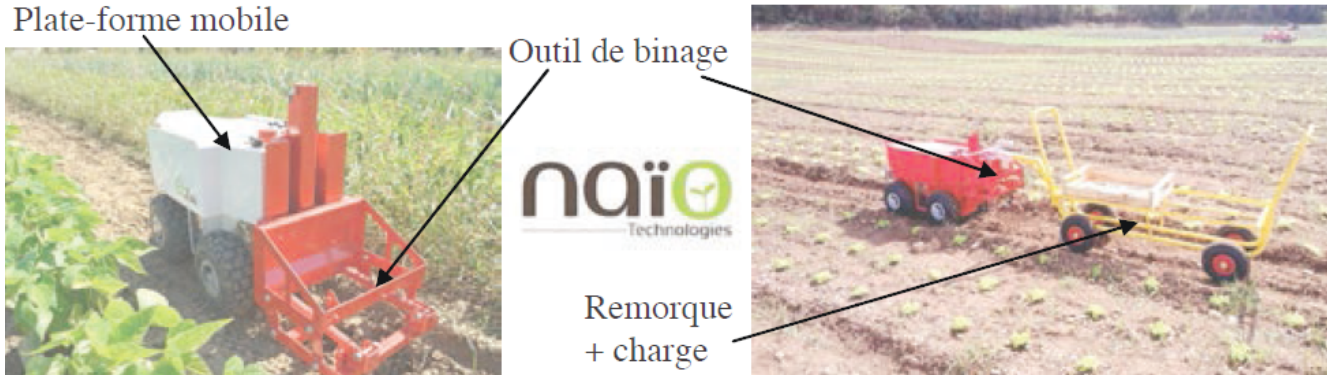


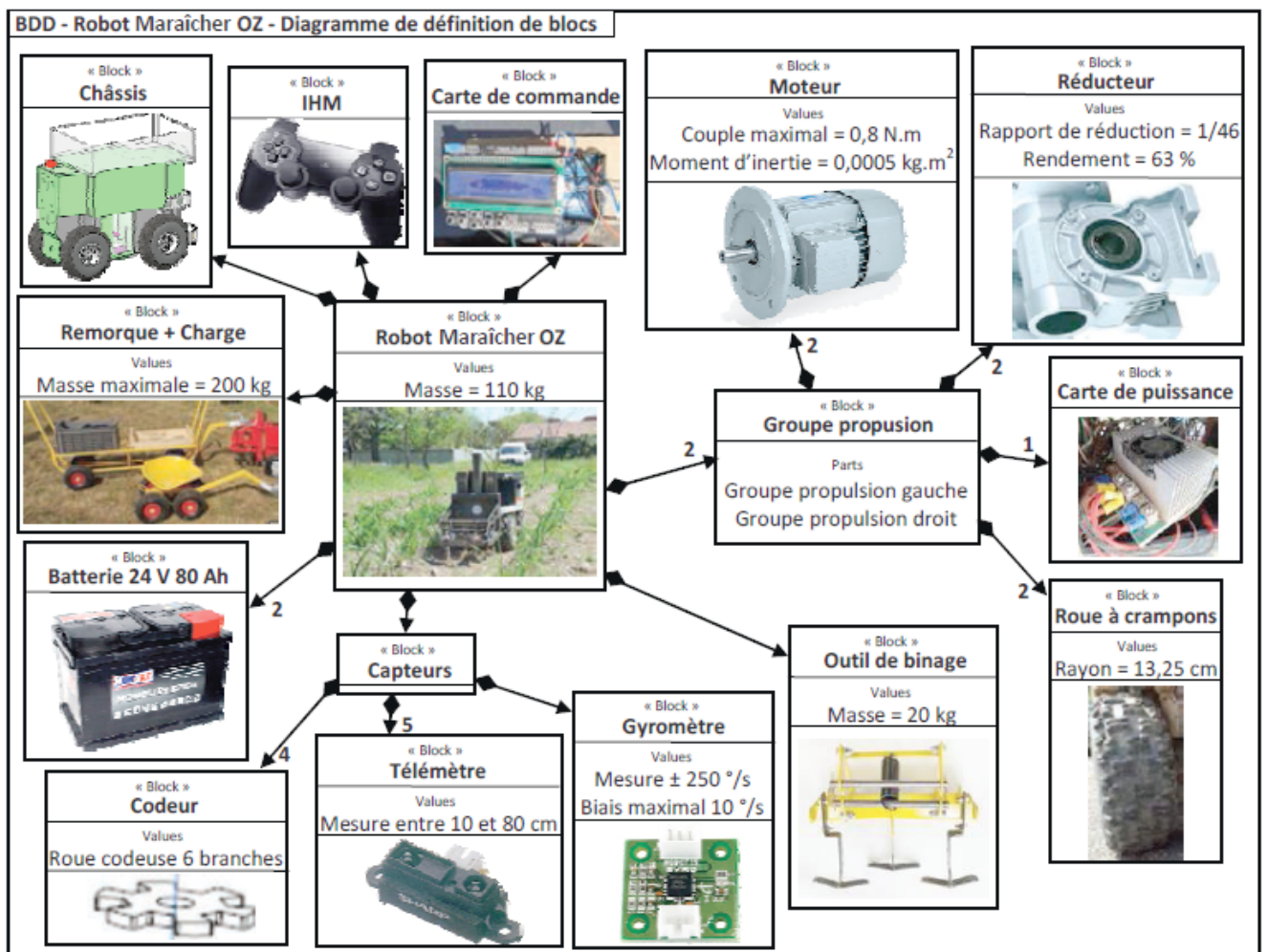
Dynamique : Robot de maraichage (CCP MP 16)

