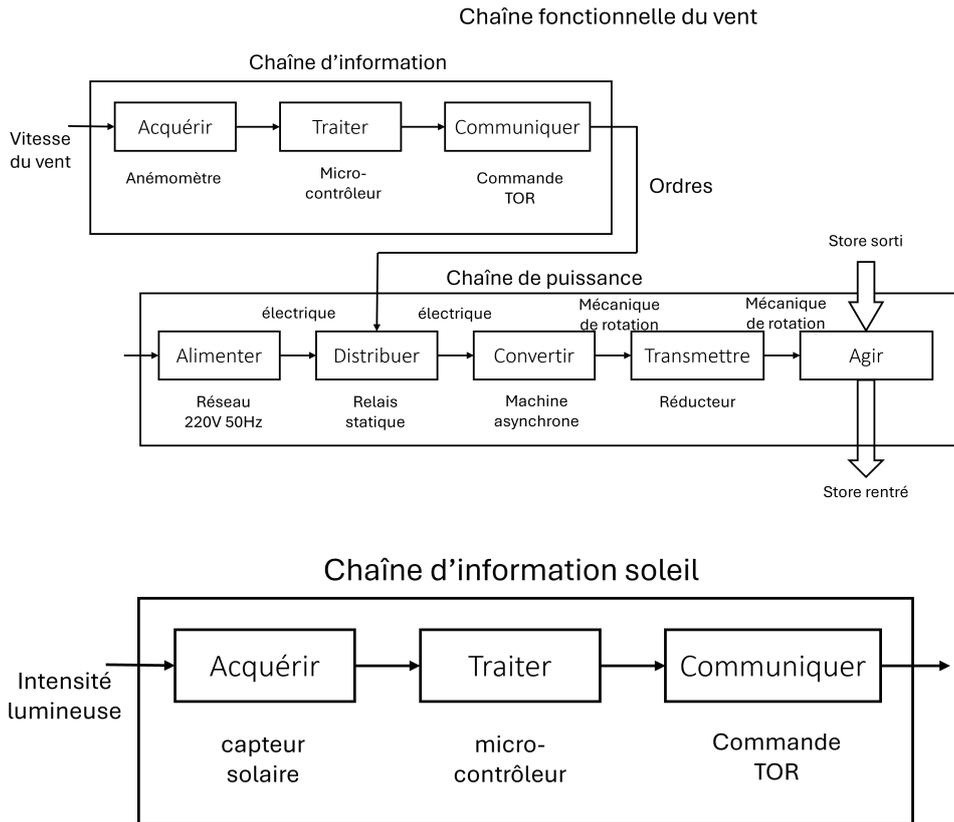
La modélisation propose deux chaînes d'information, une pour le vent et une pour le soleil.

Question 9: Compléter la chaîne fonctionnelle du vent.

Question 10: Compléter la chaîne d'information du soleil.

1.3 Documents Réponses





2. Robot à câbles RC-4

Le Robot à Câbles RC-4 utilise 4 organes flexibles reliés chacun à un enrouleur disposant de sa propre commande. Ces 4 câbles fonctionnent simultanément pour déplacer et orienter un Mobile dans un plan vertical. Ces câbles ne pouvant que « tirer » le Mobile, le défi est de garder tous les câbles tendus pour déplacer une charge avec vitesse et précision.

