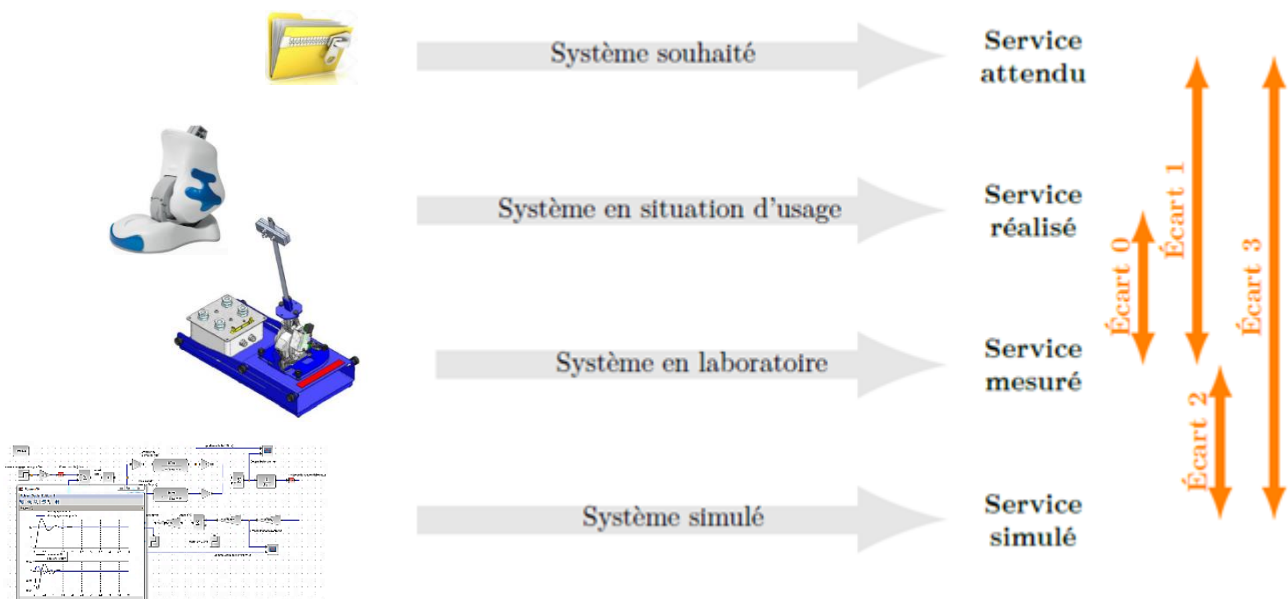
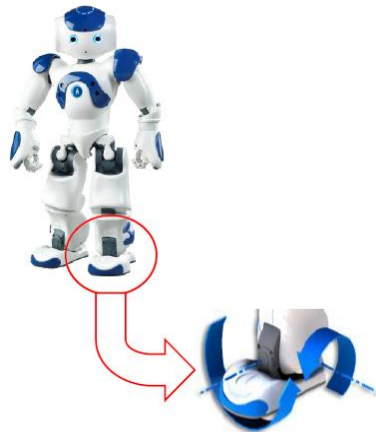


Support technologique : Cheville de robot ludique NAO

Objectif :

Etudier la transmission de mouvement du moteur à la cheville selon les deux axes : tangage et roulis

Durée de la séance : 2 heures avec permutation à mi-séance



Démarche ingénieur : minimiser les écarts

AVERTISSEMENT

VOUS DEVEZ DEPLACER TOUT DOCUMENT NUMERIQUE MODIFIABLE DANS UN DOSSIER PERSONNEL AVANT OUVERTURE ET MODIFICATION.

Préparation à faire chez soi avant la séance de TP

- Lire tout le sujet

Revoir les notions suivantes

- Rapport de réduction : définition et calcul
- Relation vitesse - position



Vous disposez

- Du sujet
- Du modèle simulé causal Scilab/Xcos (« NAO - Boucle Ouverte »).
- D'une fiche plastique double présente sur la table proche du système NAO, contenant des données techniques de la cheville NAO.



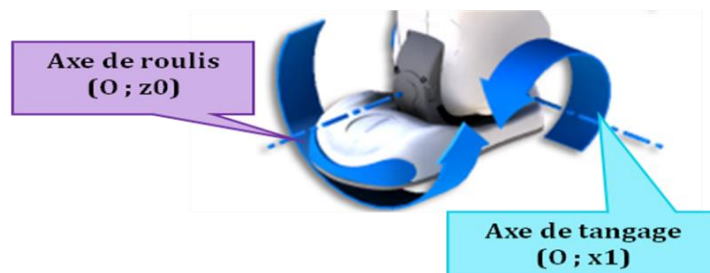
Vous devez rendre

- Rédaction sur cahier de TP.

