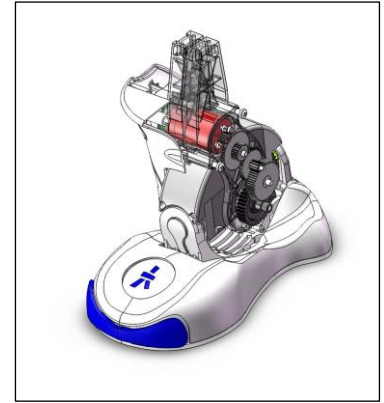


Système pluritechnologique : cheville du robot NAO

Performance : couple maximal nécessaire à la stabilité du robot NAO



1. Prise en main du système pluritechnologique

L'étude proposée concerne uniquement le comportement de l'axe de tangage. Se connecter à la session de Terminale sur l'ordinateur. Se connecter au répertoire « terminale » à l'aide des identifiants fournis. Copier le répertoire « *Sujet A* » et le coller dans le disque personnel de travail.

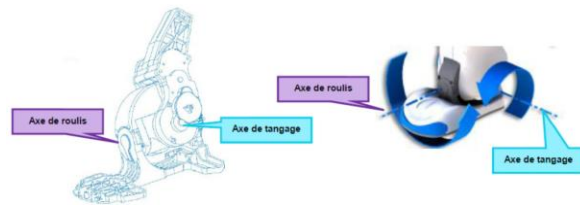


Figure 1 : le système « cheville nao »

1. La consigne concernera uniquement l'asservissement en tangage.
2. Imposer une commande de 10° en tangage ;
3. et aucune sur l'axe de roulis.
4. Régler la durée de mouvement à 1 s.
5. lancer la mesure
6. observer la cheville et importer les résultats.

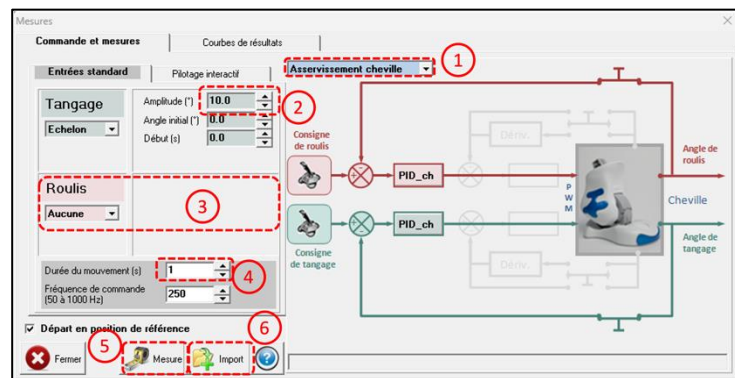


Figure 2 : procédure de mise en marche :

2. Performance attendue

2.1 Équilibre du robot

On souhaite que le robot puisse rester stable en position debout légèrement penché vers l'avant.

On définit le robot comme un solide S_1 indéformable en liaison pivot avec le bati S_0 autour du point O selon la direction $\vec{z}_0$ correspondant à l'articulation de tangage sur la cheville.

On donne :

- la masse du robot : $m = 4,5 \text{ kg}$;
- le centre de gravité G avec ;

$$\|\vec{OG}\| = L_1 = 30 \text{ cm}$$
- $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;
- $\theta_{10}^{\max} = 10^\circ$;

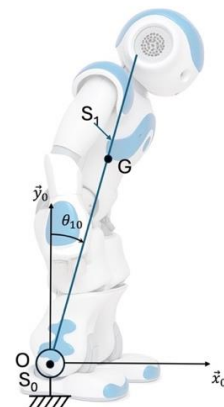


Figure 3 : modélisation mécanique du cas étudié

La motorisation en tangage est identique sur les deux chevilles. Le diagramme partiel des exigences donne la traduction de cette exigence en couple que chaque cheville doit fournir pour assurer l'équilibre statique du robot.