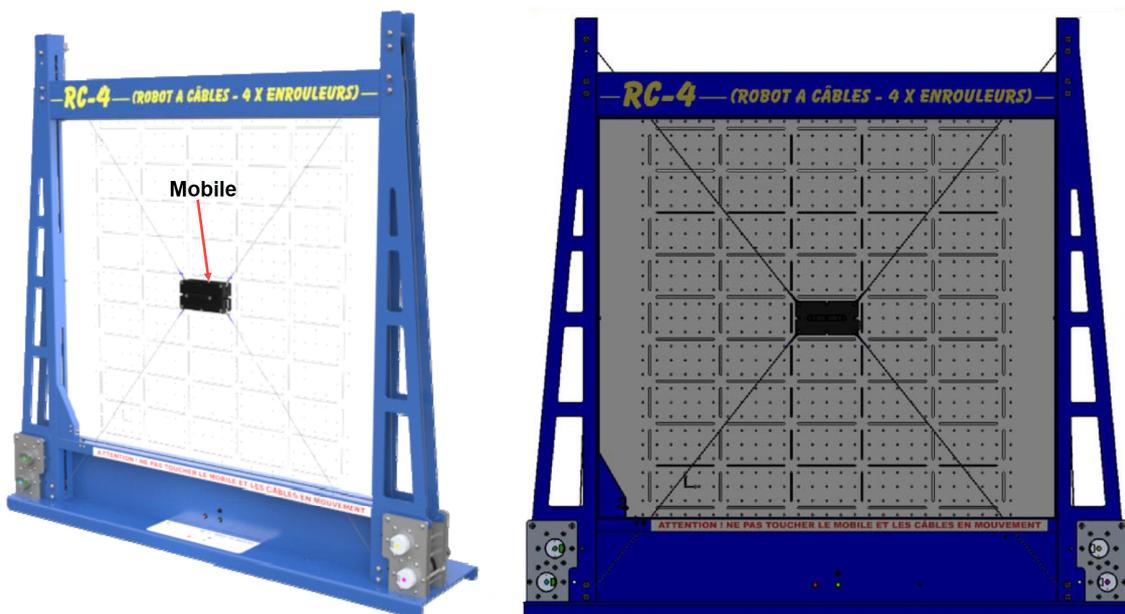


FIGURE 1 – Le RC-4 de la société DIDASTEL PROVENCE

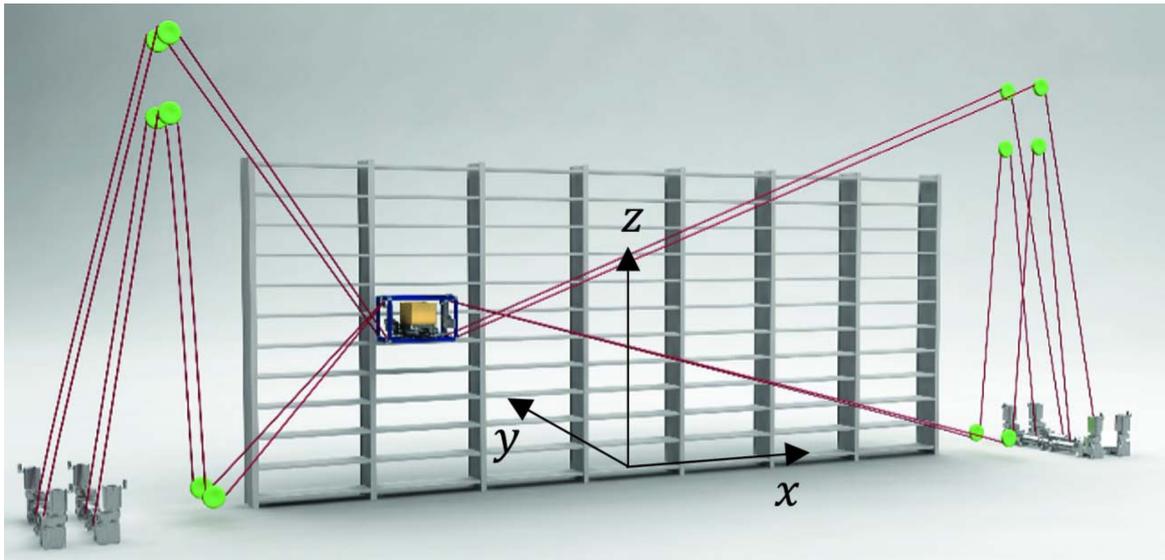
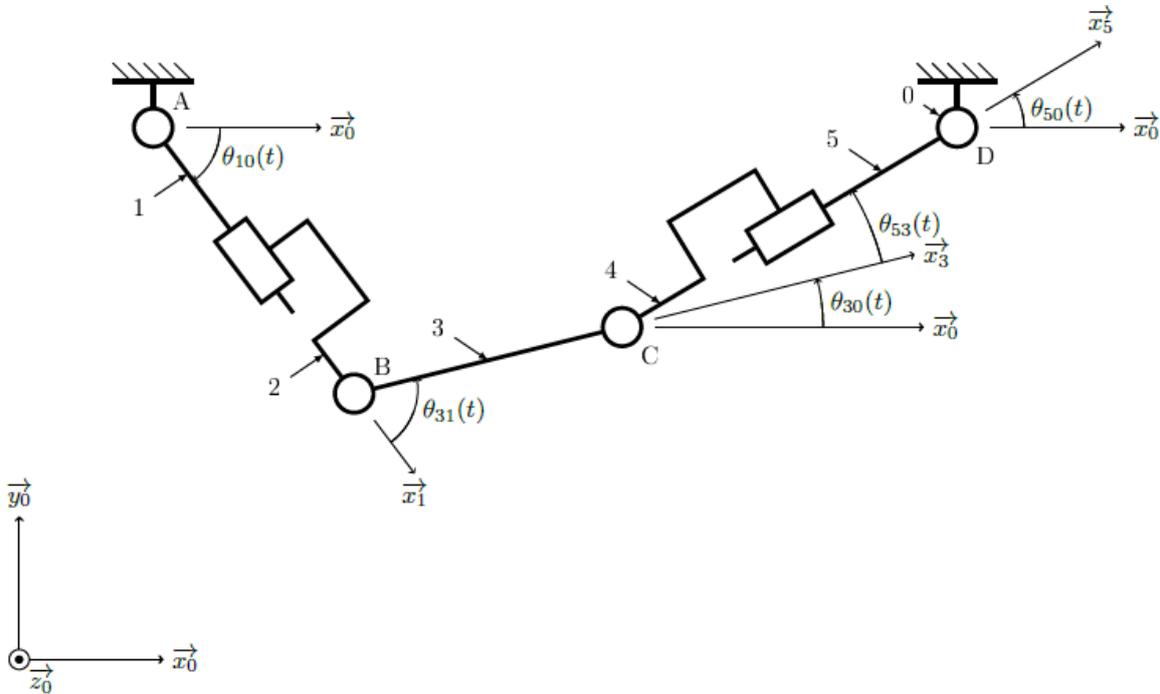


