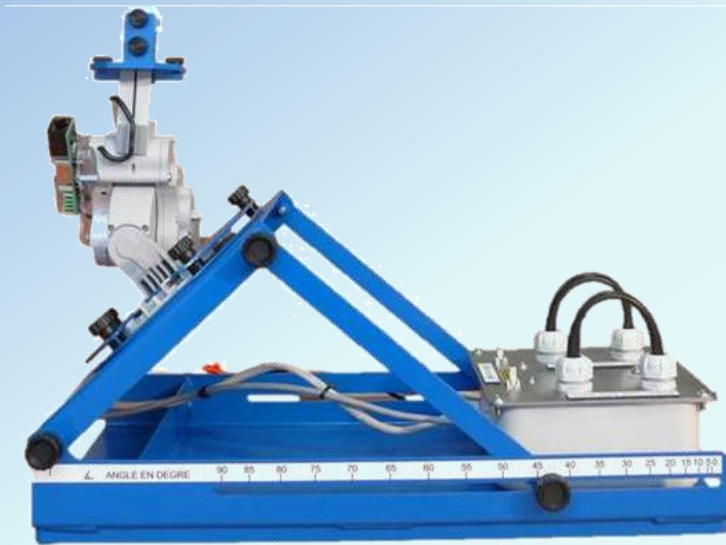
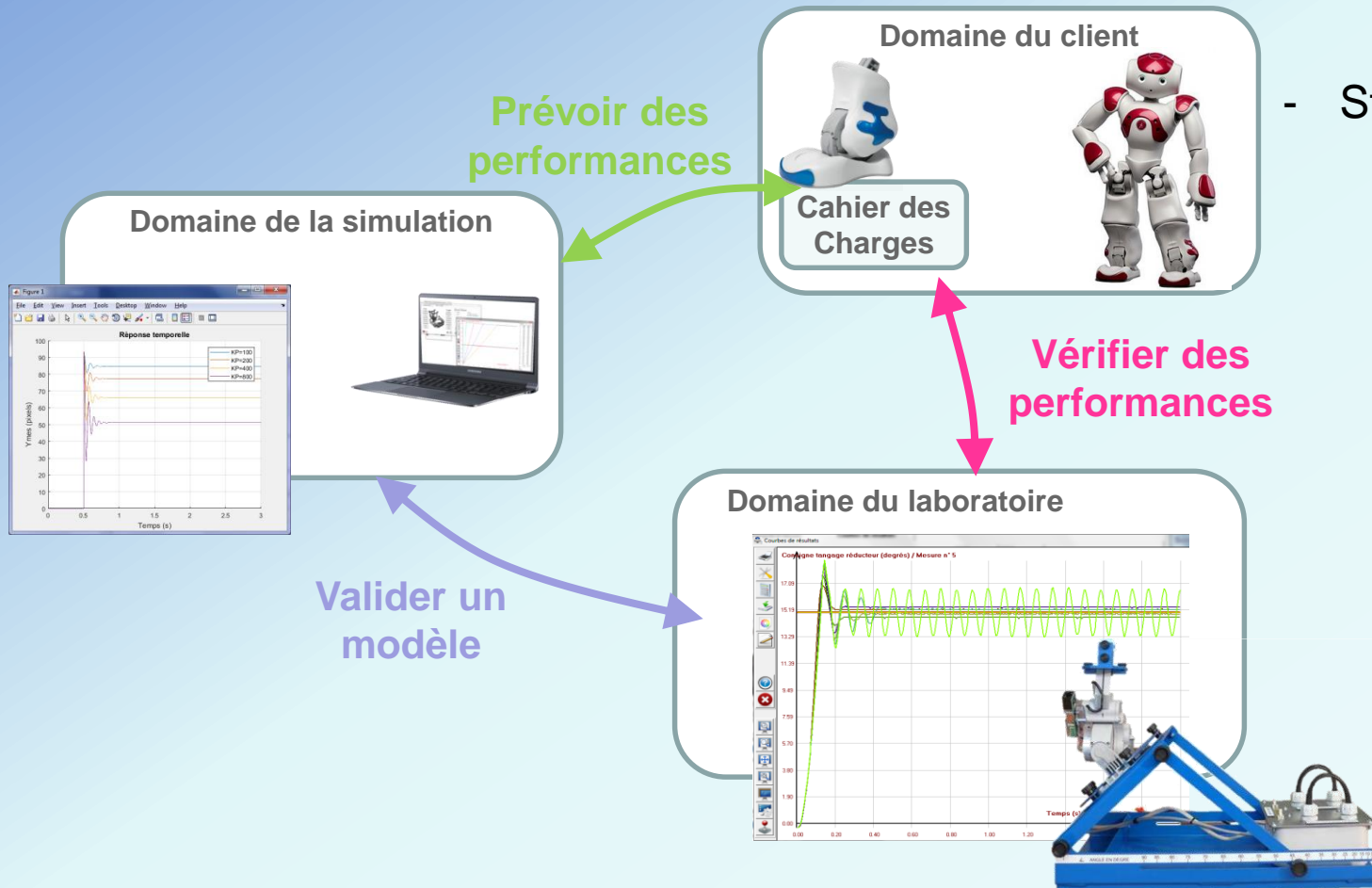


Exemple d'activités S-SI



Objectifs

- Stabilité

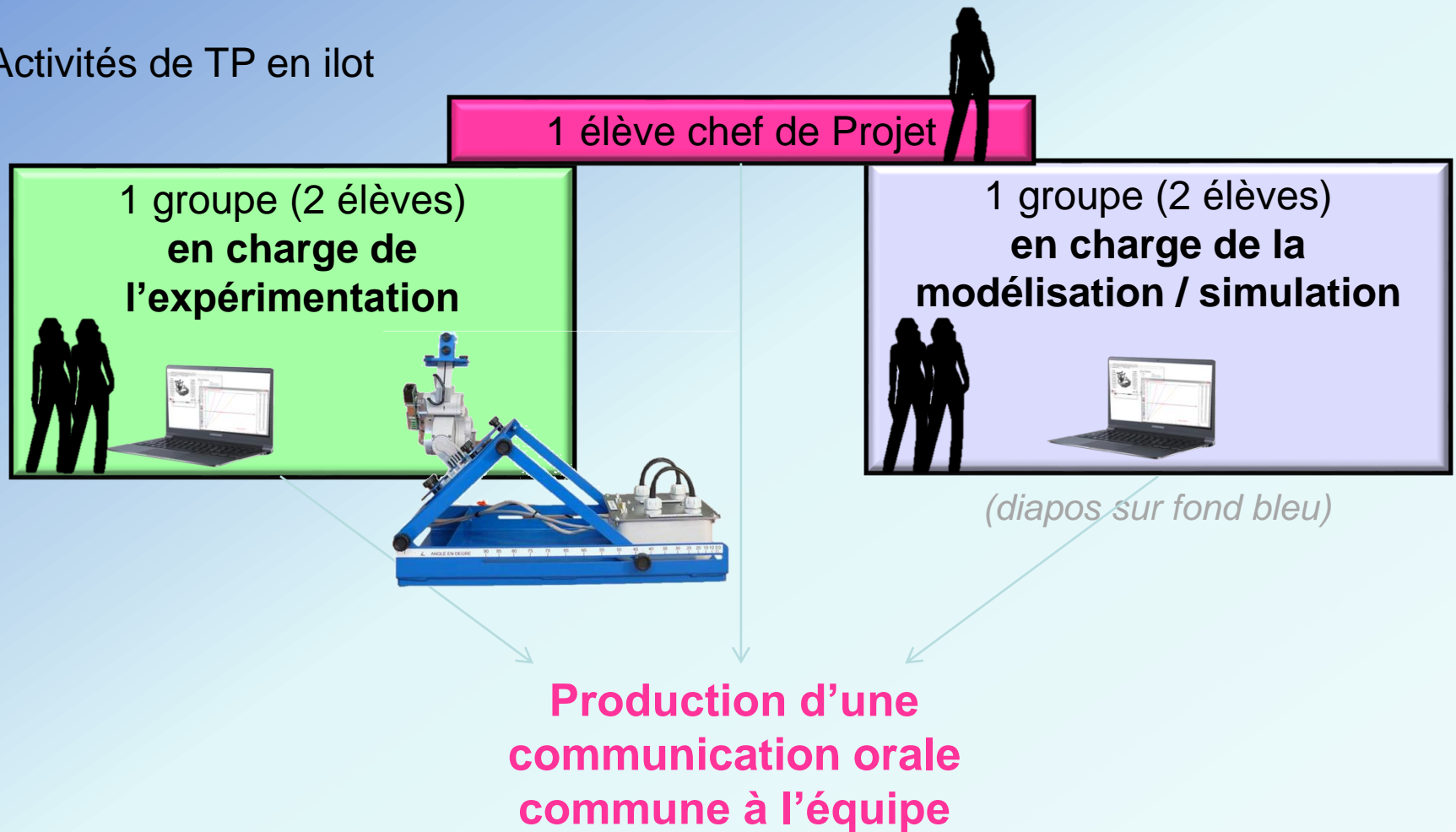


Compétences visées

	Compétences	Capacités associées
B2	<p>Associer un modèle à un système ou à son comportement</p> <p>Préciser et justifier les limites de validité du système à l'aide d'un modèle fourni</p>	<p>Identifier les paramètres à partir d'une réponse indicielle</p> <p>Associer un modèle de comportement (1er et 2nd ordre) à une réponse indicielle</p>
B3	<p>Choisir et mettre en œuvre une méthode de résolution</p> <p>Simuler le fonctionnement de tout ou partie d'un système à l'aide d'un modèle fourni.</p>	<p>Interpréter les résultats d'une simulation fréquentielle des systèmes du 1er et du 2nd ordre</p>
D2	<p>Produire un support de communication</p> <p>Adapter sa stratégie de communication au contexte</p>	

