

# Cheville Du robot NAO



# Dossier Technique

# Dossier Technique

## TABLE DES MATIERES:

<b>I. DOMAINE D'UTILISATION .....</b>	<b>3</b>
A. GENERALITES .....	3
B. IMPLANTATION DE LA CHEVILLE DANS LE ROBOT NAO.....	4
<b>II. ANALYSE STRUCTURELLE DU SYSTEME.....</b>	<b>5</b>
A. STRUCTURE GENERALE DE L'AXE DE TANGAGE.....	5
B. MOTEUR DE L'AXE DE TANGAGE .....	6
C. CAPTEURS DE L'AXE DE TANGAGE.....	7
D. REDUCTEUR DE L'AXE DE TANGAGE.....	8
<b>III. SCHEMA-BLOC DE L'ASSERVISSEMENT EN TANGAGE .....</b>	<b>9</b>
<b>IV. REPRESENTATION TECHNIQUE.....</b>	<b>10</b>
A. PLAN D'ENSEMBLE: .....	10

# I. DOMAINE D'UTILISATION

## A. GENERALITES

La cheville robotisée fait partie du robot NAO (figure 1).  
La société **Aldebaran Robotics** développe des robots humanoïdes capables d'interagir avec les humains.

**Bouger** : 25 degrés de liberté et une forme humanoïde qui lui permettent de bouger et de s'adapter au monde qui l'entoure. Sa centrale inertielle lui permet de garder son équilibre et de savoir s'il est debout ou couché.

**Sentir** : ses multiples capteurs sur la tête, les mains et les pieds ainsi que ses sonars, lui permettent de percevoir son environnement et se repérer.

**Entendre et parler** : avec ses 4 micros directionnels et haut-parleurs, [NAO](#) interagit avec les humains de manière tout à fait naturelle, en écoutant et en parlant.

**Voir** : [NAO](#) est équipé de deux caméras qui filment son environnement en haute résolution et l'aident à reconnaître les formes et les objets.



**Figure 1 : robot humanoïde NAO**

**Se connecter** : pour accéder à Internet de manière autonome, [NAO](#) peut utiliser plusieurs modes de connectivité (Wifi, Ethernet).

**Penser** : on ne parle pas encore de réelle "Intelligence Artificielle" avec [NAO](#) mais les robots savent déjà reproduire des comportements humains.

Les applications de NAO sont nombreuses comme l'assistance à l'éducation des enfants autistes (figure 2) ou des fonctions d'accueil lors d'évènements (figure 3).



**Figure 2 : NAO avec des enfants autistes**



**Figure 3 : NAO lors d'une conférence**

## B. IMPLANTATION DE LA CHEVILLE DANS LE ROBOT NAO

Le robot NAO possède 25 degrés de liberté (voir figure 4). La cheville NAO permet l'articulation entre l'ensemble tibia-péroné et le pied du robot.

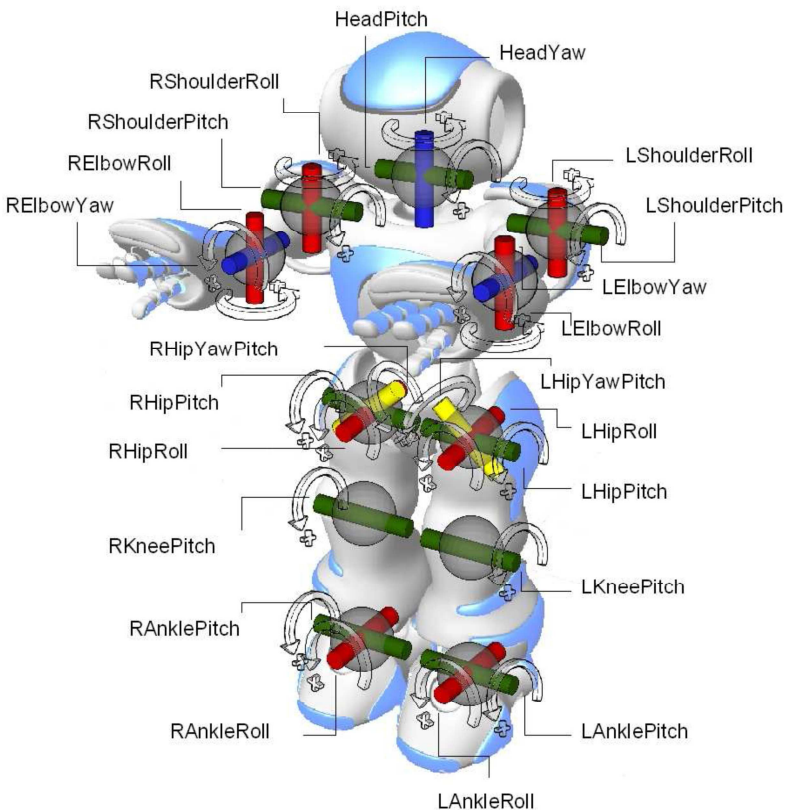


Figure 4 : les 25 ddl de NAO

La cheville réalise 2 degrés de liberté : AnklePitch et AnkleRoll que l'on peut traduire pas « tangage » et « roulis » (figure 5).

