



# Modélisation Méca3D

# NAO Ankle Kit

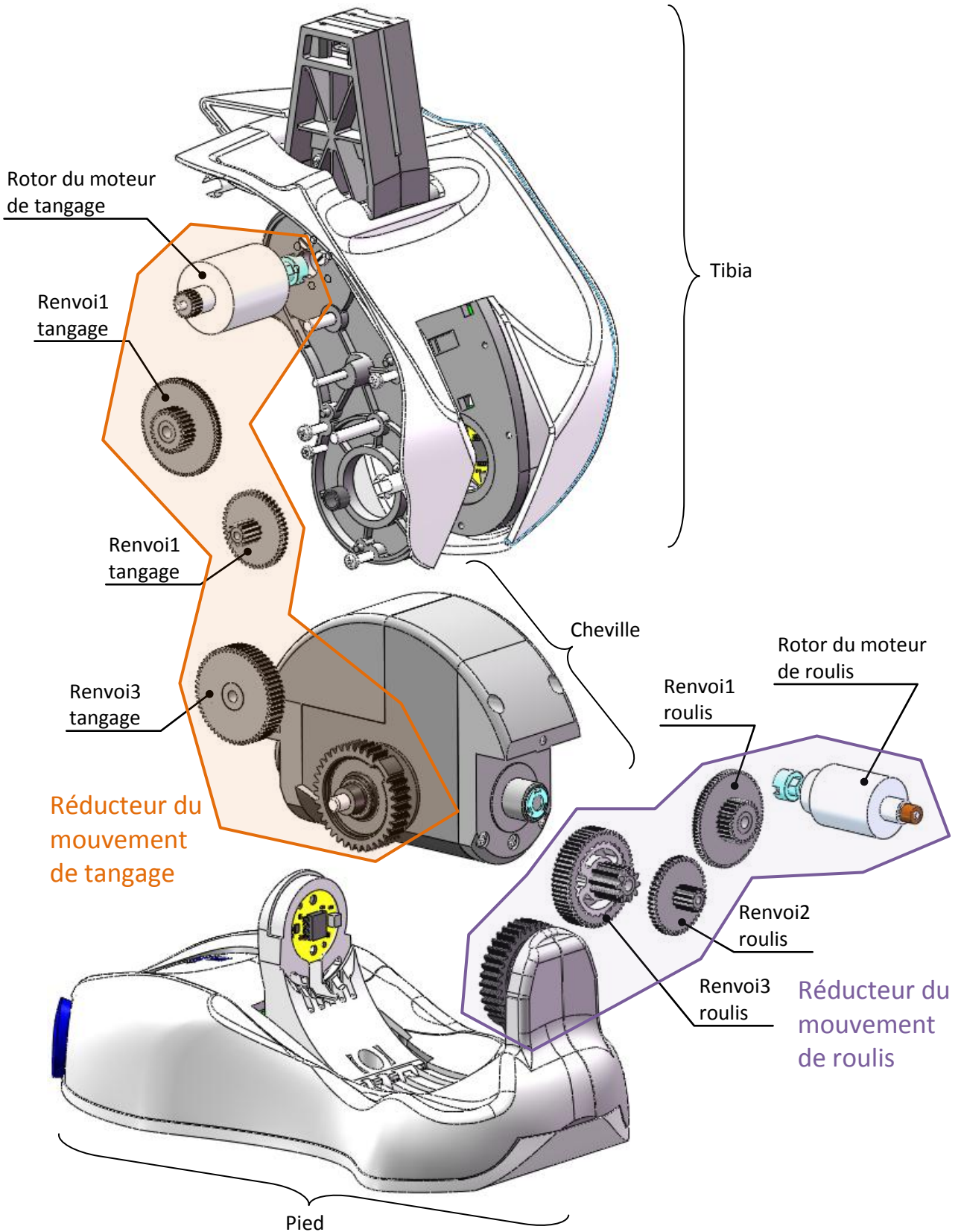
---

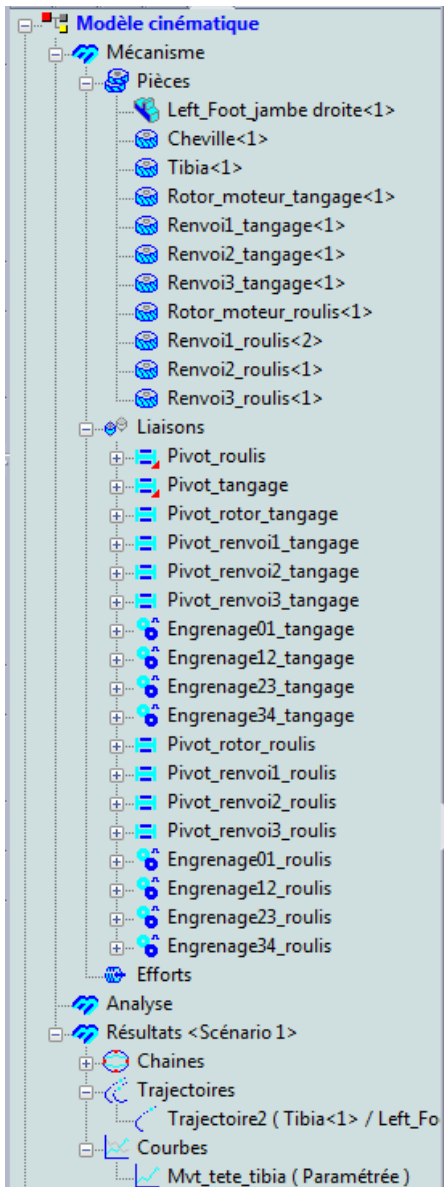
<b>1. MODELISATION MECA3D DE LA CHEVILLE DE NAO</b>	<b>2</b>
<b>MODELE CINEMATIQUE</b>	<b>2</b>
<b>ANALYSE CINEMATIQUE</b>	<b>3</b>
<b>RESULTATS</b>	<b>4</b>
<b>2. MODELE DYNAMIQUE</b>	<b>5</b>