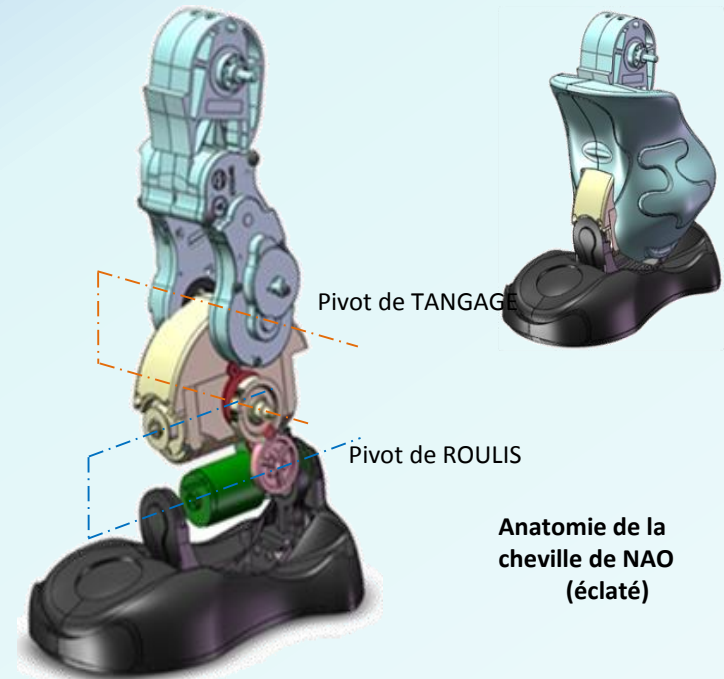
Organisation

Activités de TP en ilot



Cheville du robot NAO

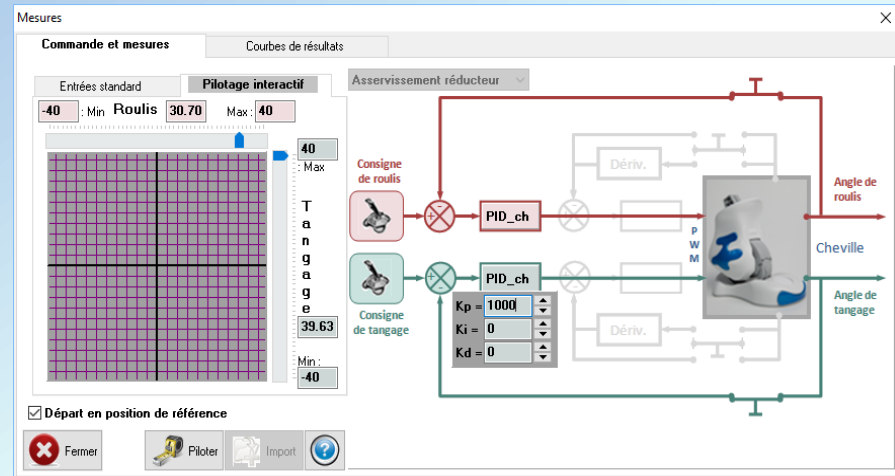
- Assurer l'équilibre de NAO dans toutes ses évolutions : position immobile, marche, course...



Premier essai

Lancer le pilotage interactif et déplacer la souris. Le cheville du robot NAO suit les consignes de l'utilisateur.

Manipuler gentiment la cheville du robot NAO et constater qu'elle revient dans sa position d'origine.



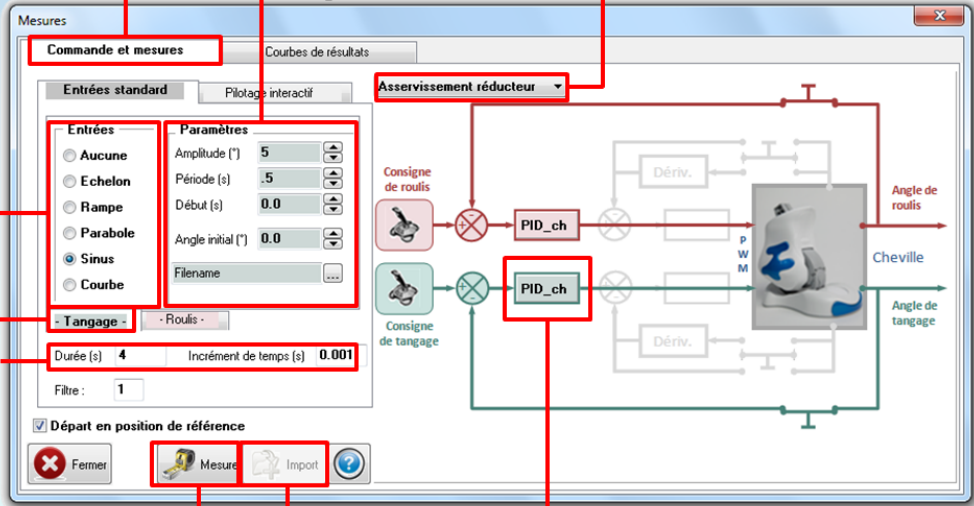
La cheville du robot NAO est un système asservi.

Essai en boucle ouverte (pas d'asservissement)

Echelon de 10° : $K_p=400$ $K_i=0$, $K_d=0$; TANGAGE

Effectuer la mesure et afficher la consigne et l'angle de tangage au niveau du réducteur.

Le comportement obtenu est il satisfaisant ?



