

MODELISER LE COMPORTEMENT DES SYSTEMES MECANIQUES DANS LE BUT D'ETABLIR UNE LOI DE COMPORTEMENT EN UTILISANT DES METHODES ENERGETIQUES



BILAN ENERGETIQUE D'UN SYSTEME MULTIPHYSIQUE

CHEVILLE DU ROBOT NAO

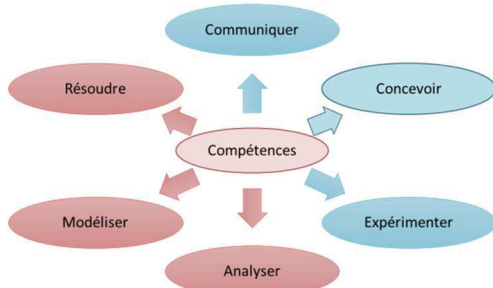
1 OBJECTIFS

1.1 Objectif technique

Objectif :

L'objectif de ce TP est d'estimer l'énergie nécessaire à la mise en mouvement de la cheville ainsi que la part attribuée à chaque sous ensemble.

1.2 Contexte pédagogique



Analyser :

- ☐ A3 – Conduire l'analyse

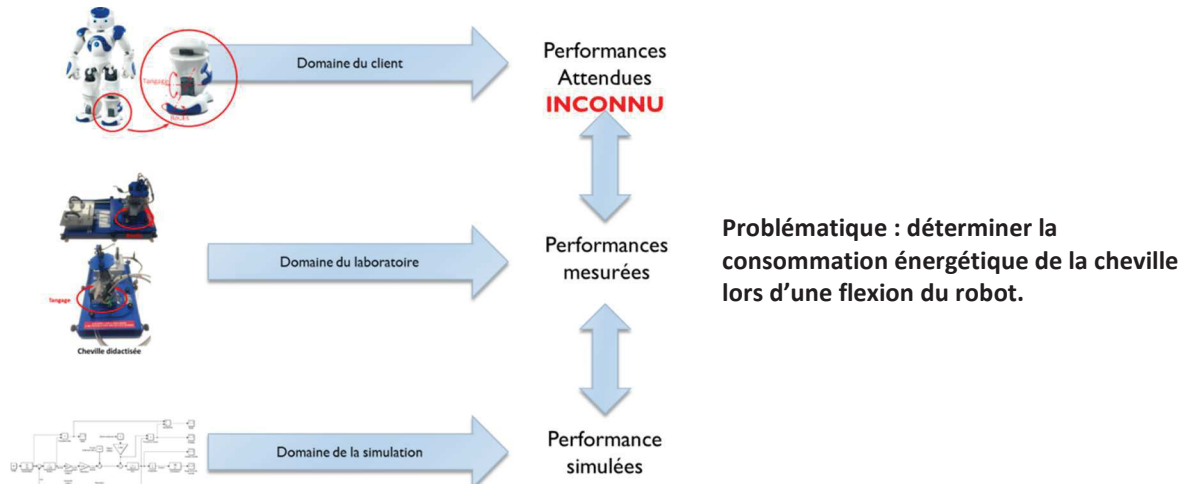
Modéliser :

- ☐ Mod2 – Proposer un modèle
- ☐ Mod3 – Valider un modèle

Résoudre :

- ☐ Rés2 – Procéder à la mise en œuvre d'une démarche de résolution analytique

1.3 Évaluation des écarts



2 MODELISATION CINEMATIQUE DE LA CHEVILLE DU ROBOT NAO

Activité 1 – Modélisation cinématique

En utilisant la documentation et le modèle numérique réaliser :

- ☐ le graphe de liaison du mécanisme de la cheville (mouvement de tangage) ;
- ☐ le schéma cinématique de la cheville.

On considèrera que la cheville est en liaison encastrement avec le pied (considéré comme le bâti).

Activité 2 – Modélisation des actions mécaniques

- ☐ Ajouter sur le graphe précédent l'ensemble des actions mécaniques qu'il serait possible de prendre en compte en vue d'une étude dynamique.

3 QUANTIFICATION DES PERTES ENERGETIQUES

Activité 3 – Expérimentation

- ☐ En se plaçant en régime permanent (fréquence de rotation de la cheville nulle ou constante), proposer une définition du rendement total de la cheville.
- ☐ En utilisant le matériel à votre disposition (cheville et socle, attache bleue de chargement, secteur angulaire blanc, masses et interface de commande de la cheville), proposer un protocole expérimental permettant d'établir le rendement de la cheville. Le protocole devra :
 - énoncer l'objectif recherché, les grandeurs à mesurer/calculer, les opérations à réaliser pour exprimer le rendement ;
 - contenir un schéma de principe de l'expérience réalisée
- ☐ Mettre en œuvre le protocole expérimental.
- ☐ Conclure. Les masses ont-elles une influence sur le rendement du système ? Si oui expliquer pourquoi.
- ☐ Quelles peuvent être les causes des pertes énergétiques ?