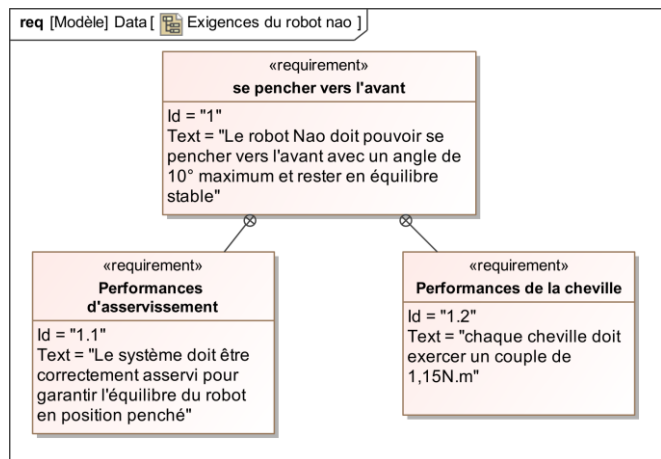


Figure 4 : diagramme Partiel des exigences du robot NAO

2.2 Données techniques de la cheville

Specification	unit	value	tolerance
Measured values			
1 Measuring voltage	V	18	-
2 No-load speed	rpm	8300	±10%
3 No-load current	mA	75	max
4 Starting voltage	V	—	max
5 Terminal resistance	Ohm	5.4	±10%
Recommended values			
10 Continuous current (at 22°C)	A	0.92	max
11 Continuous torque	mNm	16.1	max
12 Angular acceleration	10³ rad/s²	181	max
13 Ambient working temperature range	°C	-30°C to 65°C	typical
14 Rated coil temperature	°C	155	max

Le réducteur à engrenages (2) possède un rapport de réduction $r = \frac{\omega_{\text{red}}}{\omega_{\text{mot}}} = \frac{1}{131}$

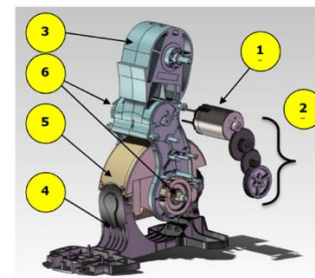


Figure 5 : caractéristiques techniques du moto-réducteur

3. Performance mesurée

L'intensité consommée par le moteur de tangage est acquise en fonction du temps pour différentes valeurs de masses données dans le sujet.

- Fixer la masse selon le protocole ci-contre.
- Sélectionner l'application « NAO Kit » et Cliquer sur l'icône « Réalisation de mesures ».

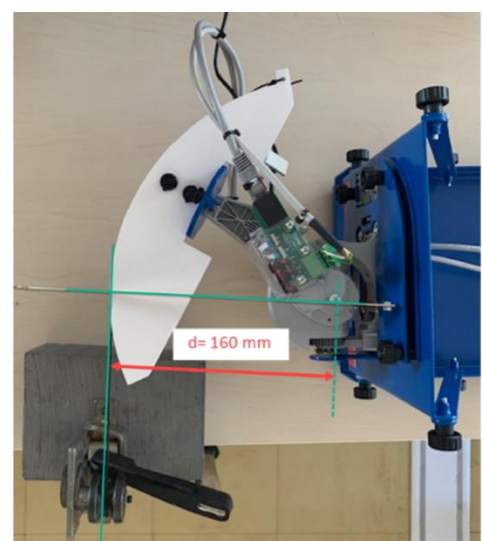
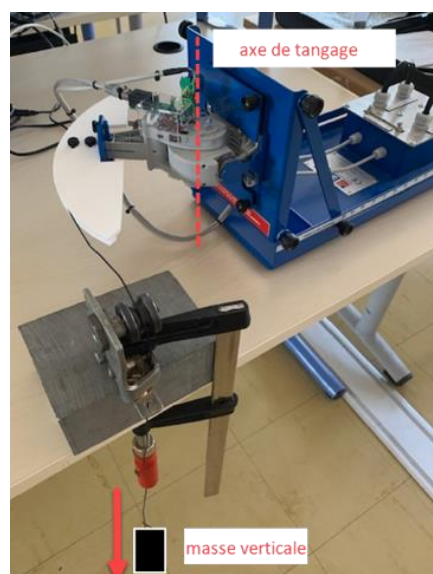


Figure 6 : Mise en place du protocole expérimental

1. La vitesse du moteur est commandée en PWM.
2. Imposer une commande PWM de 40% sur l'axe de tangage,
3. et 0% sur l'axe de roulis.
4. Régler la durée de mouvement à 0,7 s.
5. Une fois la masse mise en place lancer la mesure.
6. Importer les résultats.