<b>MASSES ET INERTIES</b>	<b>5</b>
<b>MODELISATION DES EFFORTS</b>	<b>5</b>
<b>SIMULATION</b>	<b>5</b>
<b>RESULTATS</b>	<b>5</b>

---

# 1. MODELISATION MECA3D DE LA CHEVILLE DE NAO

## Modèle cinématique





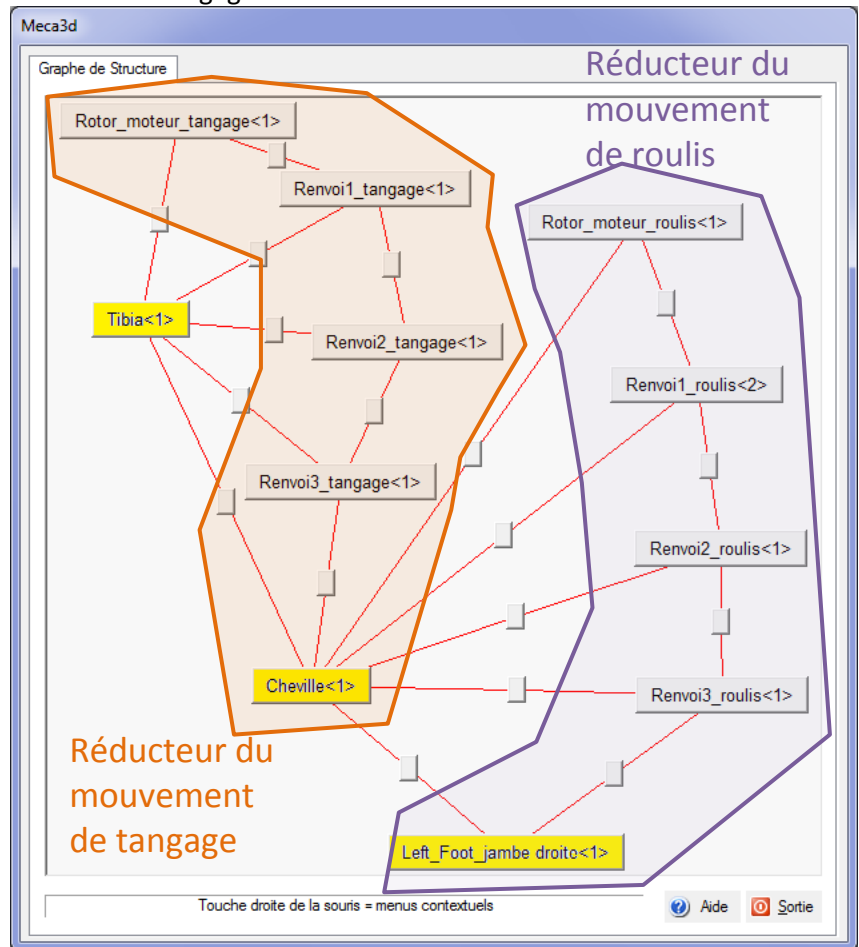
Le modèle cinématique comporte 11 pièces et 18 liaisons.

