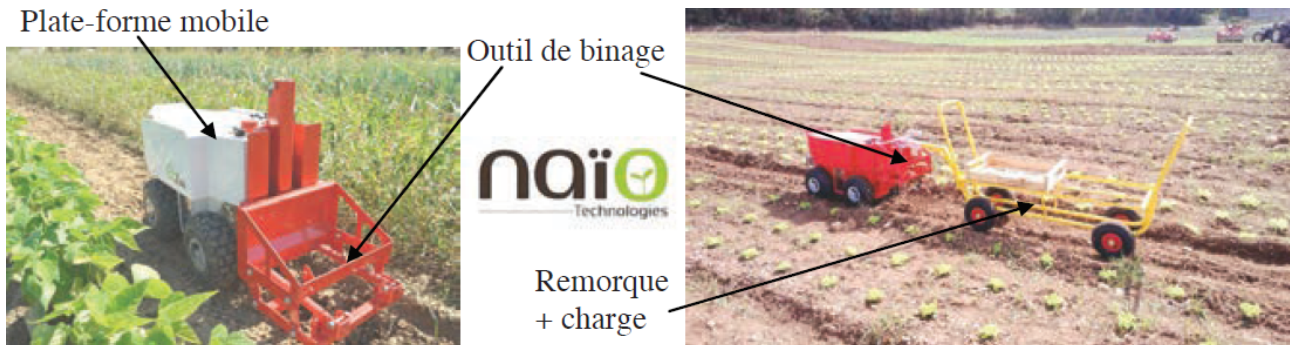


Exercice 1 – Robot de maraîchage Oz 440 *

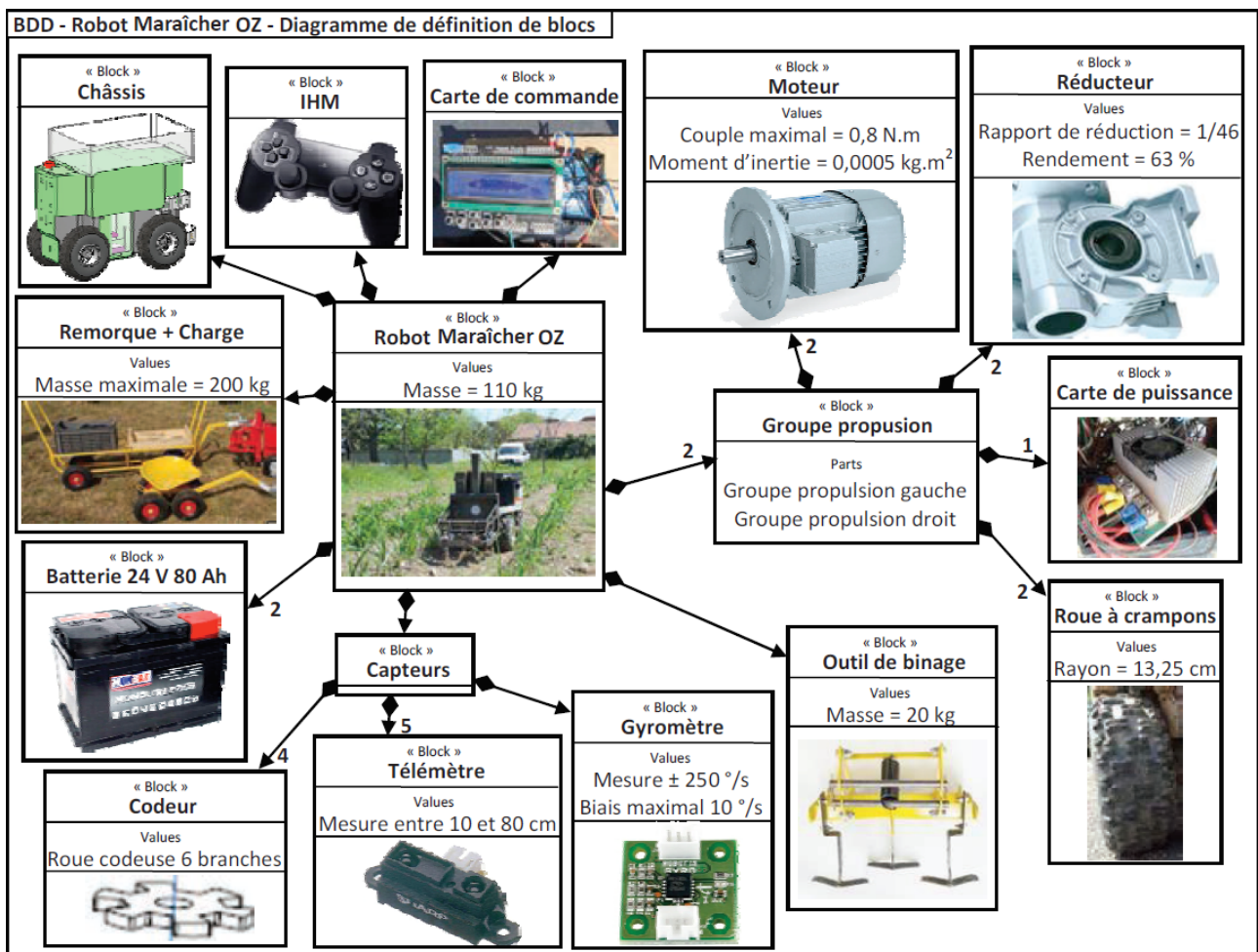
A3-01

Pas de corrigé pour cet exercice.

Le robot de maraîchage Oz 440 développé par la société Naïo Technologies est un outil autonome agricole, alliant robustesse et écologie, capable d'assister les maraîchers dans les tâches les plus pénibles comme le transport de charges lors des récoltes et le désherbage mécanique à l'aide d'un outil de binage.



Ce robot est constitué d'une plate-forme mobile électrique à 4 roues motrices sur laquelle sont fixés divers outils et capteurs. La figure 1 donne la structure du robot sous la forme d'un diagramme de définition de blocs (BDD) avec les propriétés principales de chaque constituant, utiles pour la résolution du problème.



Ce robot de petite taille évolue directement entre les rangées de cultures pour un travail de précision. Il peut, par exemple, désherber et aussi suivre des personnes lors de la récolte tout en transportant des charges. Bien plus petit qu'un tracteur classique, il ne casse pas la structure naturelle du sol et évite ainsi le phénomène de compaction des sols provoqué habituellement par les tracteurs ou le piétinement de l'homme. Il roule lentement et passe au plus près des cultures sans risquer de