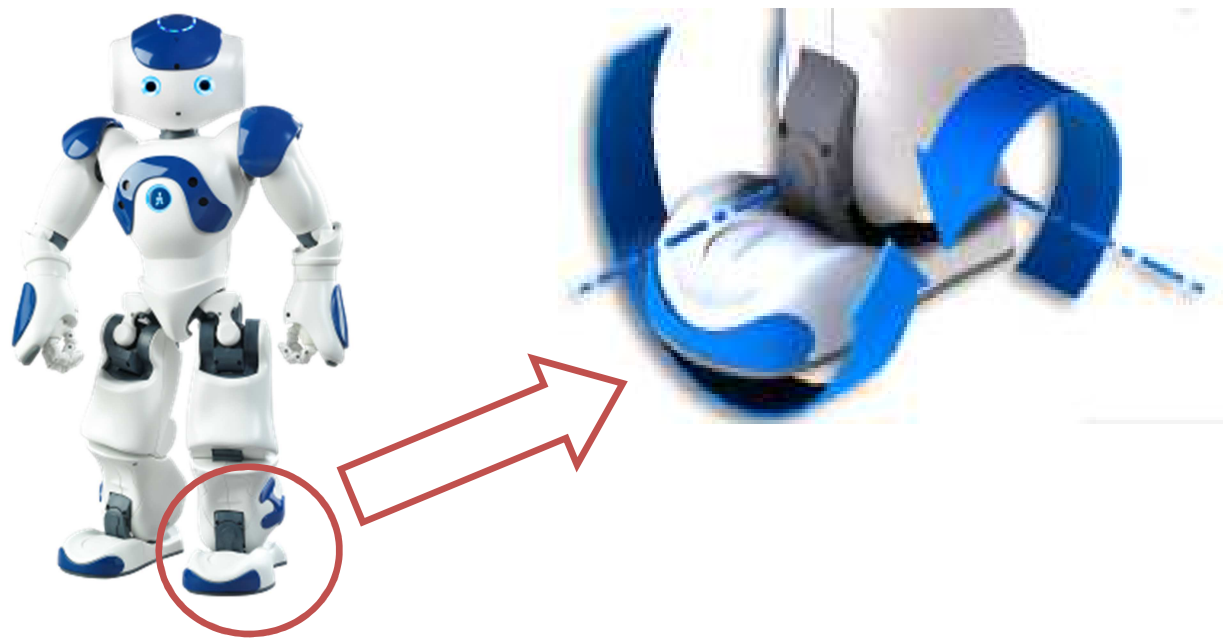
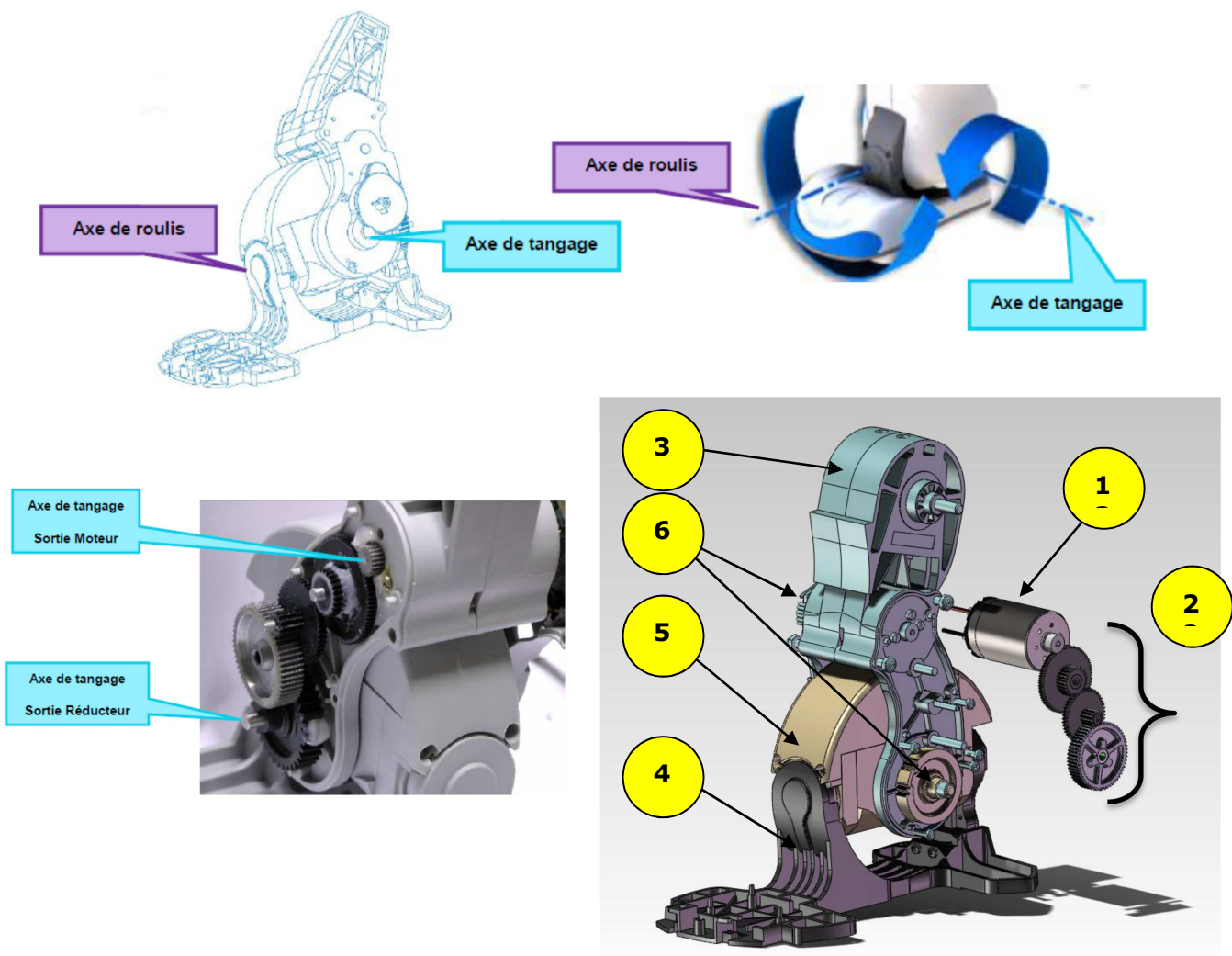