1. Onglet commande et mesures

2. Choix des paramètres du signal d'entrée

3. Choix du type d'asservissement
Asservissement réducteur

2. Sélection du type de signal d'entrée

2. Sélection de l'axe de tangage

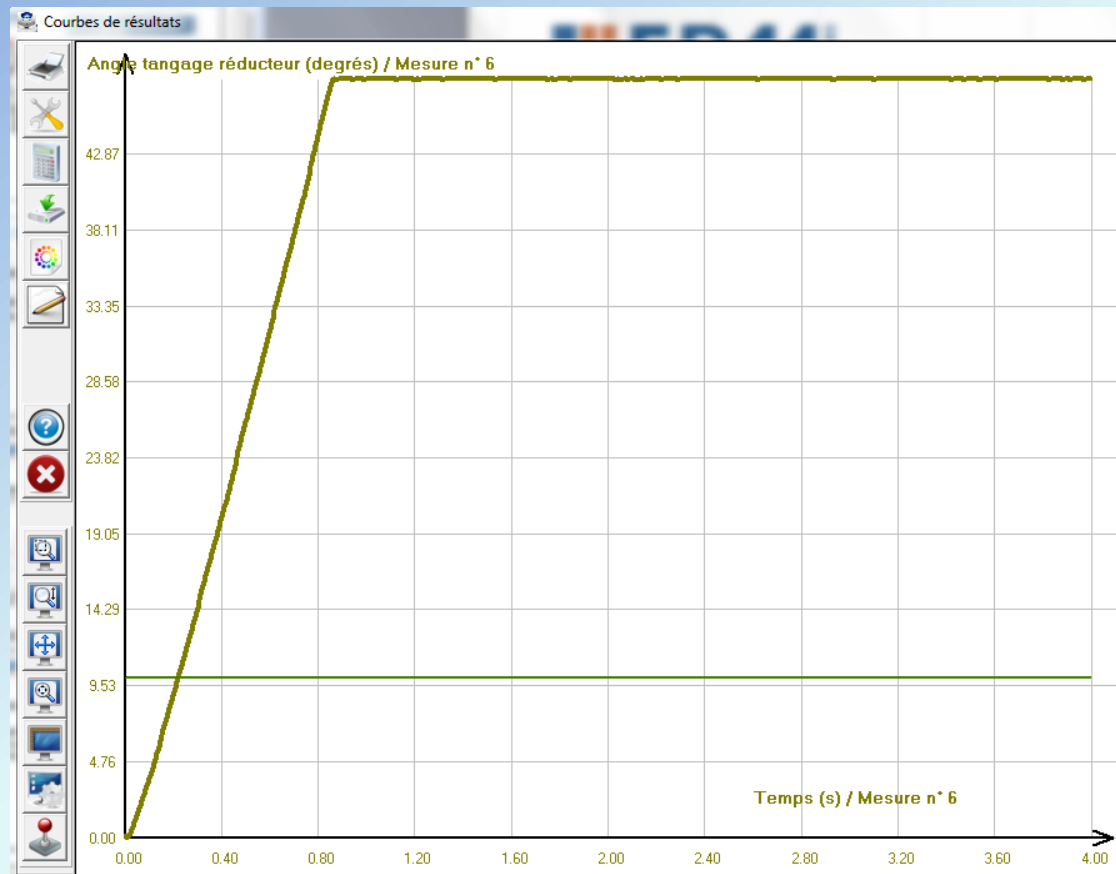
4. Caractéristiques d'acquisition

6. Importer les résultats

5. Lancement de la mesure

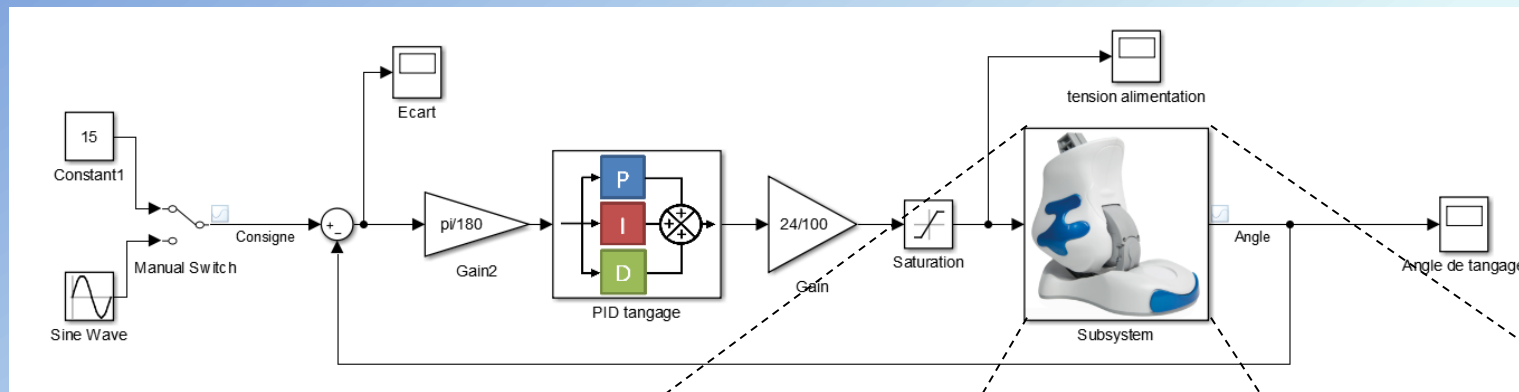
3. Modification des gains du correcteur PI

Essai en boucle ouverte (pas d'asservissement)



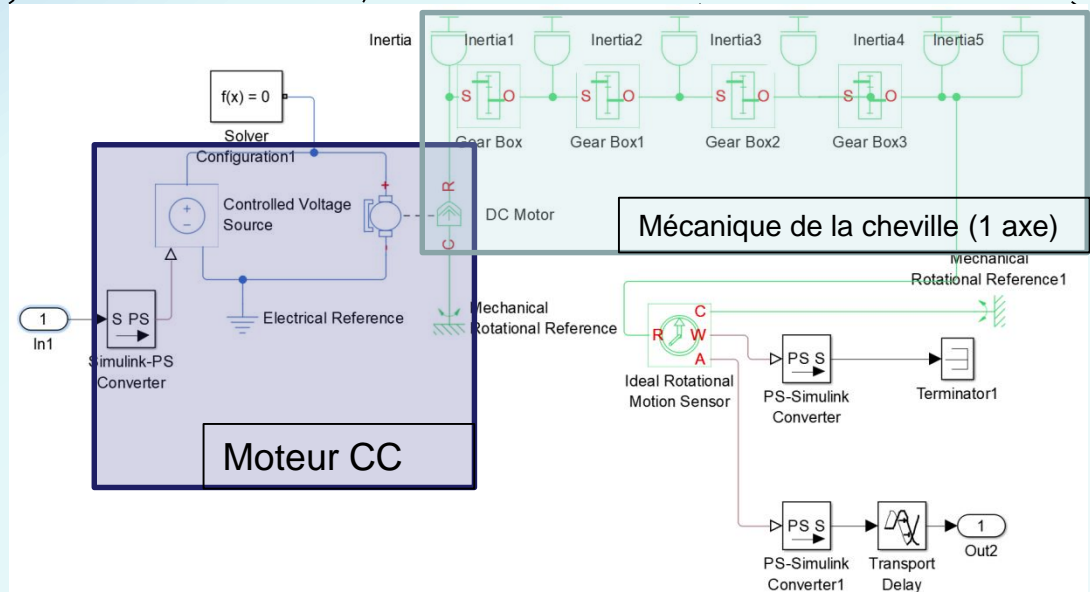
Le système est constamment alimenté, la cheville dépasse la consigne et vient en butée.

Modélisation

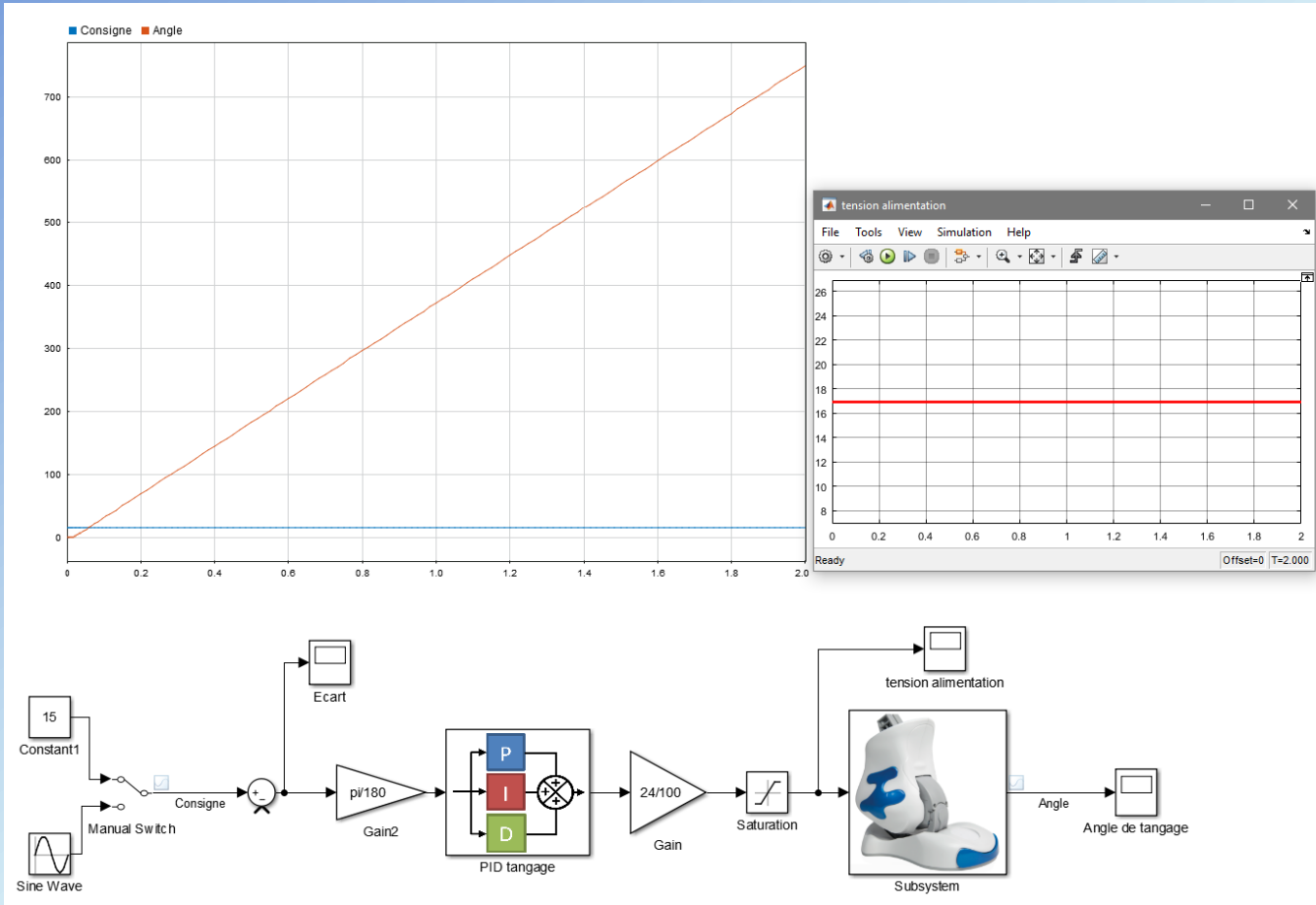


L'axe de tantage est modélisé avec le correcteur PID et l'alimentation.(Sans le hacheur).