les abîmer. Selon le vieil adage « un binage vaut deux arrosages », le fait de pouvoir utiliser ce robot régulièrement, sans perte de temps, permet de toujours avoir un sol parfaitement biné et ainsi de

diminuer les effets d'évaporation de l'eau.

Question 1 À l'aide du diagramme de définition de blocs disponible, réaliser le diagramme correspondant à la chaîne fonctionnelle de l'ensemble groupe propulsion droit du robot.

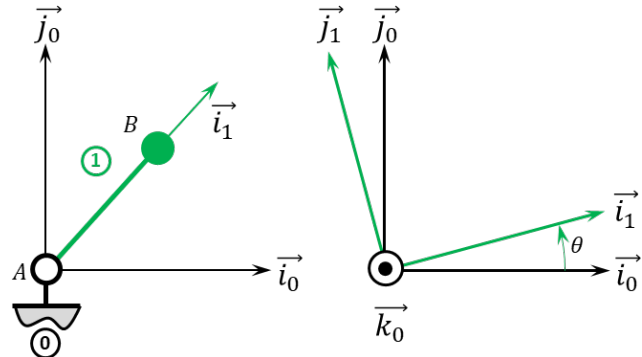
Corrigé voir 1.

Exercice 2 – Mouvement R *

C2-09 Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$ avec $R = 20 \text{ mm}$. La liaison pivot est motorisée par un moteur modélisée dont l'action mécanique sur 1 est donnée par $\overrightarrow{C_m} = C_m \vec{k}_0$ avec $C_m = 40 \text{ Nm}$. La fréquence de rotation nominale est de 1500 tr min^{-1} .

La pesanteur est telle que $\vec{g} = -g \vec{j}_0$. On note m_1 la masse du solide 1, B son centre d'inertie et $I_G(1) = \begin{pmatrix} A_1 & 0 & 0 \\ 0 & A_1 & 0 \\ 0 & 0 & A_1 \end{pmatrix}_{\mathcal{B}_1}$ avec $A_1 = 12,5 \text{ kg m}^2$. Le couple résistant dû aux frottements est supposé constant et égal à 4 Nm .



Question 1 Calculer l'accélération du moteur pendant le démarrage.

Question 2 Calculer le temps mis pour atteindre la fréquence nominale.

Corrigé voir 2.