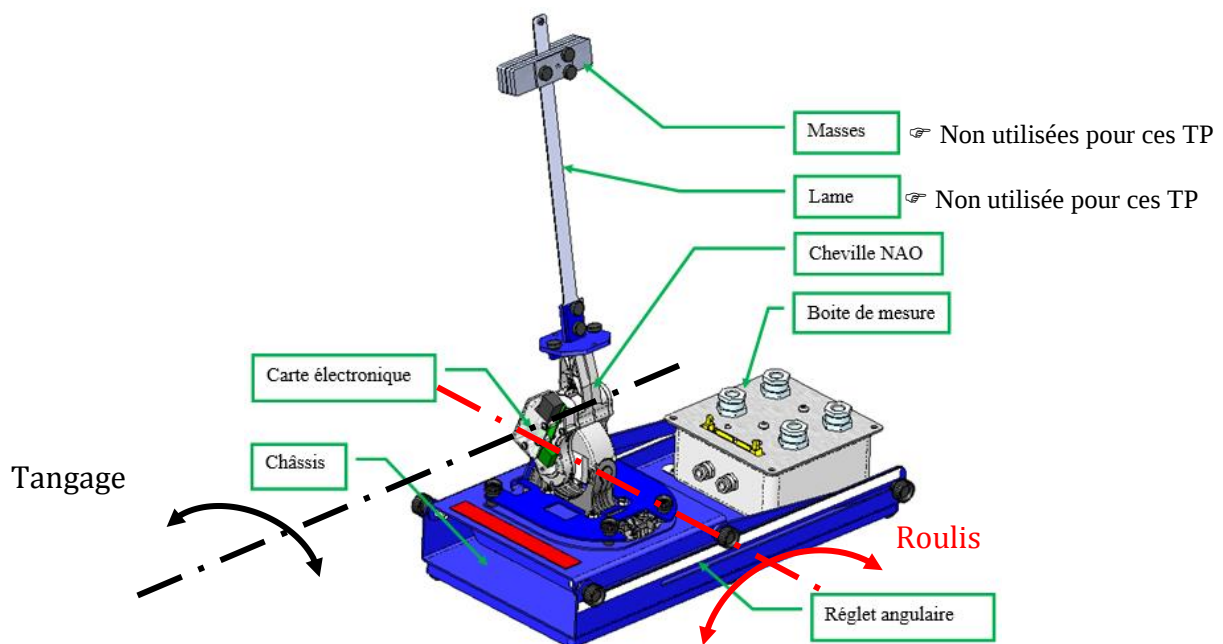
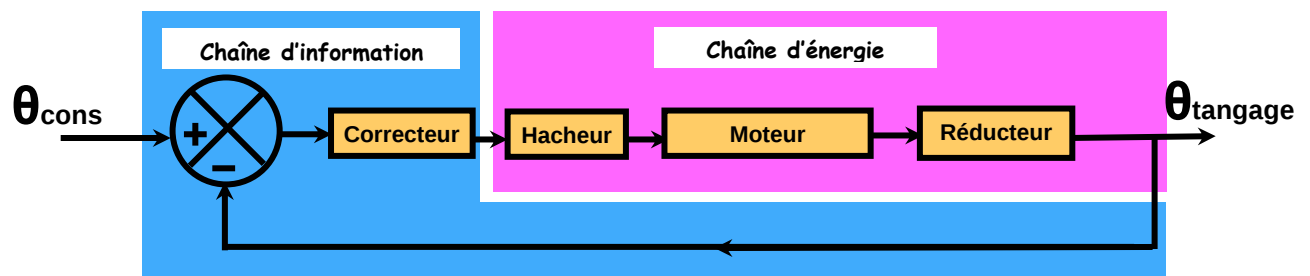


Contexte de l'étude

Pour assurer au robot NAO des performances élevées, le constructeur a choisi d'asservir la position des axes de tangage et de roulis de sa cheville.



La structure asservie de l'axe de tangage de la cheville de NAO est représenté ci-dessous.