L'axe de tantage est composé d'un moteur courant continu et d'un réducteur à train simple de rapport ~130.



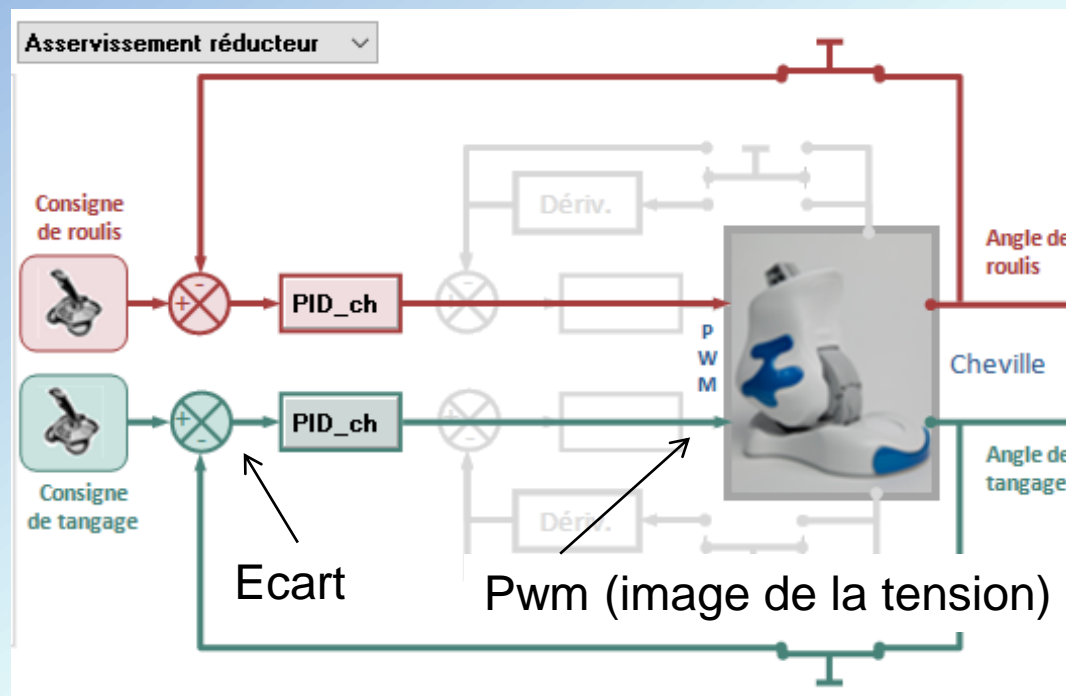
Simulation en BO



Le système est constamment alimenté, la cheville dépasse la consigne.

Systeme asservi

Choisir l'asservissement réducteur sur l'axe de tangage.
Imposer un Echelon de 15° . Imposer $K_p = 400$, $K_i = 0$, $K_d = 0$.

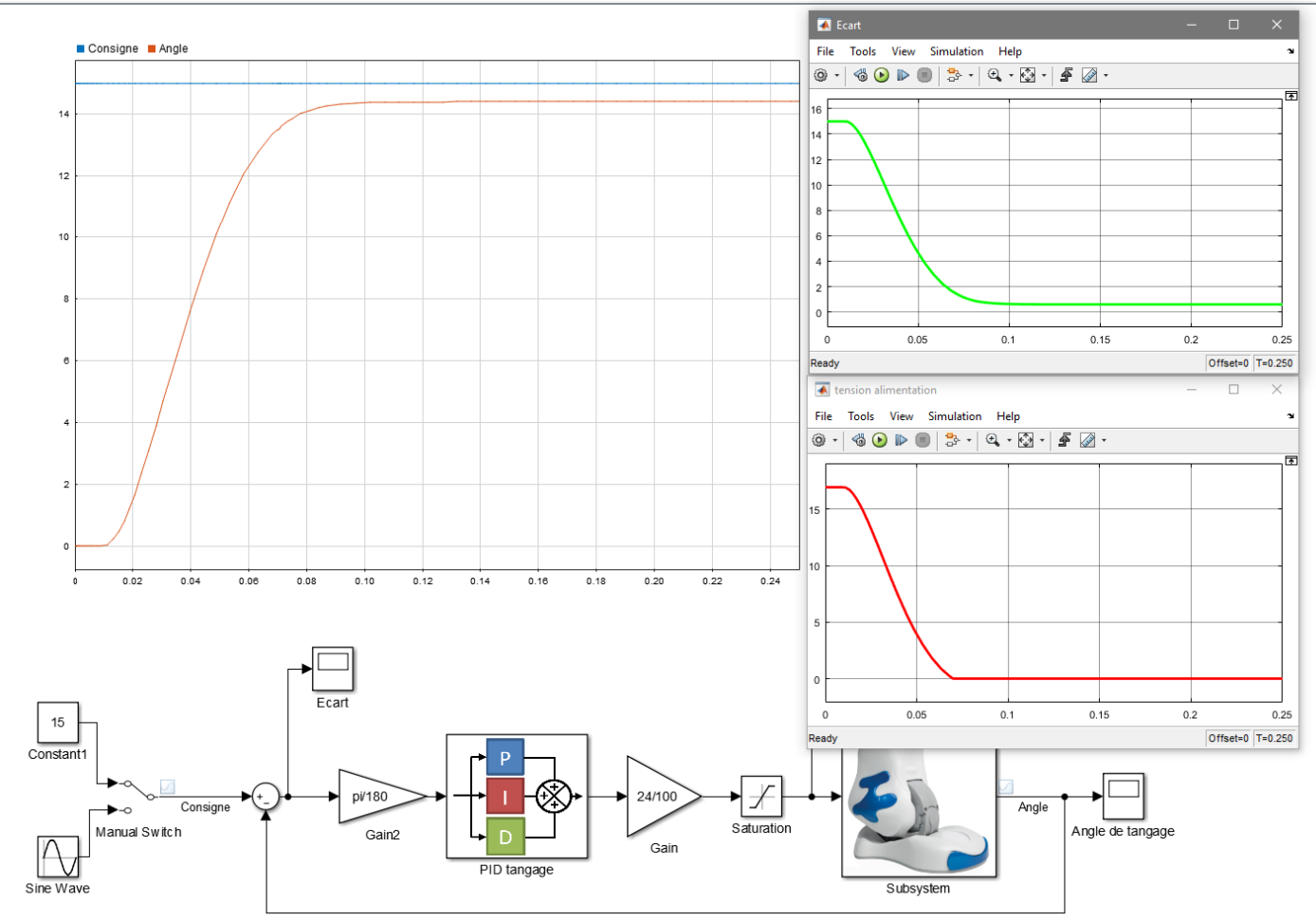


Pour comprendre le principe d'un asservissement tracer l'écart (entre la consigne et la position mesurée) et le PWM (image de la tension d'alimentation du moteur).

La tension d'alimentation du moteur est « une image » de l'écart modifié par le correcteur PID.

Simulation en BF

**La tension est une image de l'écart.
Des différences dues par exemple aux saturations.**



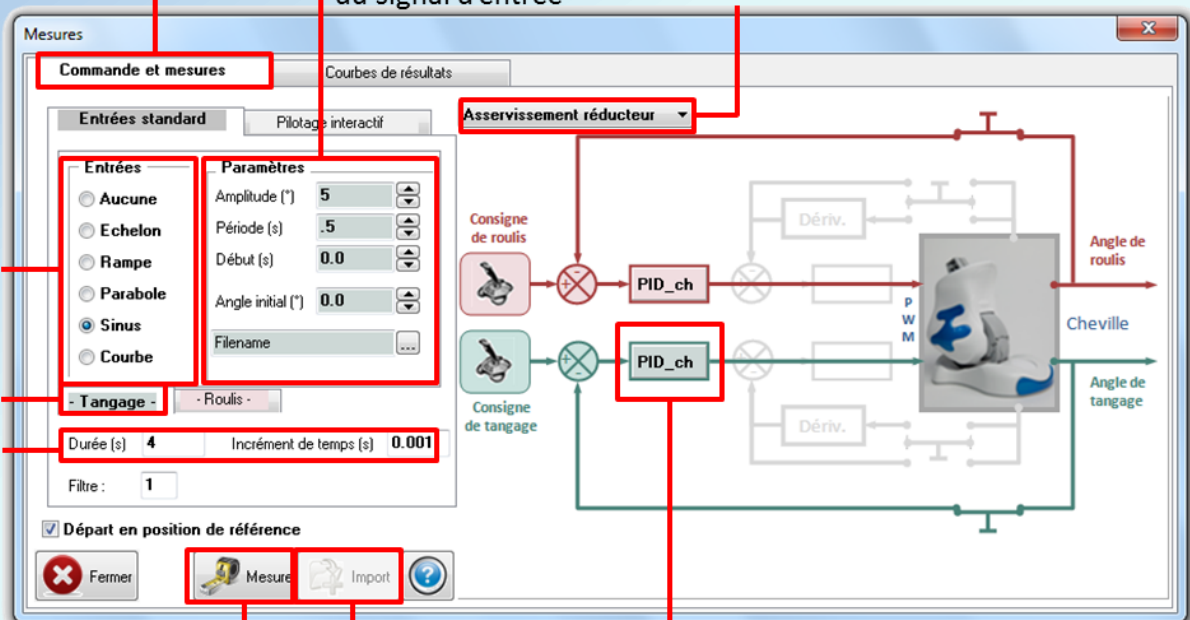
Système asservi

Choisir l'asservissement réducteur sur l'axe de tangage.