Activité 4 – Expérimentation

- ☐ En se plaçant en régime permanent (fréquence de rotation de la cheville nulle ou constante), proposer une définition du rendement total de la cheville.
- ☐ En utilisant le matériel à votre disposition (cheville et socle, attache bleue de chargement, secteur angulaire blanc, masses et interface de commande de la cheville), proposer un protocole expérimental permettant d'établir **le rendement de la cheville en fonction de la vitesse de consigne**. Le protocole devra :
 - énoncer l'objectif recherché, les grandeurs à mesurer/calculer, les opérations à réaliser pour exprimer le rendement ;
 - contenir un schéma de principe de l'expérience réalisée
- ☐ Mettre en œuvre le protocole expérimental. La vitesse de déplacement a-t-elle une influence sur le rendement du système ? Si oui expliquer pourquoi.

Activité 5 – Expérimentation

- ☐ Proposer et mettre en œuvre une expérience permettant d'établir le rendement de la cheville en fonction de la masse déplacée.
- ☐ Que peut-on conclure ?

Activité 6 – Expérimentation

- ☐ Proposer et mettre en œuvre une expérience permettant de caractériser le couple de frottement sec.

Activité 7 – Expérimentation

- ☐ Proposer et mettre en œuvre une expérience permettant de caractériser le coefficient de frottement visqueux.

Activité 7 – Expérimentation

- ☐ Proposer et mettre en œuvre une expérience permettant de caractériser le coefficient de frottement visqueux.

Activité 8 – Synthèse

- ☐ Faire un bilan des pertes énergétiques / puissances dans la chaîne d'énergie de la cheville.

4 ÉVALUATION DE L'ÉNERGIE NÉCESSAIRE À LA MISE EN MOUVEMENT DE LA CHEVILLE

4.1 Évaluation de l'énergie cinétique

Activité 9 – Modélisation

- ☐ Proposer et mettre en œuvre une méthode permettant de donner l'expression littérale de l'énergie cinétique de l'ensemble {Tibia+Rotor+Pignons} par rapport au bâti.
- ☐ Proposer et mettre en œuvre une méthode permettant de déterminer l'inertie équivalente des pignons ramenée sur l'arbre moteur.

Activité 10 – Expérimentation – Modélisation

- ☐ Proposer une méthode expérimentale permettant d'estimer la (les) composante(s) utile(s) de la matrice d'inertie des pignons. (Moyens pouvant être mis à disposition : balance, pied à coulisse).
- ☐ Proposer une méthode, à partir de SolidWorks, permettant d'estimer le moment d'inertie des pignons.
- ☐ Proposer une méthode permettant de valider les valeurs déterminées.

4.2 Synthèse

Activité 11 – Résolution

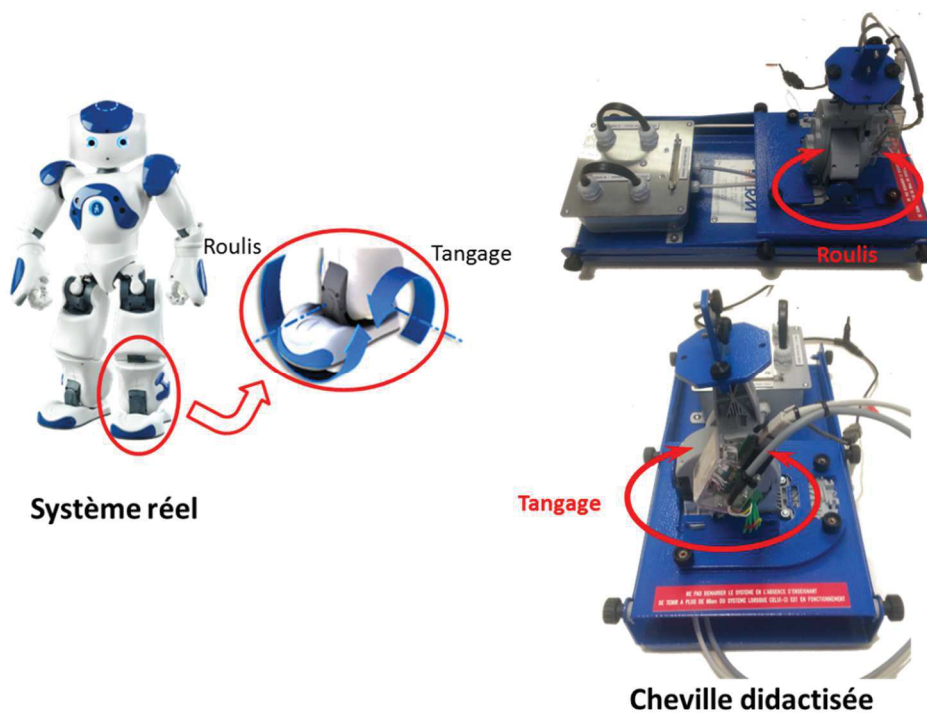
- ☐ Évaluer l'inertie équivalente de l'ensemble {Tibia+Rotor+Pignons}. Vous prendrez soin d'identifier la part (en pourcentage) de chacune des composantes de l'énergie cinétique.