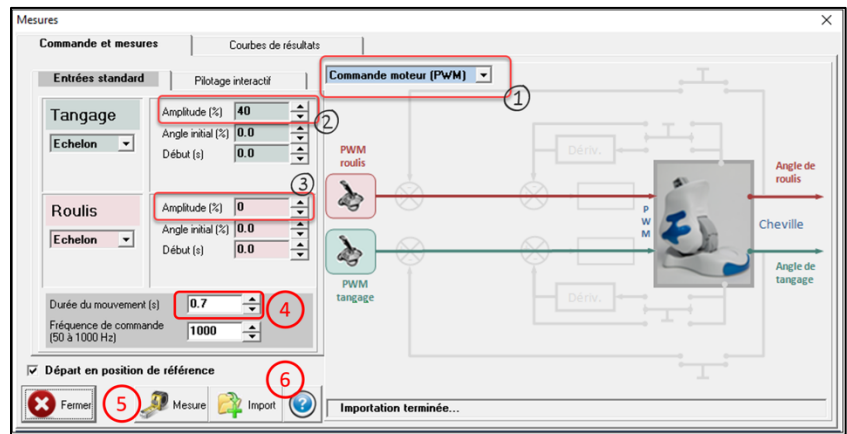


Figure 7 : mise en œuvre sur le logiciel Nao Ankle Kit

1. Lors de la première mesure, indiquer le type de courbe souhaité.
2. Pour cela, ajouter une courbe « Courant Moteur tangage » en fonction du temps.
3. Une fois les mesures effectuées, sélectionner la mesure à exploiter puis cliquer sur Tracer.
4. Le tracé des mesures apparaît sur un graphique.

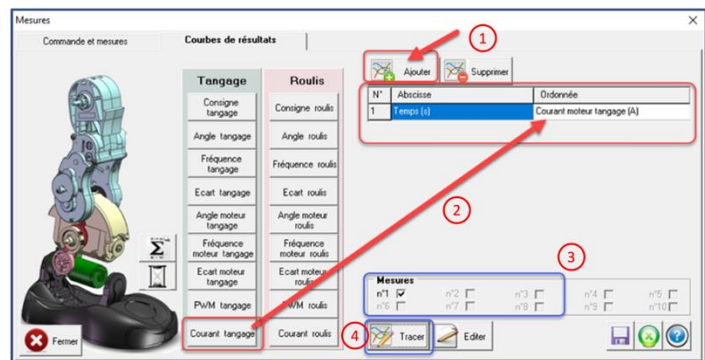


Figure 8 : analyse de mesures sur le logiciel Nao Ankle Kit

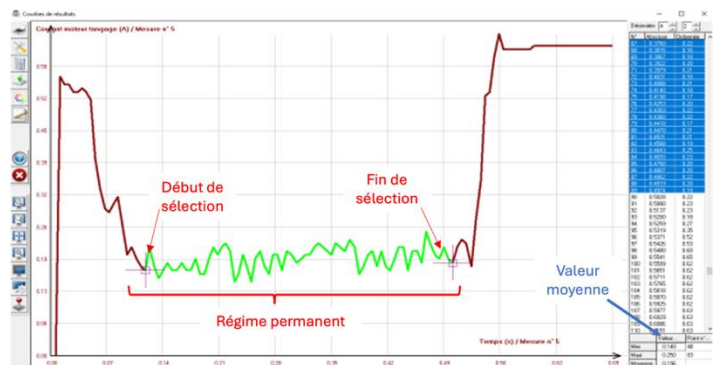
Pour obtenir la valeur moyenne – en régime permanent - d'un échantillon de mesure :