Exercice 3 – Système de levage à multiples colonnes ★

A3-01

Pas de corrigé pour cet exercice.

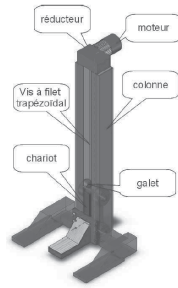
Les sociétés de transports publics des grandes agglomérations gèrent des réseaux comportant des bus et/ou des tramways. Ces sociétés possèdent des centres de maintenance ayant en charge l'entretien et la réparation de leurs véhicules. On s'intéresse ici à la maintenance de tramways sur rails de type TFS (Tramway Français Standard).

Le système de levage est constitué d'une armoire de commande (nommée PC) munie d'un pupitre de commande, d'un API (Automate Programmable Industriel), de relais et cartes de commande pour moteurs. Cette PC peut gérer jusqu'à 10 colonnes de levage. Ces colonnes de levage sont des unités indépendantes mobiles que l'on peut déplacer manuellement grâce à des roues escamotables. Elles sont constituées d'un chariot de levage guidé par 4 galets roulant à l'intérieur d'une colonne (rails en tôle pliée).

L'entraînement du chariot se fait par une vis à filet trapézoïdal, mise en rotation par un moto-réducteur-frein asynchrone. On met en place les colonnes au niveau de la plate forme du tramway à soulever, aux endroits prévus à cet effet.



Photo 2 : Colonne de levage



Modèle numérique de la colonne



Photo 5 : Tramway en position soulevée

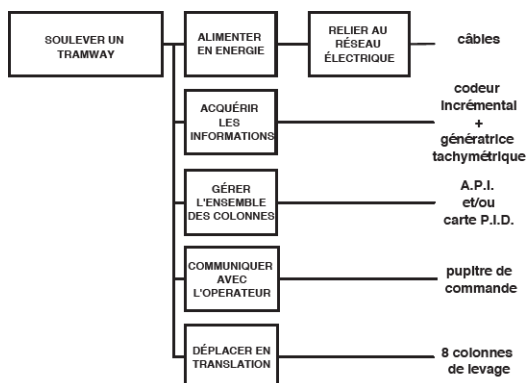


Photo 6 : Vis d'entraînement

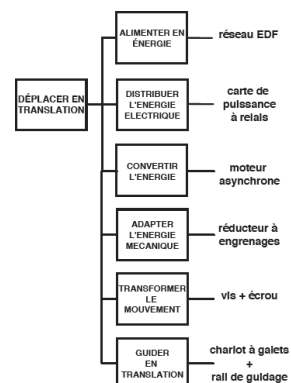
Cycle 01

Pour soulever un tramway de 45 tonnes et de 30 mètres de long, le service de maintenance utilise 8 colonnes de levage d'une capacité unitaire maximale de 8,2 tonnes commandées simultanément. Lorsque les colonnes sont en place, on démarre le cycle de levage : l'opérateur peut choisir un fonctionnement manuel ou automatique. En mode automatique, on affiche sur le pupitre la consigne de hauteur à atteindre, la PC pilote alors chaque moteur des 8 colonnes jusqu'à ce que cette hauteur soit atteinte. Chaque colonne est équipée d'un codeur incrémental informant la PC de la position du chariot de levage de la colonne. Pour un fonctionnement en toute sécurité, il faut assurer une certaine horizontalité du tramway soulevé : l'ensemble des points de levage doit être compris entre deux plans parallèles distants de 20 mm au maximum (coplanéité).

Le développement sous forme de FAST de la fonction principale FP.1 (plus simplement écrite « Soulever un tramway ») est donné ci-après.



Le développement sous forme de FAST de la fonction technique « Déplacer en translation » pour une colonne est donné ci-après.



Question 1 Vous ne connaissez pas le diagramme FAST (je le sais). Quel(s) diagramme(s) SysML pourriez-vous utiliser pour remplacer les diagrammes « FAST ».

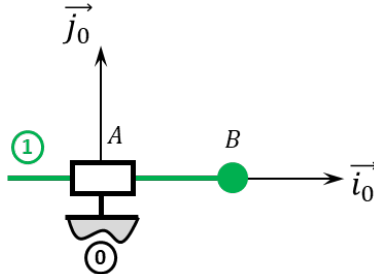
Question 2 Réaliser la chaîne fonctionnelle du système de levage étudié.

Corrigé voir 3.