Figure 5 : l'articulation de la cheville

## II. ANALYSE STRUCTURELLE DU SYSTEME

### A. STRUCTURE GENERALE DE L'AXE DE TANGAGE



Repère	Intitulé	Description
1	Moteur axe tangage	Référence : 22NT 83 313P
2	Réducteur axe de tangage	Rapport de réduction de 1/130.85
3	Tibia	
4	Pied	
5	Axe de roulis	
6	Capteurs MRE	Position angulaire magnétique

## B. MOTEUR DE L'AXE DE TANGAGE

**PORTESCAP** : Moteur 22NT 83 313P



Specification	unit	value	tolerance
<b>Measured values</b>			
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%
<b>Recommended values</b>			
10 Continuous current (at 22°C)	A	0.92	max
11 Continuous torque	mNm	16.1	max
12 Angular acceleration	10 <sup>3</sup> rad/s <sup>2</sup>	181	max
13 Ambient working temperature range	°C	-30°C to 65°C	typical
14 Rated coil temperature	°C	155	max
<b>Intrinsic parameters</b>			
20 Back-EMF constant	V/1000 rpm	2.03	±8%
21 Torque constant	mNm/A	19.4	±8%
22 Motor regulation R/k2	10 <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> 10 <sup>-7</sup>	4.8	typical
30 Stall torque	mNm	68	±8%

Caractéristiques	Valeur et unités
Constante de vitesse	Ke=19,4.10 <sup>-3</sup> V.s
Constante de couple	Kc=19,4.10 <sup>-3</sup> NmA <sup>-1</sup>
Inductance	L=0,6 mH
Résistance de l'induit	R=5,4 Ohm
Inertie de l'axe moteur	Jm=8.10 <sup>-7</sup> kg.m <sup>2</sup>