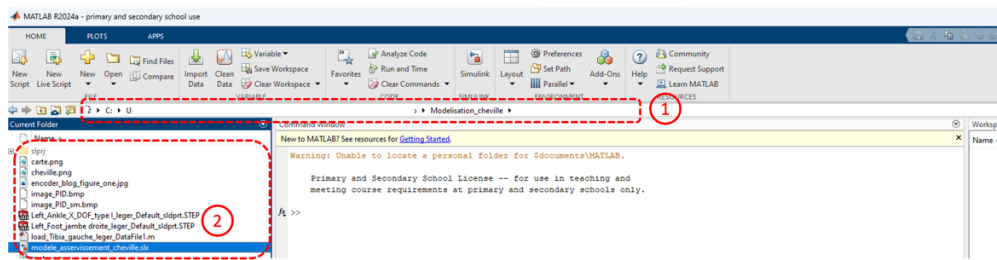
- Effectuer un « Clic gauche » sur la courbe au début du régime permanent,
- puis faire glisser le curseur jusqu'à la fin du régime permanent.
- Dans le tableau d'affichage à droite apparaît la valeur moyenne de la sélection.

4. Performance simulée

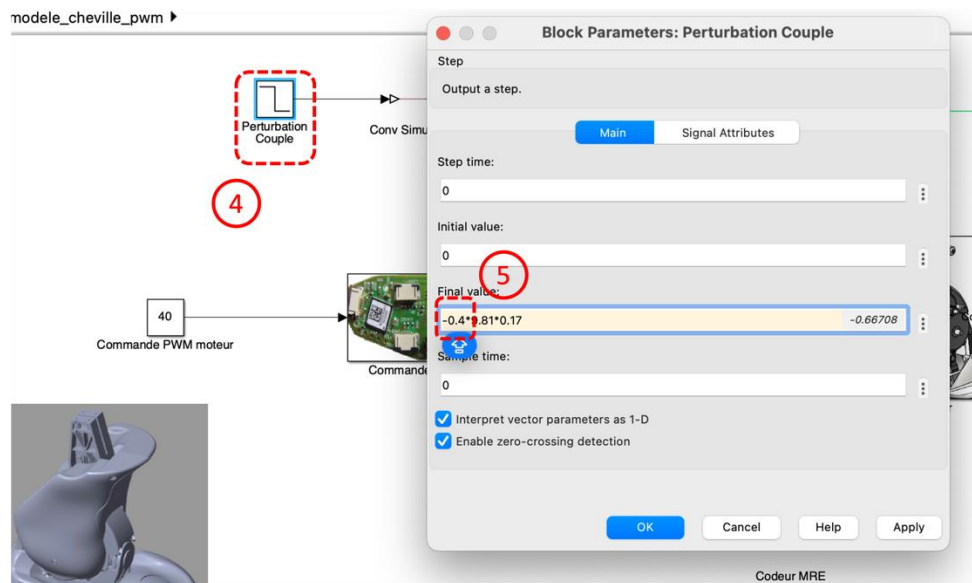
Le répertoire « Fichiers_Matlab » contient le modèle multiphysique du système réalisé à l'aide du logiciel Matlab/Simulink.

1. Après avoir ouvert Matlab 2024a (ou supérieure), définir le répertoire courant correspondant au répertoire dans lequel se trouve le fichier « modele_cheville_pwm.slx » avec le chemin windows.
2. Ouvrir le modèle « modele_cheville_pwm.slx ».





3. Définir le temps de simulation (0,5 s).
4. Après avoir modifié les paramètres dans le modèle en double-cliquant sur le bloc « Perturbation Couple » et
5. en modifiant la première valeur de la formule pour qu'elle corresponde à la valeur de masse souhaitée ;



6. lancer la simulation.
7. Visualiser la courbe avec Data Inspector. Ce module permet de visualiser les courbes-résultats des simulations Simulink.