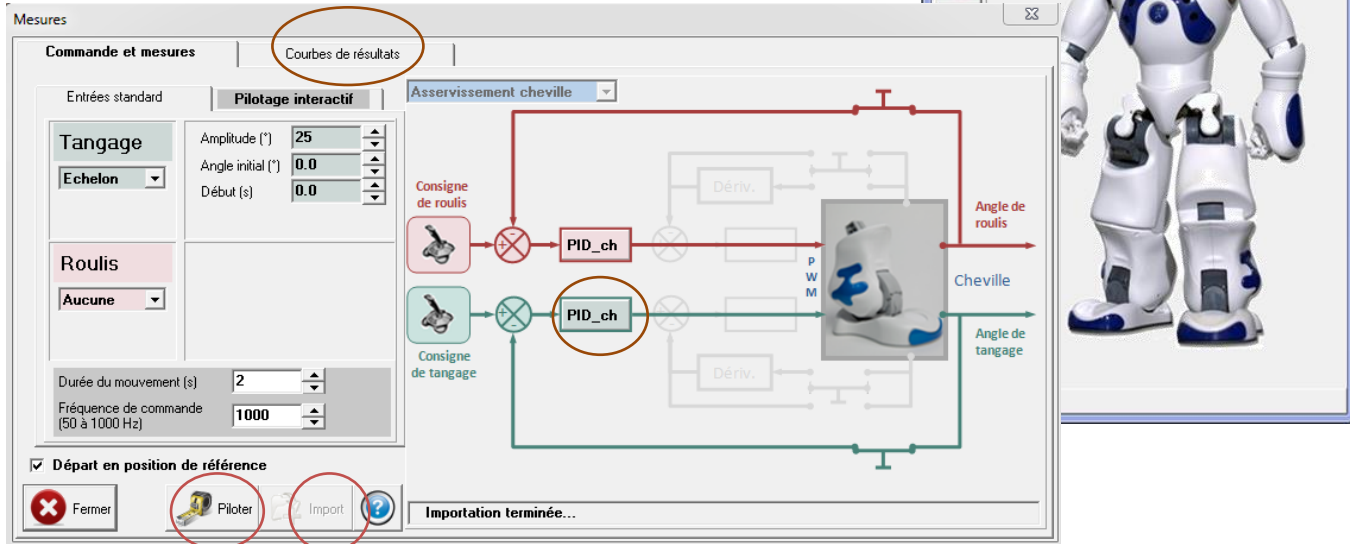
1^{ère} PARTIE : EXPERIMENTATION

Prise en main du système : réponse indicielle de l'axe de tangage

A partir de l'ordinateur lancer le logiciel de commande et d'affichage de la cheville NAO.

Cliquer sur MESURES.

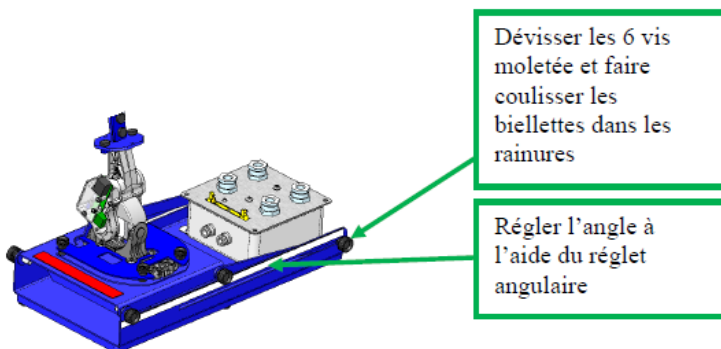
L'écran ci-dessous s'affiche.



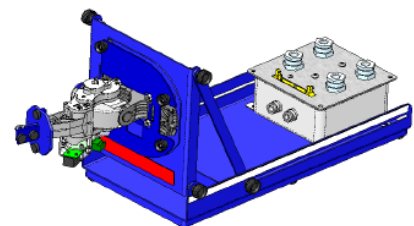
Réponse indicielle

Envoyer en entrée un échelon de position sur l'axe de tangage dont les caractéristiques sont :

- Angle initial : -30°
- Amplitude : $+30^\circ$
- Durée : 5s
- Mode d'asservissement : boucle fermée
- Correction : uniquement proportionnelle $K_p = 500$ ($K_i = K_d = 0$)
- Système en position plateau horizontal



Position plateau horizontal



Position plateau vertical

Pour que l'axe de roulis reste inactif, mettre en place une commande en échelon d'amplitude nulle sur cet axe.

Lancer la **MESURE (« Piloter »)** : l'axe rejoint sa position initiale puis le mouvement demandé s'exécute.