Imposer un Echelon de 15°.

Faire varier K_p de 100 à 1500. On gardera toujours $K_i=0$, $K_d=0$.

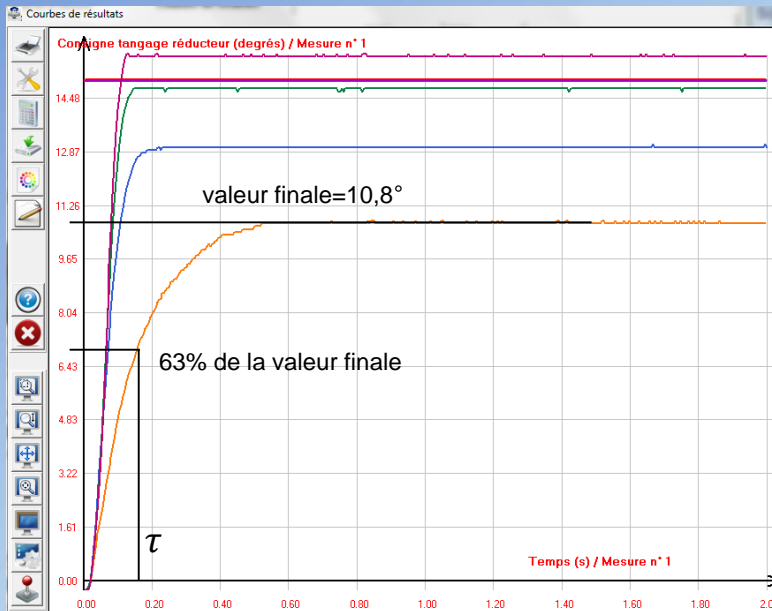
Identifier la réponse temporelle du système asservi.



The screenshot shows the 'Mesures' software interface with the following annotations:

- 1. Onglet commande et mesures**: Points to the 'Commande et mesures' tab.
- 2. Choix des paramètres du signal d'entrée**: Points to the 'Entrées' section where 'Echelon' is selected.
- 3. Choix du type d'asservissement Asservissement réducteur**: Points to the 'Asservissement réducteur' dropdown menu.
- 2. Sélection du type de signal d'entrée**: Points to the 'Echelon' radio button.
- 2. Sélection de l'axe de tangage**: Points to the '- Tangage -' dropdown menu.
- 4. Caractéristiques d'acquisition**: Points to the 'Durée (s)' field set to 4 and 'Incrément de temps (s)' field set to 0.001.
- 6. Importer les résultats**: Points to the 'Import' button.
- 5. Lancement de la mesure**: Points to the 'Mesure' button.
- 3. Modification des gains du correcteur PI**: Points to the 'PID_ch' blocks in the control loop diagram.

Systeme asservi



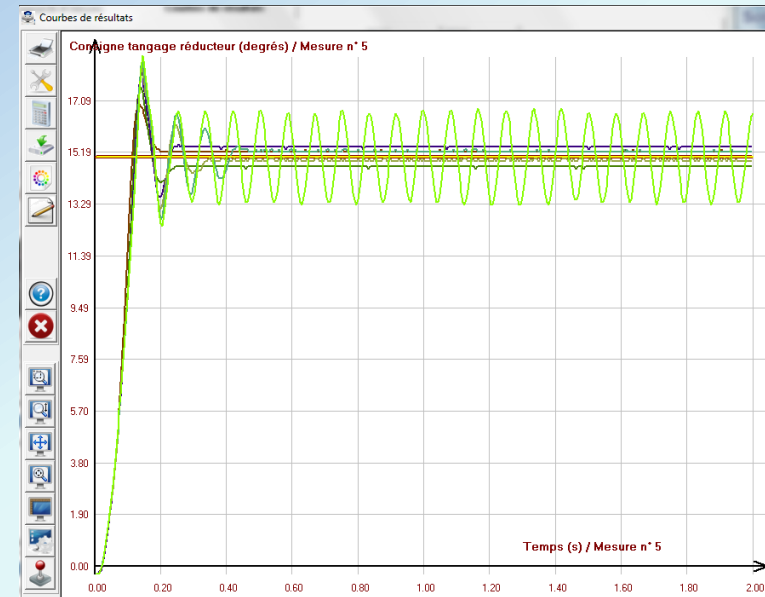
Kp varie :100-200-300-400

Comportement d'un premier ordre. $\frac{K}{1+\tau.p}$

(identification de $K=0,7$ et $\tau=0,17s$ par exemple)

La rapidité et la précision du système augmente avec Kp

Le comportement n'est pas totalement satisfaisant : il reste toujours une erreur de position.



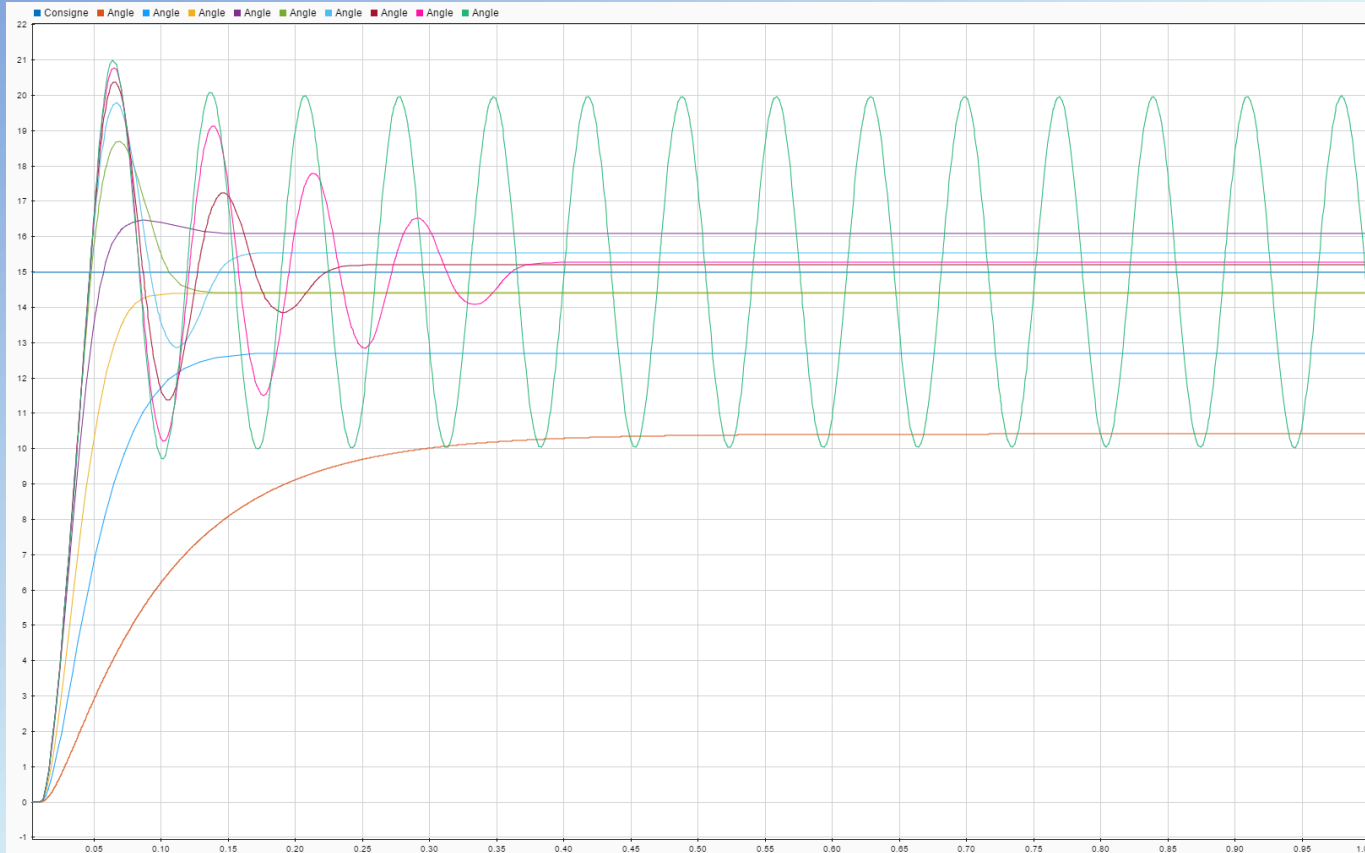
Kp varie :600-800-1000-1200-1400

Comportement d'un second ordre $\frac{K}{1+2.\frac{z}{\omega_0}.p+\frac{p^2}{\omega_0^2}}$

(identification possible à partir d'abaques)

La précision du système augmente avec Kp mais la stabilité diminue (apparition d'oscillations).