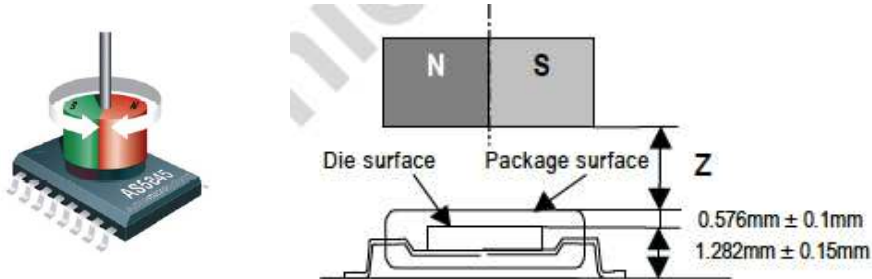


## C. CAPTEURS DE L'AXE DE TANGAGE

Le capteur AS5045 est un codeur rotatif magnétique combinant plusieurs capteurs à effet Hall et un microcontrôleur.

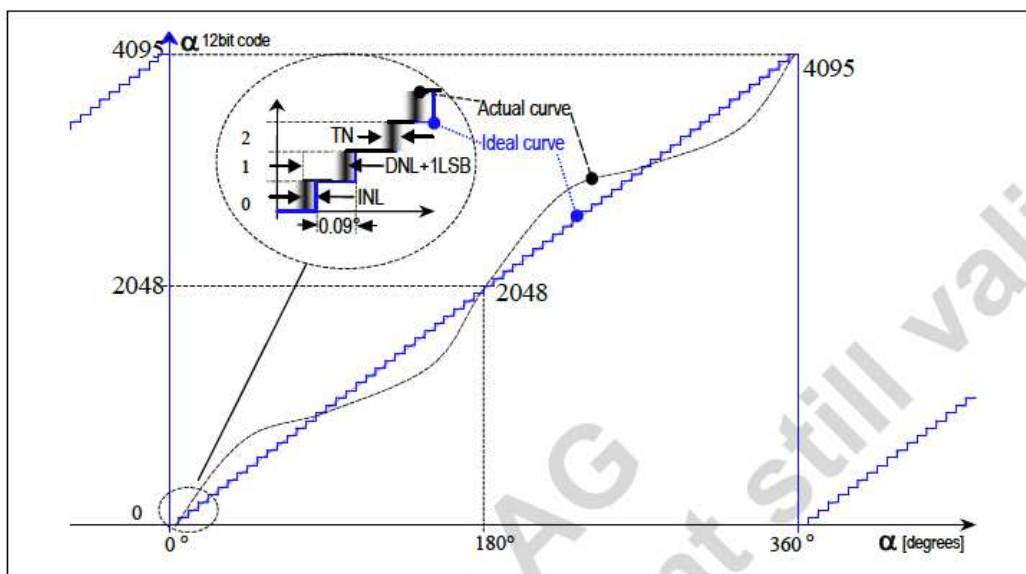
La position angulaire peut être transmise sous forme analogique (signal PWM) ou sous forme numérique codée sur 12 bits.

Afin de mesurer un angle, il est nécessaire de placer au-dessus du capteur un aimant permanent circulaire comme l'indique la figure ci-dessous



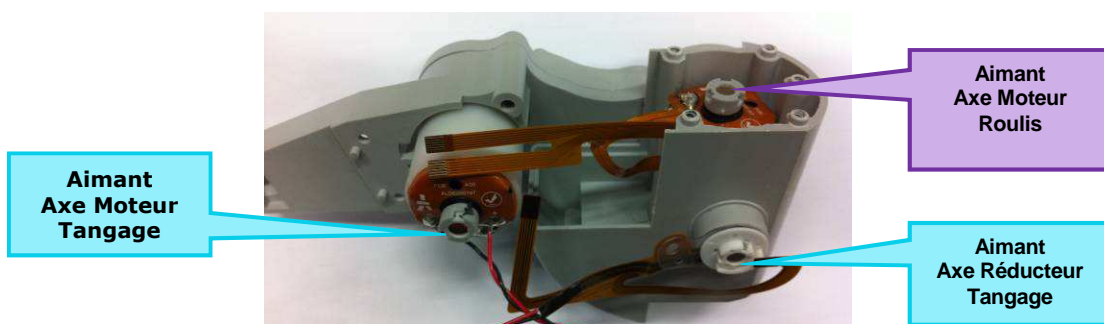
### Codeur rotatif

Le codeur rotatif n'est pas idéalement linéaire, comme le précise la caractéristique ci-dessous.