Exercice 4 – Mouvement T – *

C2-09 Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \overrightarrow{i_0}$. On note m_1 la masse du solide **1**. On note G le centre d'inertie de **1** tel que $\overrightarrow{BG} = \ell \overrightarrow{j_1}$. La pesanteur est telle que $\overrightarrow{g} = -g \overrightarrow{i_0}$. Un vérin positionné entre **1** et **0** permet d'actionner la pièce **1**.



Les performances dynamique de l'axe demandées sont les suivantes :

- vitesse linéaire maximale : 50 m min^{-1} ;
- accélération linéaire maximale : $9,8 \text{ m s}^{-2}$.

Objectif L'objectif de ce travail est de déterminer les caractéristiques du moteur (vitesse et couple) permettant d'atteindre ces performances.

Question 1 Quelle est la vitesse maximale que l'axe peut atteindre en m s^{-1} .

Question 2 Combien de temps l'axe met-il pour atteindre la vitesse maximale ?

Question 3 Quelle distance l'axe parcourt-il pour atteindre la vitesse maximale ?

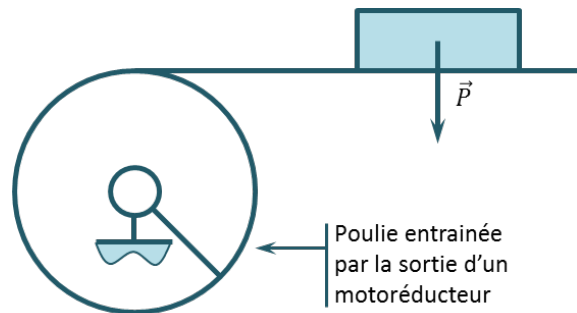
Question 4 Quelle est la longueur minimale à commander pour que l'axe puisse atteindre la vitesse maximale ?

Question 5 Proposer une longueur minimale de l'axe pour pouvoir profiter de ses performances dynamiques.

Question 6 Tracer le profil de la position, de la vitesse et de l'accélération pour parcourir une distance de 50 cm. On cherchera à atteindre les performances maximales de l'axe.

Un motoréducteur permet d'entraîner un système poulie – courroie permettant de déplacer la charge. On considère :

- une charge de masse 1 kg ;
- une poulie de rayon 5 cm ;
- un réducteur de rapport de transmission 1 : 20.



Question 7 Déterminer le couple à fournir par la poulie pour déplacer la charge lorsque l'accélération est au maximum.

Corrigé voir 4.