Simulation en BF



**La précision augmente avec le gain K_p .
Des oscillations apparaissent lorsque $K_p > 1200$.
Le système perd en stabilité.**

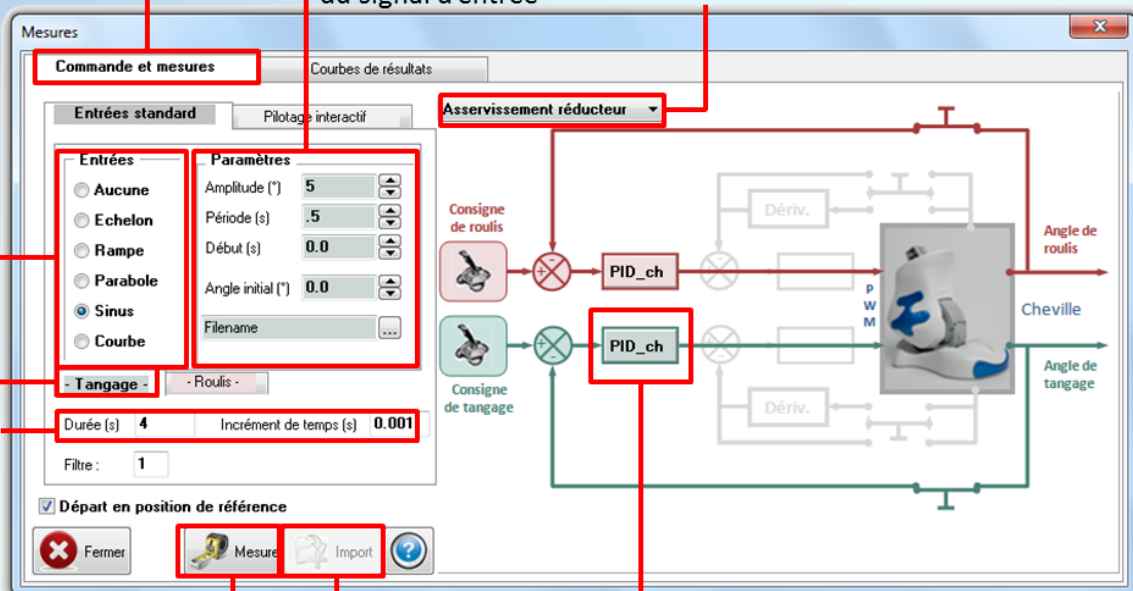
Systeme asservi avec correction integrale

Choisir l'asservissement reducteur sur l'axe de tangage.

Imposer un Echelon de 15°.

Imposer $K_p=200$. On gardera toujours $K_d=0$. Faire varier K_i de 50 à 1500

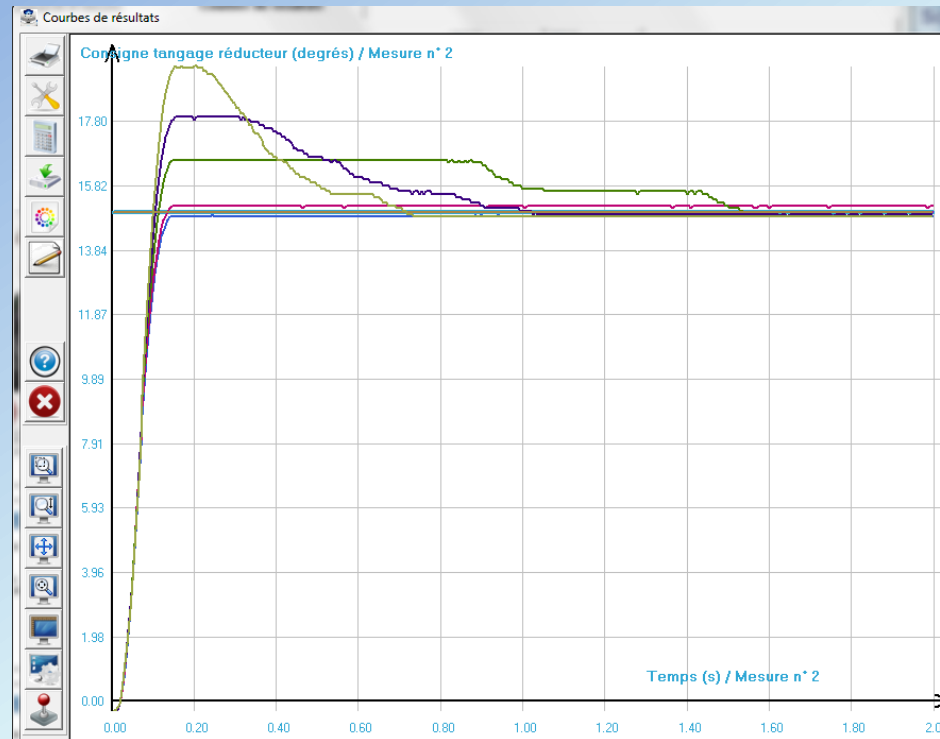
Observer le comportement et conclure sur l'effet de la correction integrale.



The screenshot shows the 'Mesures' software interface with the following annotations:

- 1. Onglet commande et mesures**: Points to the 'Commande et mesures' tab.
- 2. Choix des paramètres du signal d'entrée**: Points to the 'Entrées' section where 'Echelon' is selected.
- 3. Choix du type d'asservissement Asservissement reducteur**: Points to the 'Asservissement reducteur' dropdown menu.
- 2. Sélection du type de signal d'entrée**: Points to the 'Echelon' radio button.
- 2. Sélection de l'axe de tangage**: Points to the 'Tangage' dropdown menu.
- 4. Caractéristiques d'acquisition**: Points to the 'Durée (s)' and 'Incrément de temps (s)' fields.
- 6. Importer les résultats**: Points to the 'Mesure' button.
- 5. Lancement de la mesure**: Points to the 'Mesure' button.
- 3. Modification des gains du correcteur PI**: Points to the 'PID_ch' block in the control loop diagram.

Systeme asservi avec correction integrale



Echelon de 15° K_i varie : 50-150-600-1000-1500

La correction intégrale permet d'obtenir une erreur nulle: la précision du système est améliorée.

Conclusion : lorsque le K_i augmente la précision s'améliore mais la stabilité diminue.

Systeme asservi avec correction integrale



Lorsque Ki augmente, la précision s'améliore. La stabilité se dégrade également.

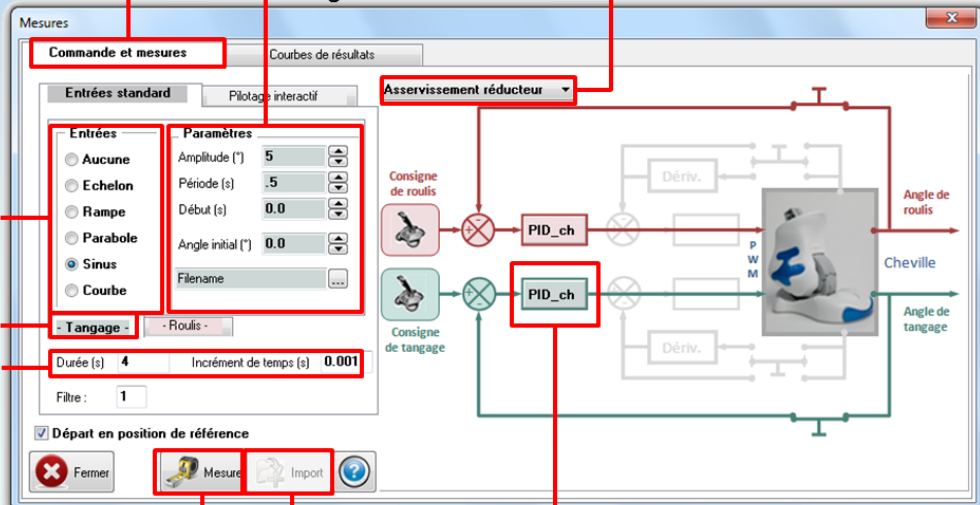
Pour aller plus loin, comportement fréquentiel

Choisir l'asservissement réducteur sur l'axe de tangage.