FIGURE 2 – Le robot LEAN de l’université de Duisburg-Essen dont s’inspire le robot RC-4

Dans cet exercice nous allons simplifier le problème. On se limite au pilotage de deux moteurs enroulant des câbles. Ces câbles soutiennent un Mobile 3 qui se déplace le long d’une plaque 0. On modélise les câbles par deux vérins.

On propose le schéma cinématique suivant, permettant d’établir les longueurs des câbles utiles à la gestion de la position et de l’orientation du Mobile :



On propose le paramétrage suivant :

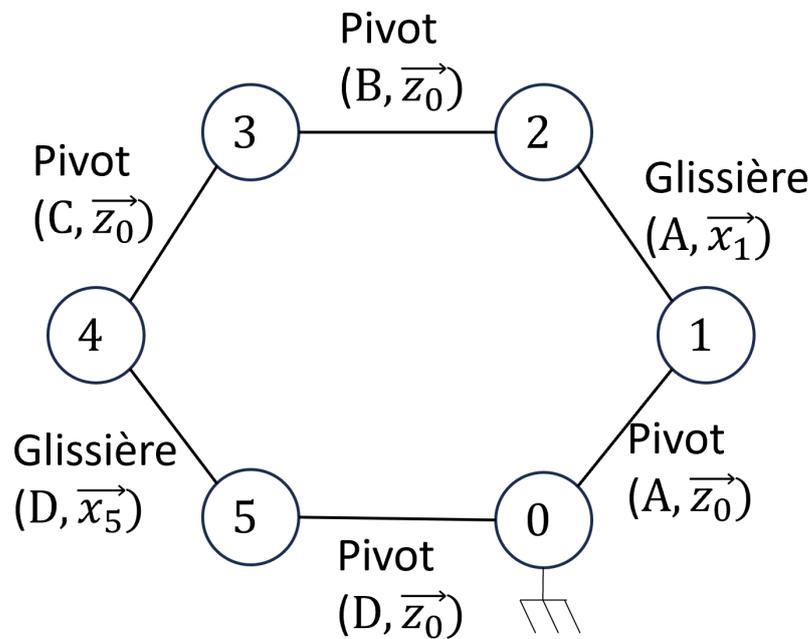
- le repère $\mathcal{R}_0(A, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ lié à la plaque 0 avec $\overline{AD} = L\vec{x}_0$;
- le repère $\mathcal{R}_1(A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ lié à la tige de vérin 1 avec $\theta_{10}(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$;

- le repère $\mathcal{R}_2(B, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$ lié au corps du vérin 2 avec $\overline{AB} = \lambda_1(t)\vec{x}_1$;
- le repère $\mathcal{R}_5(D, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_0)$ lié à la tige de vérin 5 avec $\theta_{50}(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_5) = (\vec{y}_0, \vec{y}_5)$;
- le repère $\mathcal{R}_4(C, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_0)$ lié au corps du vérin 4 avec $\overline{CD} = \lambda_5(t)\vec{x}_5$;
- le repère $\mathcal{R}_3(B, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$ lié au Mobile 3 avec :
 - $\theta_{30}(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$;
 - $\theta_{31}(t) = (\vec{x}_1, \vec{x}_3) = (\vec{y}_1, \vec{y}_3)$;
 - $\theta_{53}(t) = (\vec{x}_3, \vec{x}_5) = (\vec{y}_3, \vec{y}_5)$;
 - $\overline{BC} = a\vec{x}_3$;

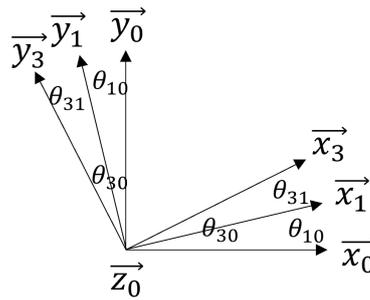
L'objectif ici est de trouver un système d'équations qui permette de déterminer les longueurs $\lambda_1(t)$ et $\lambda_5(t)$.