Activité 12 – Résolution

- ☐ Évaluer le nombre de squats que peut réaliser le robot NAO.

1 PRESENTATION GENERALE

1.1 Description générale

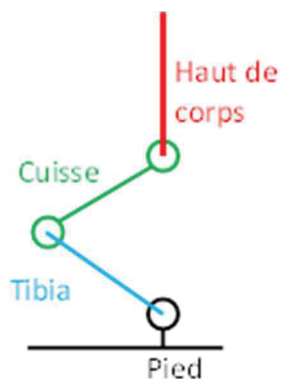


1.2 Géométrie du robot

Tibia: 7 cm

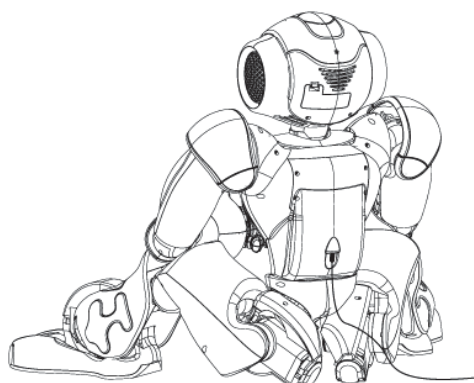
Cuisse : 7 cm

Masse globale du robot : 5 kg



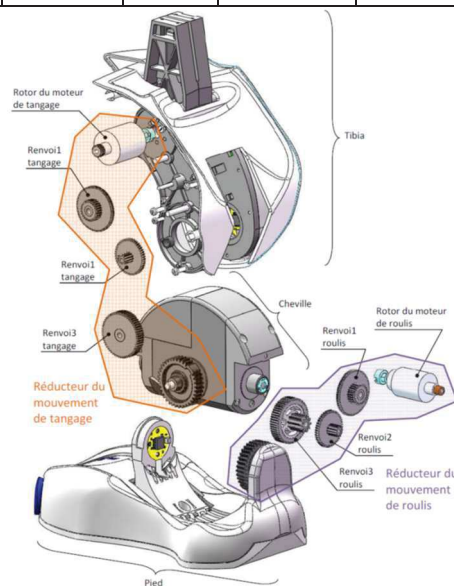
1.3 Spécification de la batterie

Battery type	Lithium ion
Nominal voltage/capacity	21.6 V / 2.15 Ah
Max charge voltage	24.9 V
Recommended charge current	2 A
Max discharge current	2.0 A
Energy	27.6 Wh



1.4 Spécifications de la cheville

Ankle Pitch	Module	Z	Coefficient de déport	Entraxe de fonctionnement	Rapport de réduction
pignon_03_20	0,3	20	0	15	4
mobile_inf_1 - roue		80	0		
mobile_inf_1- pignon	0,4	25	0,214	14,5	1,88
mobile_inf_2 - roue		47	0,042		
mobile_inf_2 - pignon	0,4	12	0,564	14,5	4,83
mobile_inf_3 - roue		58	0,836		
mobile_inf_3 - pignon	0,7	10	0,541	16,8	3,6
roue_sortie_inf		36	0,603		
Rapport					130,85



1.5 Spécifications moteur

Product Designation 22NT 82 213P 1001

09/10

Portescap

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	10 ³ rad/s ²	181	max
13 Ambient working temperature range	°C	-30°C to 65°C	typical
14 Rated coil temperature	°C	155	max
Intrinsic parameters			
20 Back-EMF constant	V/1000 rpm	2.03	±8%
21 Torque constant	mNm/A	19.4	±8%
22 Motor regulation R/k2	10 ³ Nms	13.71	typical
23 Rotor inductance (@1kHz)	mH	0.6	typical
24 Mechanical time constant	ms	4.5	-
25 Thermal resistance rotor-body	°C/W	6	typical
26 Thermal resistance body-ambient	°C/W	22	typical
27 Thermal time constant – rotor	s	9	typical
28 Thermal time constant –stator	s	550	typical
29 Rotor Inertia	Kgm ² 10 ⁻⁷	4.8	typical
30 Stall torque	mNm	68	±8%