Imposer un Sinus d'amplitude 15° . Faire 3 mesures en faisant varier la période du sinus (2s; 0.5s; 0.1s).

Imposer $K_p=300$. On gardera toujours $K_i=0$ et $K_d=0$.

Afficher la consigne et la mesure de l'angle réducteur.



1. Onglet commande et mesures

2. Choix des paramètres du signal d'entrée

3. Choix du type d'asservissement **Asservissement réducteur**

2. Sélection du type de signal d'entrée

2. Sélection de l'axe de tangage

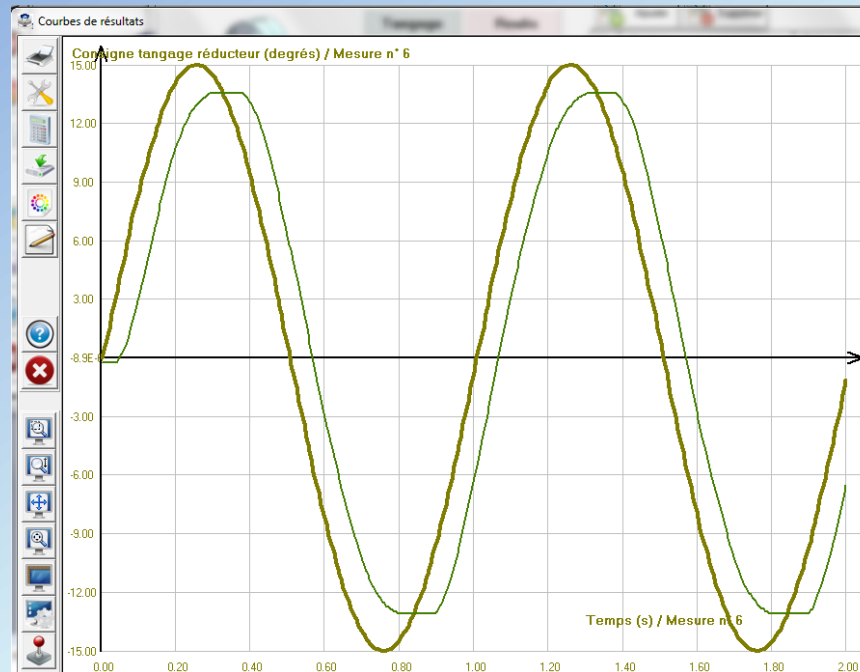
4. Caractéristiques d'acquisition

6. Importer les résultats

5. Lancement de la mesure

3. Modification des gains du correcteur PI

Comportement fréquentiel



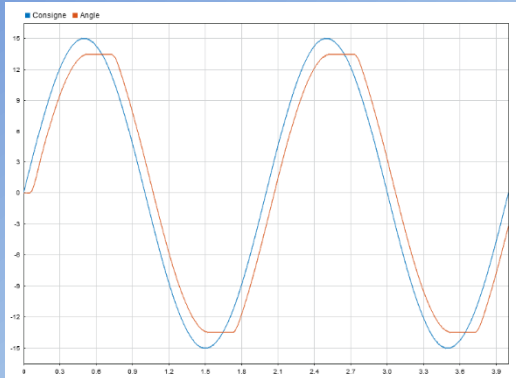
Les deux signaux ont la même fréquence (après le régime transitoire)

La sortie est déphasée par rapport à l'entrée (en retard), le déphasage augmente avec la fréquence.

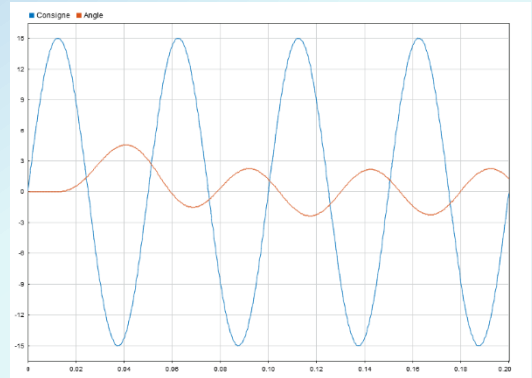
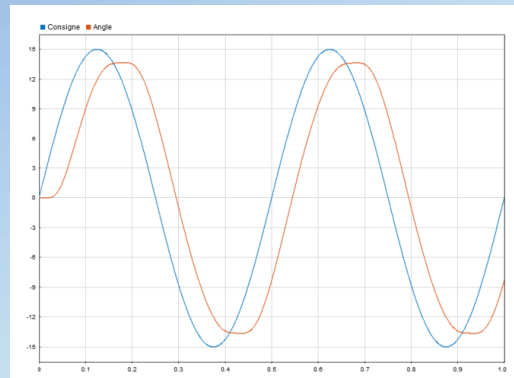
L'amplitude de la sortie diminue lorsque la fréquence augmente.

Le cheville NAO se comporte comme un filtre passe bas (atténuation des hautes fréquences), comme beaucoup de système mécanique...

Comportement fréquentiel

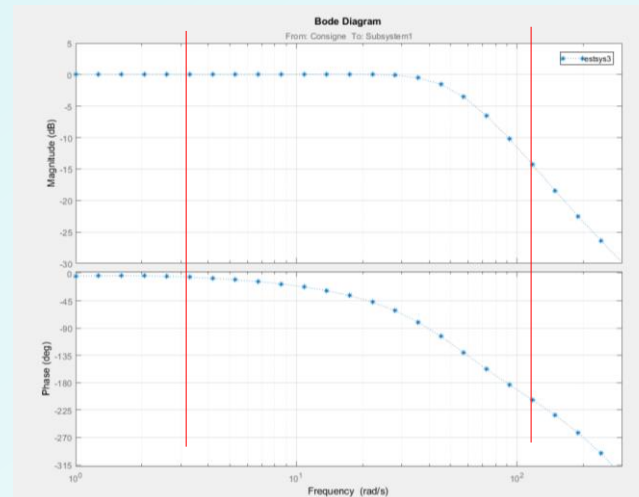


Période 2s.
Retard: 0,068s soit 12°
Amplitude de sortie: 13,5
Atténuation: 1dB

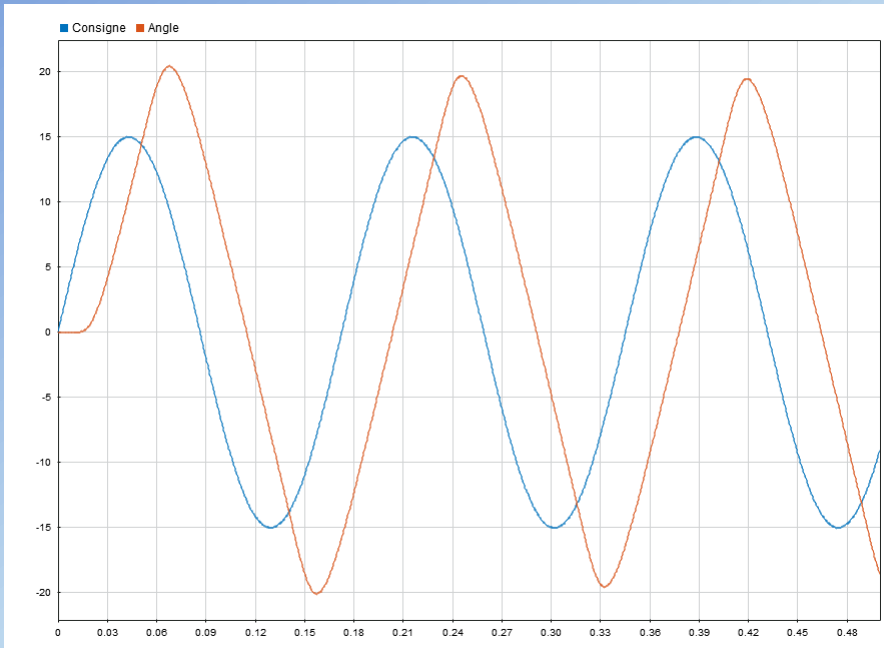


Période 0,05s.
Retard: 30ms soit 216°
Amplitude de sortie: 2,24
Atténuation: 17dB

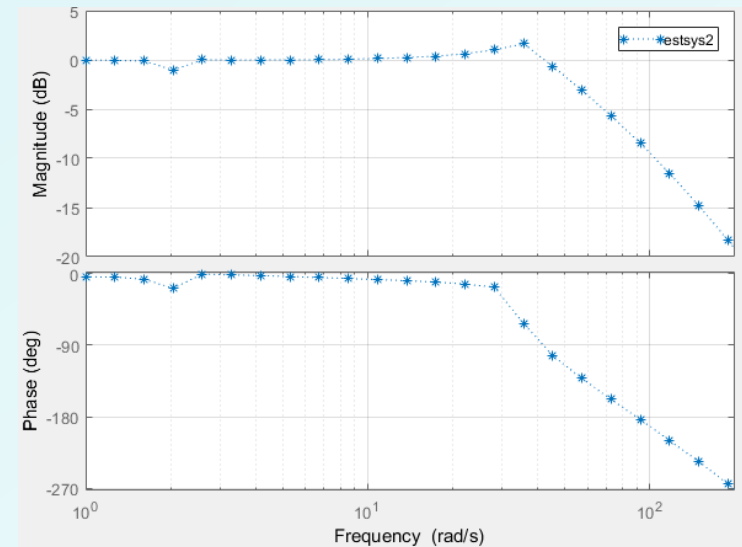
Le cheville NAO se comporte comme un filtre passe bas (atténuation des hautes fréquences), voir Bode ci contre.