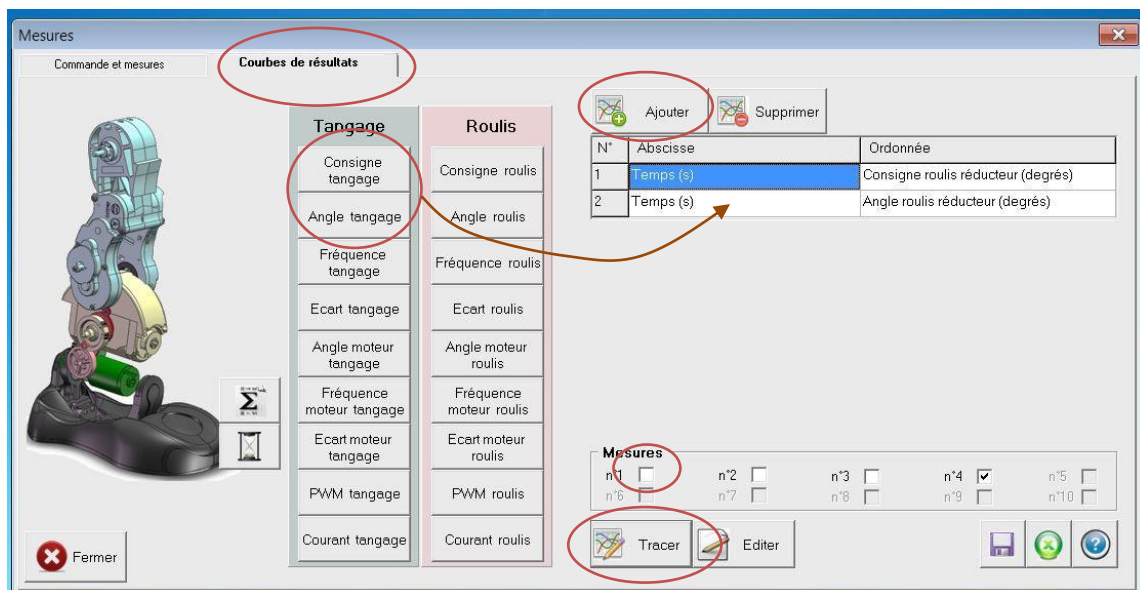
Réaliser l'**IMPORT** des mesures (sans cela, rien ne pourra s'afficher)

Ouvrir la fenêtre d'**AFFICHAGE DE COURBES (« Courbes de résultats »)** : Cocher ce que vous souhaitez visualiser (**AJOUTER** le temps en abscisses, l'angle tangage et la consigne en ordonnées).

On pourra aussi afficher une grandeur en fonction d'une autre et pas le temps.

Cocher la **mesure N° 1**.

TRACER.



Observer les courbes obtenues.

Noter la valeur d'angle obtenue, comparez la avec la consigne. Concluez.

👉 **Notez bien pour la visualisation des courbes** : vous avez accès à l'historique de dix courbes. Pour visualiser la courbe de votre nouvelle mesure, n'oubliez pas de cocher le numéro de la nouvelle mesure, car par défaut l'appli affiche la mesure précédente !

Détermination du rapport de réduction du réducteur de l'axe de tangage

Un réducteur comportant quatre étages de réduction, est placé entre le rotor moteur et la cheville à entraîner.

En observant les différentes grandeurs qu'il est possible de visualiser grâce à l'appli NAO, faire une mesure pour déterminer le rapport de réduction expérimental du réducteur :

$$i_{tang-exp} = \frac{\omega_{tangage-cheville}}{\omega_{moteur-tangage}} = \frac{\theta_{tangage-cheville}}{\theta_{moteur-tangage}}$$

On vous impose les conditions suivantes permettant d'avoir une vitesse lente et la plus constante possible de la cheville en tangage.

- Système en position plateau vertical (élimine l'effet du poids de la cheville)

- Boucle ouverte
- Correction proportionnelle faible : $K_p = 30$ (K_p est habituellement bien plus élevée, comprise entre 300 et 1500 !)
- Consigne : angle initial -30° , amplitude 30°
- Durée du mouvement : 7s que vous adapterez éventuellement

Comparez avec le rapport théorique si vous avez déjà permuté (2^{ème} heure).

Comparaison des évolutions de la vitesse de la cheville et de sa position en tangage

Rester dans la même configuration que pour l'expérience précédente.

Lancer un nouvel essai pour $K_p = 20$.

Afficher la vitesse et la position angulaire de la cheville.

Déterminer la vitesse de déplacement de la cheville en tr/min de deux manières différentes.