La structure de base est constituée de trois pièces – le pied (Bâti supposé fixe), la cheville et le tibia- liées par deux pivots d’axes orthogonaux : axe de roulis entre le pied et la cheville, axe de tangage entre la cheville et le tibia.

Le reste du mécanisme est constitué de deux réducteurs à engrenages cylindriques à denture droite, assurant la transmission de mouvement depuis le moteur jusqu’à la liaison pivot de sortie, roulis ou tangage.

La figure ci-contre montre l’arbre de construction de Méca3D relatif à ce modèle cinématique.

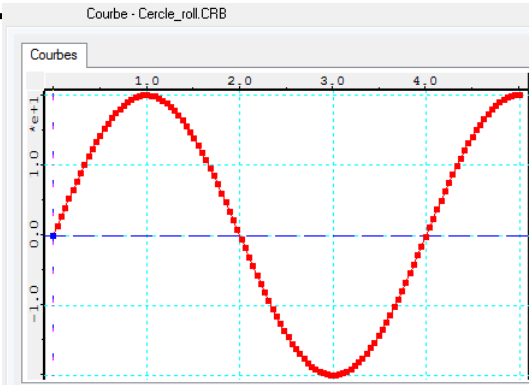
Le graphe de structure montre clairement les deux sous ensemble "Roulis" et "Tangage".



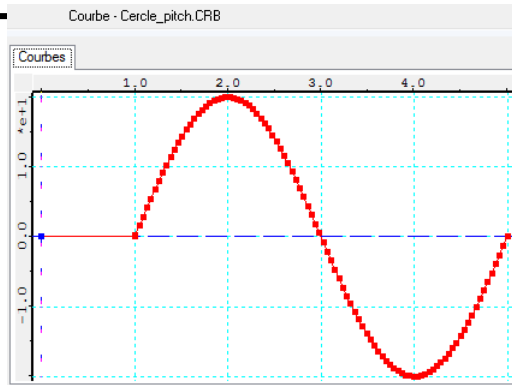
**Analyse cinématique**

Une analyse cinématique montre sans surprise que le modèle est isostatique et possède un degré de mobilité égal à 2.

L’étude proposée est fondée sur deux mouvements variables imposés dans les liaisons pivot Pied-Cheville (Roulis) et Cheville-Tibia (Tangage) suivant des lois sinusoïdales en fonction du temps, de période égale à 4 secondes, décalées d’un quart de période, soit une seconde.



Mouvement de roulis



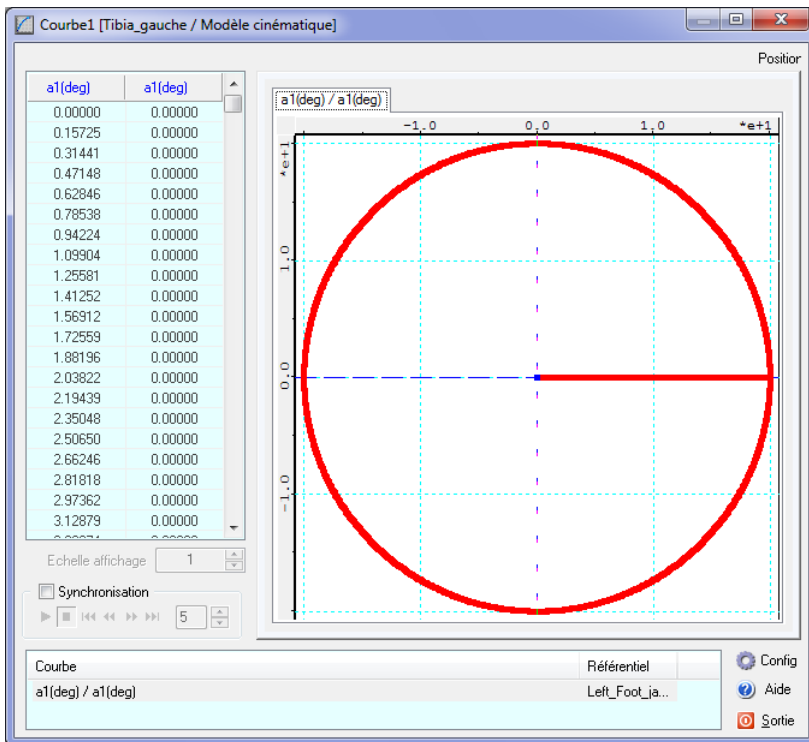
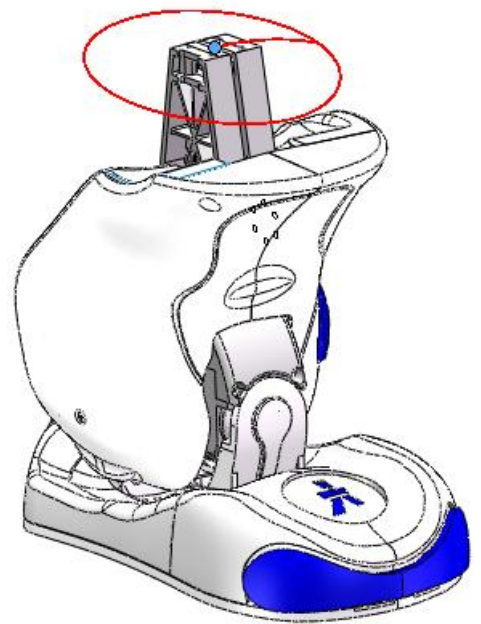
Mouvement de tangage