Comportement fréquentiel



On remarque qu'en changeant la valeur de K_p , il est possible de faire apparaître une résonance. (Par exemple pour $K_p=1000$)

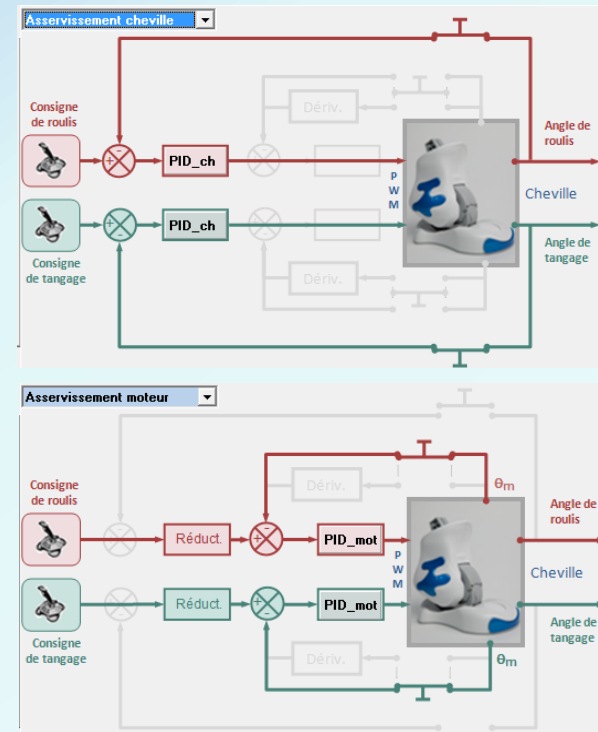


Pour aller encore plus loin : Choix du capteur pour l'asservissement

Il est possible de choisir le capteur pour faire l'asservissement en position de la cheville:

- Soit le capteur placé au niveau de la cheville

- Soit le capteur placé au niveau du moteur

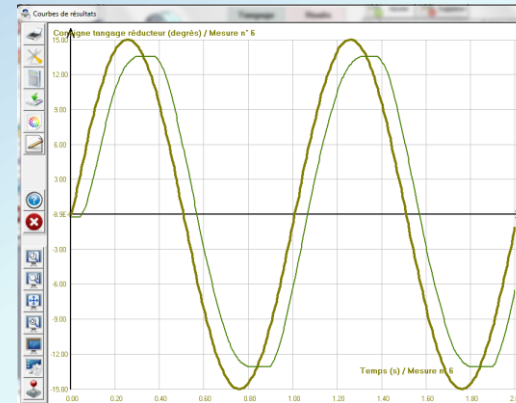


Faire une mesure avec une entrée en sinus d'une période de 1s et $K_p=300$

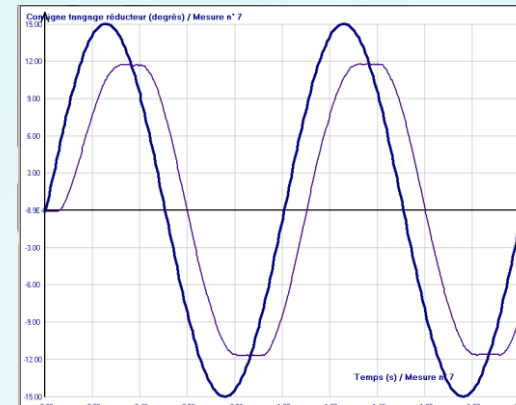
Comparer les résultats obtenus.

Pour aller encore plus loin : Choix du capteur pour l'asservissement

- le capteur placé au niveau de la cheville



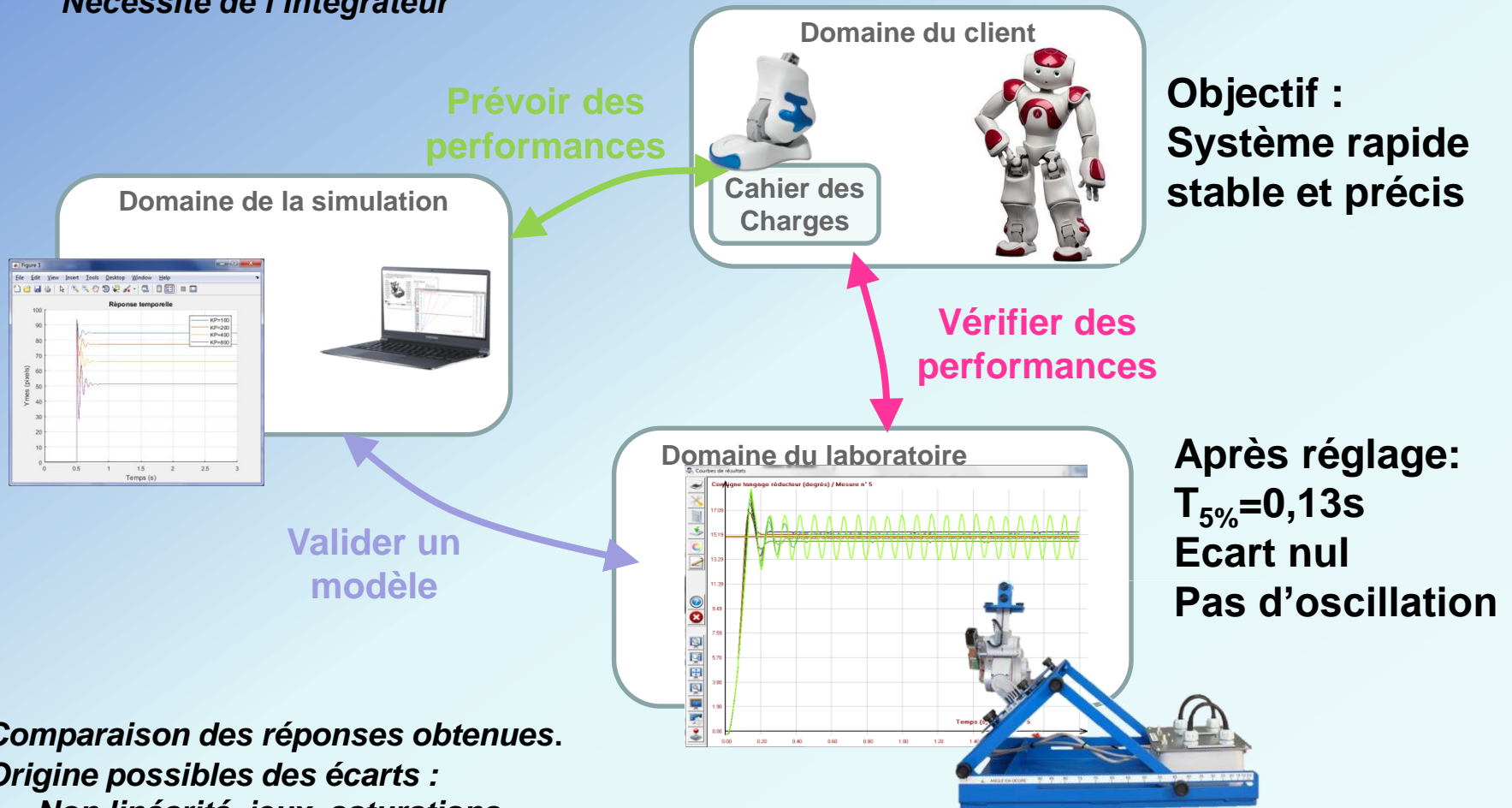
- le capteur placé au niveau du moteur



L'amplitude de sortie est différente, cela est dû aux jeux présents dans le réducteur.

Bilan

Nécessité de l'intégrateur



Comparaison des réponses obtenues.

Origine possibles des écarts :

- Non linéarité, jeux, saturations
- Retard chaine d'info..