Question 11: Réaliser le graphe de liaison du système. Ne pas oublier de correctement spécifier les liaisons.

Réponse 11:

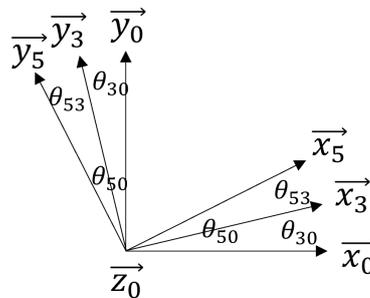


Question 12: Réaliser une figure de changement de base, ou figure de calcul, représentant les angles $\theta_{10}(t)$, $\theta_{31}(t)$ et $\theta_{30}(t)$. En déduire une relation entre ces angles.

Réponse 12:

$$\theta_{30}(t) = \theta_{31}(t) + \theta_{10}(t)$$

Question 13: Réaliser une figure de changement de base, ou figure de calcul, représentant les angles $\theta_{50}(t)$, $\theta_{53}(t)$ et $\theta_{30}(t)$. En déduire une relation entre ces angles.

Réponse 13:

$$\theta_{50}(t) = \theta_{53}(t) + \theta_{30}(t)$$

Question 14: Écrire la fermeture angulaire (somme d'angle égale à zéro) et en déduire une relation entre θ_{10} , θ_{31} , θ_{53} et θ_{50} .

Réponse 14: Fermeture angulaire : $(\vec{x}_0, \vec{x}_1) + (\vec{x}_1, \vec{x}_3) + (\vec{x}_3, \vec{x}_5) + (\vec{x}_5, \vec{x}_0) = 0$ donc

$$\theta_{10} + \theta_{31} + \theta_{53} - \theta_{50} = 0$$

Question 15: Écrire la fermeture géométrique du système et en déduire les deux équations scalaires associées par projection dans la base \mathcal{B}_0 reliant $\lambda_1(t)$, a , $\lambda_5(t)$, L , θ_{10} , θ_{30} et θ_{50} .

Réponse 15: Fermeture géométrique : $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DA} = \vec{0}$ Soit :

$$\lambda_1(t)\vec{x}_1 + a\vec{x}_3 + \lambda_5(t)\vec{x}_5 - L\vec{x}_0 = \vec{0} \quad (1)$$

$$\text{On projette 1 sur } \vec{x}_0 : \lambda_1(t) \cos \theta_{10} + a \cos \theta_{30} + \lambda_5(t) \cos \theta_{50} - L = 0$$

$$\text{On projette 1 sur } \vec{y}_0 : \lambda_1(t) \sin \theta_{10} + a \sin \theta_{30} + \lambda_5(t) \sin \theta_{50} = 0$$

Afin de positionner simplement le Mobile 3 par rapport à la plaque 0 on ajoute ce paramétrage : $\overrightarrow{AB} = x(t)\vec{x}_0 + y(t)\vec{y}_0$.

Question 16: Exprimer $\overrightarrow{AB} = \lambda_1(t)\vec{x}_1$ dans la base \mathcal{B}_0 , sachant que $\overrightarrow{AB} = x(t)\vec{x}_0 + y(t)\vec{y}_0 = \lambda_1(t)\vec{x}_1$ en déduire deux relations entre $x(t)$, $y(t)$, $\lambda_1(t)$ et θ_{10} .

Réponse 16: $\overrightarrow{AB} = \lambda_1(t)\vec{x}_1 = \lambda_1(t)\cos\theta_{10}\vec{x}_0 + \lambda_1(t)\sin\theta_{10}\vec{y}_0$

Donc : $x(t) = \lambda_1(t)\cos\theta_{10}$ et $y(t) = \lambda_1(t)\sin\theta_{10}$

Question 17: Exprimer l'angle θ_{50} en fonction de a , θ_{30} , L , $x(t)$ et $y(t)$.

Réponse 17: En faisant le quotient des deux équations issues de la fermeture géométrique il vient

$$\tan\theta_{50} = \frac{-a\sin\theta_{30} - y(t)}{L - a\cos\theta_{30} - x(t)}$$