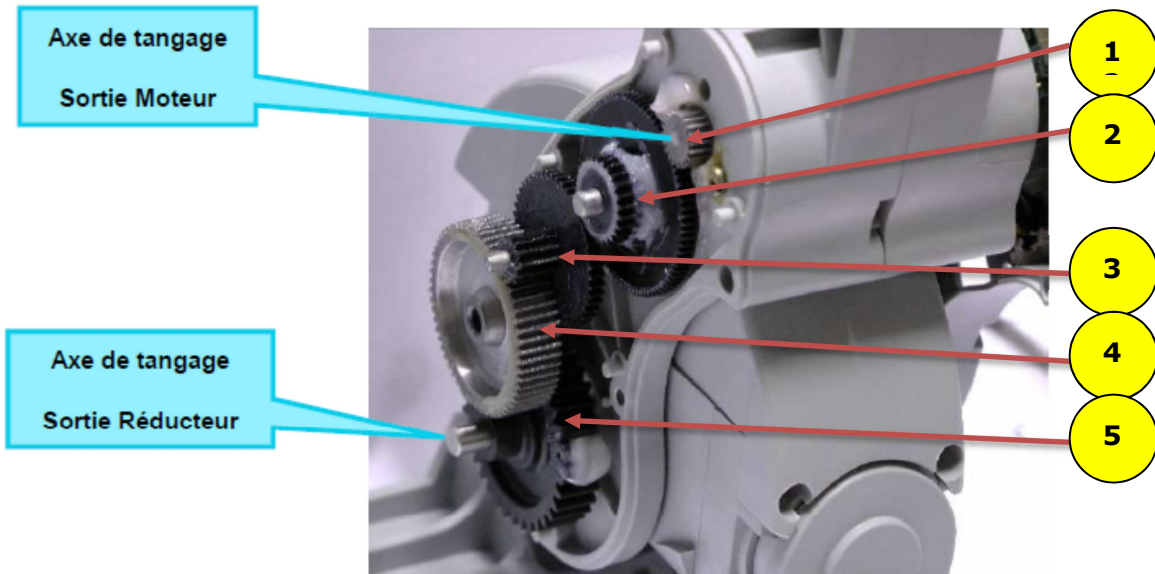


Caractéristique du codeur rotatif

Les aimants sont positionnés « en force » en extrémité des axes comme le montre la photo ci-dessous. Le composant MRE sera en vis-à-vis.



## D. REDUCTEUR DE L'AXE DE TANGAGE

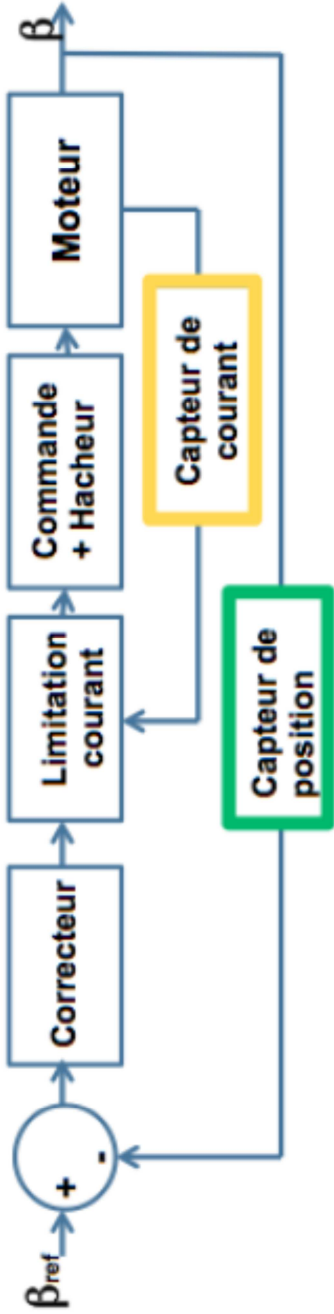


Repère	Intitulé	Description
1	Pignon moteur	$m=0.3$ et $Z=20$
2	Roue double 2	$m=0.3$ et $Z=80$ , $m=0.4$ et $Z=25$
3	Roue double 3	$m=0.4$ et $Z=47$ , $m=0.4$ et $Z=12$
4	Roue double 4	$m=0.4$ et $Z=58$ , $m=0.7$ et $Z=10$
5	Pignon de sortie	$m=0.7$ et $Z=36$



### III. SCHEMA-BLOC DE L'ASSERVISSEMENT EN TANGAGE

La structure fonctionnelle de l'asservissement en tangage de la cheville est représenté par le schéma-bloc structurel suivant :



## IV. REPRESENTATION TECHNIQUE

### A. PLAN D'ENSEMBLE:

