

1. Le robot DINO

La société Naïo propose, pour effectuer le désherbage mécanique de légumes en planche, un robot autonome appelé robot DINO.

Le robot fonctionne de façon autonome sur une parcelle. À l'aide d'une télécommande sans fil, le maraîcher amène le robot sur la parcelle à travailler et le positionne au début d'une planche.



2. Gestion de l'alignement latéral des socs de binage

Pour que le robot DINO soit performant et concurrentiel, il doit assurer le positionnement des socs au plus près des plants sans les détériorer. Pour cela, un vérin électrique latéral (figure 15) permet de déplacer rapidement et précisément le porte-outil par rapport au châssis du robot.

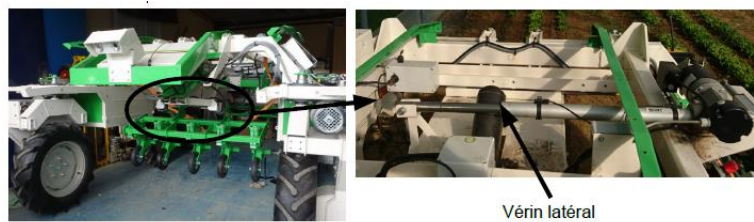


Figure 15 : positionnement général et vérin électrique latéral

Afin de valider les performances, il est nécessaire de modéliser la chaîne d'énergie.

2.1. Modélisation de la chaîne d'énergie

Les constituants de la chaîne d'énergie sont détaillés figure 16 et l'objectif est de valider le modèle multiphysique représenté figure 17.

Dans ces modèles, la position de l'écrou du dispositif vis/écrou correspond à la position latérale de la tige du vérin électrique et donc des socs.

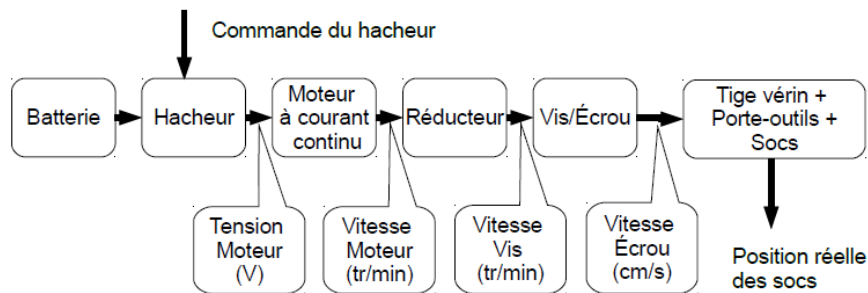


Figure 16 : chaîne d'énergie du déplacement latéral rapide par le vérin électrique

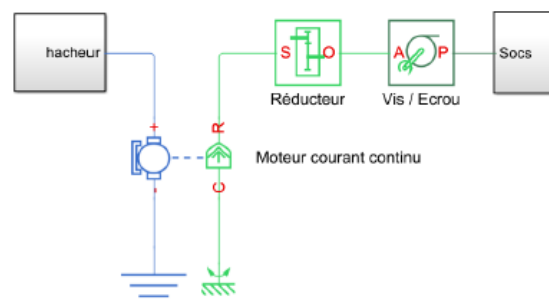


Figure 17 : modélisation multiphysique de la chaîne d'énergie

Les données et paramètres renseignés dans le modèle sont les suivants :

- tension nominale de la batterie 12 V ;
- résistance de l'induit du moteur $R_M=0,2 \Omega$;
- constante de force contre électromotrice (fcem) du moteur à courant continu $k_M = 0,0307 \text{ V}\cdot\text{rad}^{-1}\cdot\text{s}$;
- rapport de réduction du réducteur $k_r = \frac{1}{6,25}$;
- pas de la vis $p = 5 \text{ mm}$;
- couple de frottement sec ramené sur l'axe moteur modélisant l'ensemble des frottements secs (contact des socs avec le sol et balais-collecteur) $C_0=70 \text{ mN}\cdot\text{m}$.

Q1. Déterminer la vitesse de translation de la tige du vérin à partir des données constructeurs, en supposant que le moteur tourne à la vitesse de rotation nominale de $3\,600 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$ durant tout le déplacement.

Afin de valider le modèle multiphysique du vérin électrique latéral, l'expérience suivante est réalisée : les socs sont rentrés dans le sol à 2 cm de profondeur et un ordre de déplacement de 10 cm est donné au vérin électrique pendant que le robot avance. Les résultats expérimentaux et ceux provenant de l'utilisation du modèle multiphysique sont tracés sur la figure 18.