Le robot de maraichage 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 suivante donne la structure du robot sous la forme d'un diagramme de définition de blocs (BDD) avec les propriétés principales de chaque constituant.



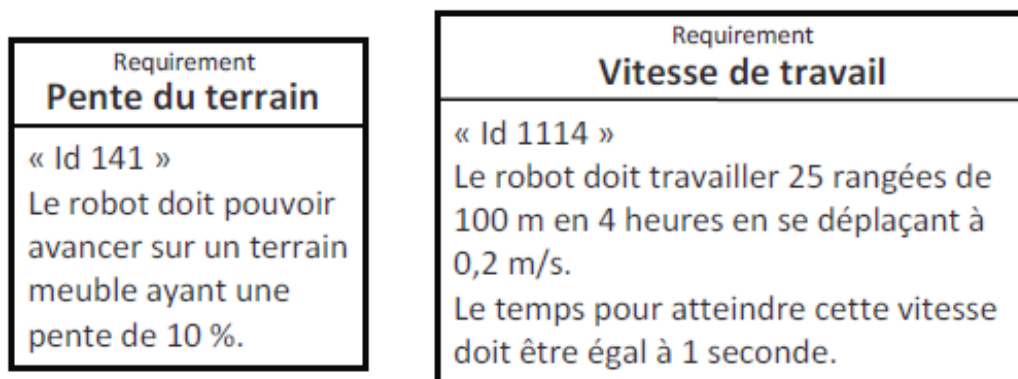
Ce robot de petite taille évolue directement entre les rangées de cultures pour un travail de précision. Il peut, par exemple, désherber et aussi suivre des personnes lors de la récolte tout en transportant des charges.

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.

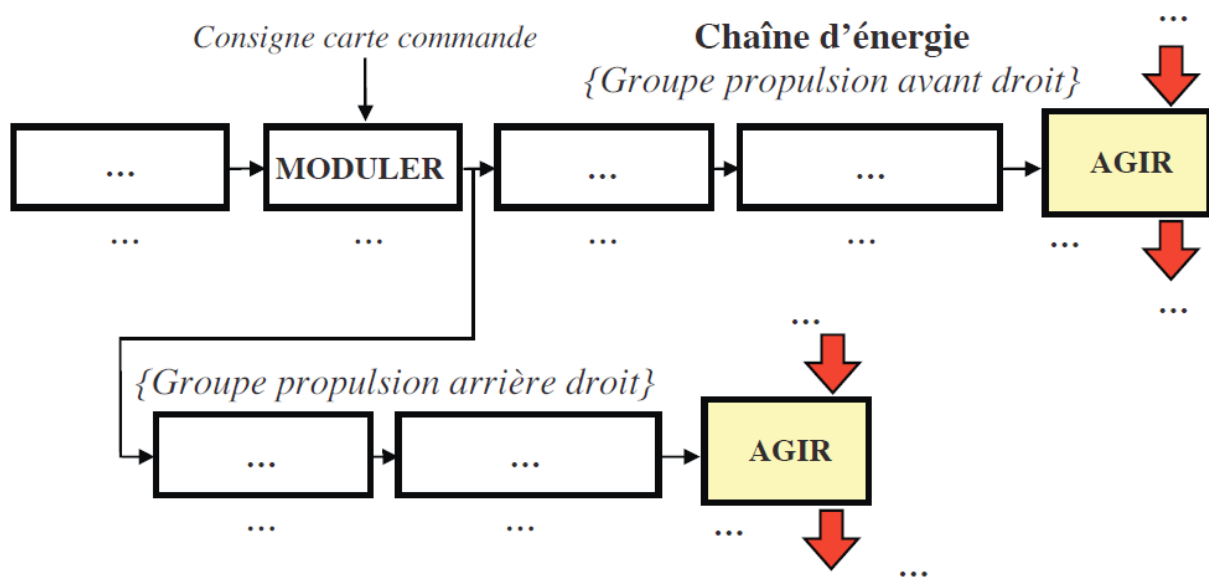
Validation des capacités de déplacement du robot.

Objectif : Dans cette partie, on souhaite vérifier que les couples fournis par les moteurs ont une valeur suffisante pour assurer le déplacement correspondant aux exigences ci-contre.



Question 1.

A l'aide du diagramme de définition de blocs disponible, compléter le diagramme correspondant à la chaîne d'énergie de l'ensemble groupe propulsion droit du robot.



Hypothèses de modélisation

- ✓ Le robot se déplace en ligne droite en montée sur une pente de 10 %.
- ✓ Le robot est équipé d'un outil de binage et tracte la charge maximale spécifiée dans les exigences du cahier des charges.

- ✓ On suppose qu'il n'y a pas de glissement des roues sur le sol et une équi-répartition des charges sur les roues.
- ✓ Les 4 moteurs sont parfaitement équilibrés et délivrent la même puissance. Le robot est commandé en trapèze de vitesse (c'est-à-dire une phase uniformément accélérée, une longue phase de mouvement uniforme et une phase uniformément décélérée).
- ✓ On se place dans la partie la plus défavorable du trapèze de vitesse pour le calcul des couples moteurs.
- ✓ Seul le rendement du réducteur de type roue/vis sans fin sera pris en compte. Les autres composants seront supposés parfaits.

Notations

- ✓ Masse du robot sans outil (Plate-forme mobile + 4 roues + 4 moteurs + 4 réducteurs) : M .
- ✓ Rayon des roues : r .
- ✓ Vitesse de rotation de l'arbre moteur : ω_m .
- ✓ Moment d'inertie arbre moteur seul suivant l'axe de rotation du moteur : J_m .
- ✓ Pente du terrain : α avec $\alpha = 0,1$ rad.
- ✓ Masse tractée : m_t .
- ✓ Masse de l'outil de binage : m .
- ✓ Vitesse du robot par rapport au sol lors de la phase de mouvement uniforme du trapèze de vitesse : V .
- ✓ Accélération du robot par rapport au sol : a .
- ✓ Vitesse de rotation des roues : ω_r .
- ✓ Rendement du réducteur : η .
- ✓ Moment d'inertie de l'ensemble $E = (1 \text{ roue} + \text{son réducteur associé})$ suivant l'axe de rotation de la roue : J_r avec $J_r = 0,038 \text{ kg.m}^2$.
- ✓ Couple fourni par un seul moteur : C_m .
- ✓ Rapport de réduction du réducteur : ρ ($\rho = \omega_r / \omega_m$).
- ✓ Pour déterminer les couples moteurs, on applique le théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble robot + outil de binage + charge tractée.

Questions.

2. Donner l'expression de l'énergie cinétique du robot avec l'outil de binage et la charge tractée dans son mouvement par rapport au sol.
3. En déduire l'expression de l'inertie équivalente J_{eq} ramenée sur l'arbre moteur.
4. Calculer la valeur de J_{eq} en utilisant les données fournies dans le diagramme de définition de blocs.
5. Déterminer l'expression littérale des puissances des actions mécaniques extérieures.
6. Déterminer l'expression de la puissance d'inter-effort en fonction de C_m , η et ω_m .
7. Appliquer le théorème de l'énergie cinétique et en déduire l'expression du couple moteur C_m nécessaire pour déplacer le robot en fonction de la pente du terrain, de l'accélération du robot et en fonction des caractéristiques définies dans le diagramme de définition de blocs ou dans la partie notations.
8. Calculer la valeur du couple C_m et conclure vis-à-vis des exigences du cahier des charges.