Vitesse du moteur de tangage

Déduire à partir de la vitesse précédemment calculée et du rapport de réduction, la vitesse du moteur.

Afficher la vitesse du moteur expérimentale et comparer.

Comparer avec la vitesse simulée sous Scilab/Xcos si vous êtes dans la deuxième heure.

FIN DE LA 1^{ère} PARTIE



2^{ème} PARTIE : CALCUL THEORIQUE / SIMULATION

Cette partie se fait individuellement sur PC.

Sur un PC de la « zone informatique » de la salle, identifiez-vous et ouvrez le modèle simulé Scilab/Xcos : « *NAO - Boucle Ouverte* ». Pendant que le PC se lance faire la suite...

Calcul du rapport de réduction théorique

Munissez-vous de la fiche plastique disponible sur votre poste de travail, ou de l'annexe 1 en fin de sujet.

Calculer le rapport de réduction théorique du réducteur de l'axe de tangage :

$$i_{tang-TH} = \frac{\omega_{tangage-cheville}}{\omega_{moteur-tangage}} = \frac{\theta_{tangage-cheville}}{\theta_{moteur-tangage}}$$

Comparez avec le rapport expérimental si vous avez déjà permuté (2^{ème} heure).

Simulation avec Scilab/Xcos

Le modèle causal « *NAO - Boucle Ouverte* » étant ouvert :

- Saisir les blocs de couleur rouge (durée de simulation 2s à adapter éventuellement, consigne 60°...)
- Pour le rapport de réduction et le correcteur ($K_p = 20$) : clic droit sur le fond/modifier le contexte/etc.

Lancer la simulation : observer les courbes. L'objectif de cette première simulation est de vérifier que les valeurs ne sont pas aberrantes et que le modèle fonctionne globalement.

Vitesse de tangage simulée avec Scilab/Xcos

Ajouter les blocs nécessaires pour visualiser la vitesse de la cheville en tr/min.

Copier/coller des blocs déjà existants...facile !

Noter la vitesse de la cheville atteinte.

Si vous êtes dans la deuxième heure : comparer avec la vitesse expérimentale.

Amélioration du modèle causal

Si les vitesses de tangage expérimentales et simulées sont différentes, sur quels paramètres du schéma bloc peut-on agir pour adapter le modèle au réel ?

Faites-le...

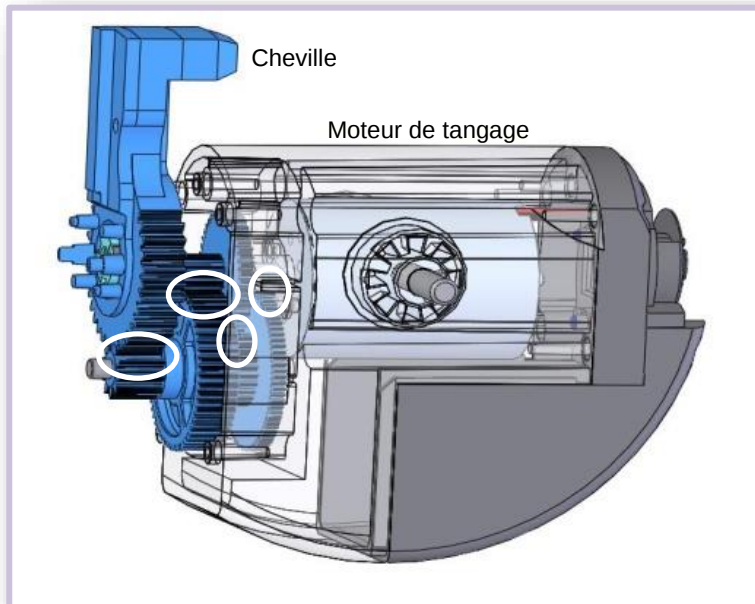
FIN DE LA 2^{ème} PARTIE



ANNEXE 1 : CARACTERISTIQUES DU REDUCTEUR

Caractéristiques du réducteur de l'axe de tangage :

- 4 engrenages
- Engrènements extérieurs
- 8 roues dentées
- Dentures droites
- Axes parallèles



Ankle Pitch (tangage)		
Pièce	Nb de dents Zi	Entraxe de fonctionnement mm
pignon_03_20_moteur	20	15
mobile_inf_1-menée	80	
mobile_inf_1-menant	25	14,5
mobile_inf_2-menée	47	
mobile_inf_2-menant	12	14,5
mobile_inf_4-menée	58	
mobile_inf_4-menant	10	16,8
roue_sortie_reducteur	36	