Exercice 5 – Escalier mécanique*

A3-01

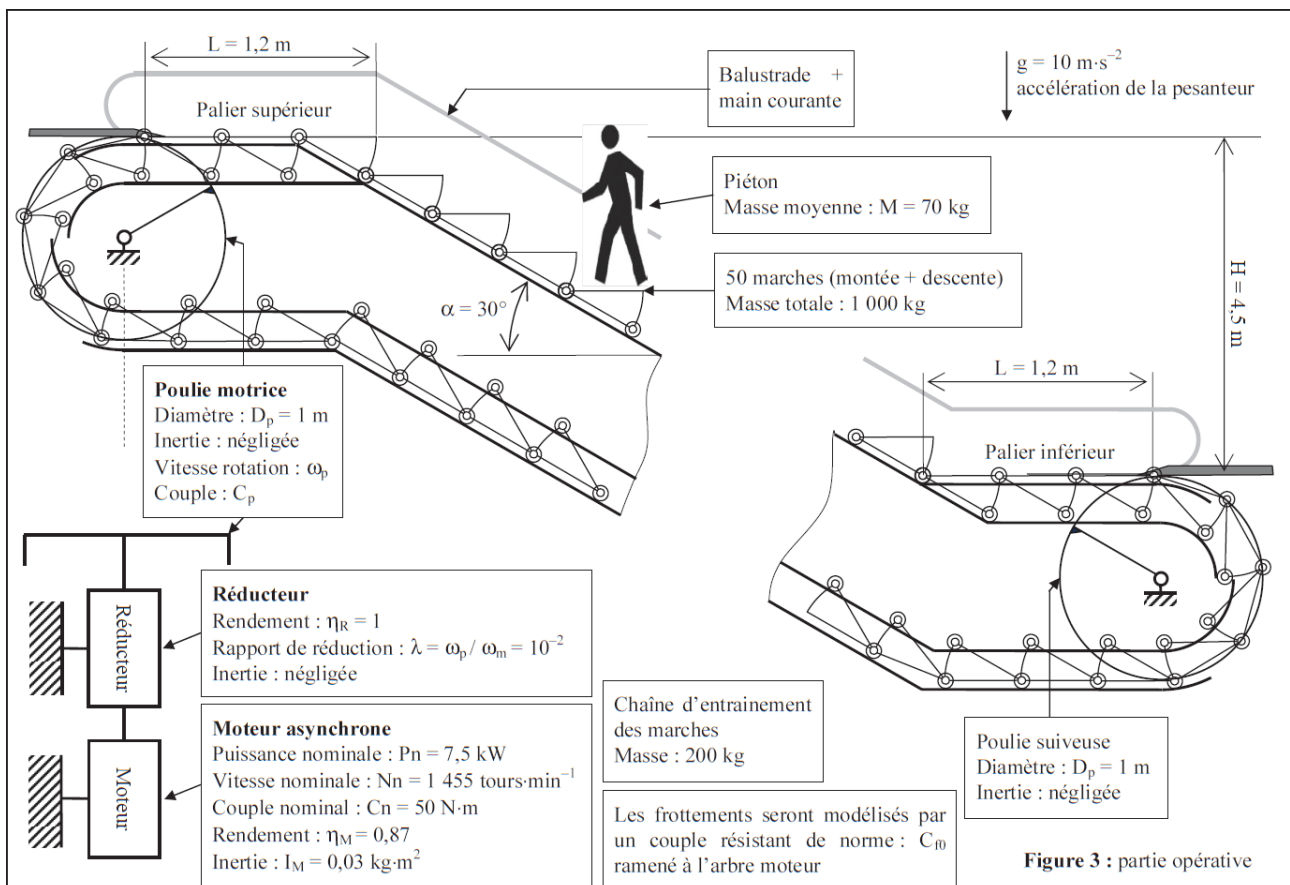
Pas de corrigé pour cet exercice.

Un escalier mécanique (figure 1), appelé aussi escalier roulant ou Escalator (nom déposé par la société Otis), est un élévateur adapté au transport de personnes. Sa fonction principale est de faciliter le déplacement des piétons entre deux points de différentes hauteurs.

Depuis son invention en 1892 (à New York) par l'américain Jesse W. Reno, le système n'a pas cessé d'évoluer pour s'adapter aux nouvelles contraintes économiques, environnementales et sécuritaires.



L'entraînement du chariot se fait par une vis à filet trapézoïdal, mise en rotation par un moto-réducteur-frein asynchrone. On met en place les colonnes au niveau de la plateforme du tramway à soulever, aux endroits prévus à cet effet.



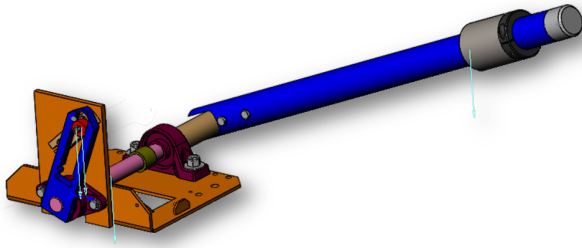
Question 1 En analysant le schéma de principe de la figure précédente, proposer une chaîne fonctionnelle de l'escalier mécanique.

Corrigé voir 5.

Exercice 6 – Barrière Sympact *

C2-09 Pas de corrigé pour cet exercice.

La barrière Sympact permet d'ouvrir ou de fermer l'accès à un parking.



L'angle d'ouverture est de $\alpha = 90^\circ$. La durée d'ouverture et de fermeture doit être $T = 1$ s au maximum. L'accélération maximale est de $\ddot{\theta}_{\max} = 30 \text{ rad s}^{-2}$. La loi d'évolution est un trapèze de vitesse. On note t_a le temps d'accélération (égal au temps de décélération) et T le temps passé à vitesse constante. On note $\dot{\theta}_{\max}$ la vitesse angulaire maximale.

Question 1 Donner l'allure des lois d'accélération, vitesse et position angulaires. Vous indiquerez toutes les valeurs utiles (sous forme littérale).

Question 2 Donner l'expression littérale du temps total.

Question 3 Donner l'expression littérale de la vitesse angulaire en fin de phase d'accélération.

Question 4 Donner l'expression littérale de l'angle total parcouru.

Question 5 Déterminer la durée de l'accélération ainsi que la vitesse angulaire maximale atteinte.

Corrigé voir 6.