L'étude est conduite sur une durée de 5 secondes, avec 1000 pas de calcul

### Résultats

Le premier résultat est l'observation de la trajectoire du sommet du tibia. Il s'agit d'un cercle complet, précédé d'un déplacement "radial" lui-même circulaire (mouvement de tangage seul).

L'affichage d'une courbe paramétrée représentant l'angle de roulis en fonction de l'angle de tangage donne une image similaire...



## 2. MODELE DYNAMIQUE

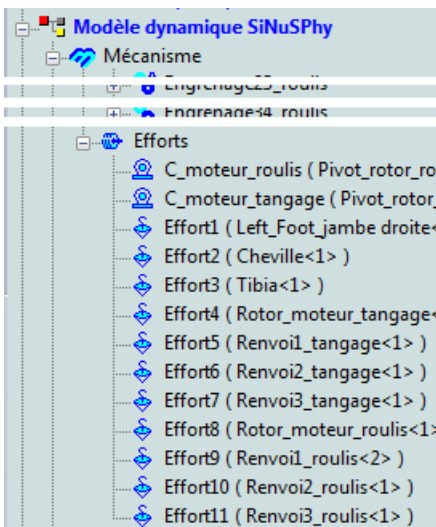
La seconde modélisation se propose d'analyser le comportement dynamique de la cheville soumise aux actions de pesanteur et aux couples exercés par les moteurs de roulis et de tangage.

La partie cinématique du modèle est identique à celle mise en place au paragraphe précédent.

### Masses et inerties

Les pièces constitutives du mécanisme ont été affectées de masses volumiques conformes à leurs matériaux respectifs. Méca3D peut alors directement récupérer les valeurs des masses et inerties dans la base de données de Solidworks.

### Modélisation des efforts



Les deux premiers efforts définis sont des **couples moteurs connus** agissant dans la pivot entre le rotor et le stator de chaque moteur. La valeur du couple (constante) est fixée arbitrairement à  $C = 0,01 \text{ Nm}$ .

La pesanteur est définie suivant  $y$ , de valeur  $g = -9 ;81 \text{ m/s}^2$ .

Une barre de masse volumique relativement importante (acier) a été définie en tête de tibia, de façon à permettre de faire varier l'inertie et le poids de cet élément de la cheville par une simple redéfinition de sa longueur.

### Simulation

L'analyse du système est très similaire à celle obtenue en cinématique. Méca3D indique simplement que le mécanisme ne peut pas être en équilibre. Une étude statique est par conséquent impossible...

Après avoir choisi une étude dynamique, les mouvements pilotes sont choisis dans les pivots, mais en précisant que les déplacements sont libres, c'est-à-dire déterminés par la dynamique du mécanisme.

### Résultats

L'observation de la courbe de vitesse montre une croissance régulière qui amène rapidement la liaison en butée de fin de course.

La définition de ce modèle sera utile lors de la simulation en lien avec SinusPhy...