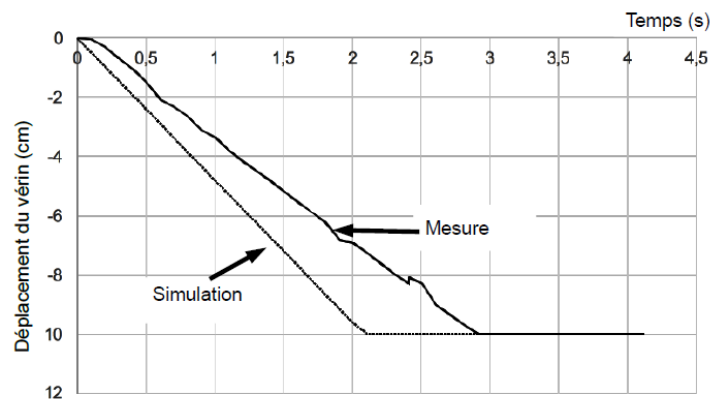


Figure 18 : mesure et simulation du déplacement du vérin

Q2. À partir des résultats de mesure et de simulation (figure 18), déterminer les vitesses expérimentales et simulées de translation de la tige du vérin. Conclure quant à la vitesse de rotation du moteur au cours de son fonctionnement par rapport au régime nominal.

	Mesure	Simulation
V_{TIGE}		

Le schéma équivalent, en régime établi, de l'induit du moteur à courant continu du vérin électrique est donné à la figure 19. De plus :

- $E = k_M \times \Omega_M$ avec E la fcem et Ω_M la vitesse de rotation du moteur ;
- $C_M = k_M \times I_M$ avec I_M le courant d'induit et C_M le couple moteur.

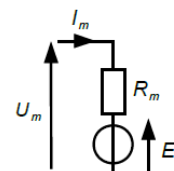


Figure 19 : schéma équivalent de l'induit

Pour réduire les écarts entre le système simulé et le système réel, deux essais sont effectués pour déterminer expérimentalement les paramètres suivants :

- la résistance d'induit R_M ;
- la constante de fcm k_M ;
- le couple total de frottement sec ramené sur l'axe moteur C_0 .

Lors du premier essai, les conditions sont les suivantes :

- rotor moteur bloqué ;
- tension d'alimentation du moteur de 1,3 V ;
- courant d'induit mesuré de 2 A.

Q3. En déduire la valeur mesurée de la résistance d'induit R_M . La comparer à celle renseignée dans le modèle.

Lors d'un deuxième essai similaire à celui ayant donné les résultats de la figure 18, les conditions sont :

- tension d'alimentation maximale de 12 V ;
- en charge (socs dans la terre).

Le relevé de la vitesse de rotation du moteur pendant le test est donné à la figure 20.

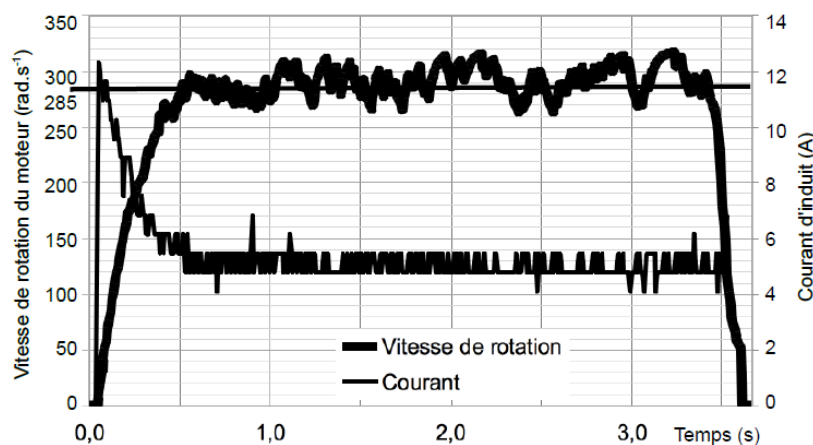


Figure 20 : vitesse de rotation et courant du moteur à courant continu du vérin pendant l'essai en charge (deuxième essai)

Q4. Déterminer à partir de la réponse expérimentale en régime permanent de l'essai en charge, la constante de fcm k_M et le couple de frottement sec C_0 . Les comparer à celles renseignées dans le modèle.