

Romeo,
l'humanoïde pour l'interaction homme-machine

Le Projet ROMEO

- **Projet FUI, labellisé par Cap Digital**
- **Projet de 10M€**
- **Subventionné à hauteur de 4,9M€**
- **Financeurs: DGCIS, Ile de France, Ville de Paris**
- **Début : janvier 2009 – Fin décembre 2011**
- **13 partenaires**



Objectif : Concevoir un robot de taille humaine pour l'assistance à la personne à domicile

Les Innovations Attendues

- **Plateforme Physique**

- ❖ Actionneurs réversibles
- ❖ Contrôle dynamique robuste
- ❖ Colonne vertébrale
- ❖ Pied flexible

- **Traitement du signal**

- ❖ Prétraitement du signal audio
- ❖ Reconnaissance d'objets
- ❖ Reconnaissance de gestes
- ❖ Peau tactile

- **Dialogue et émotion**

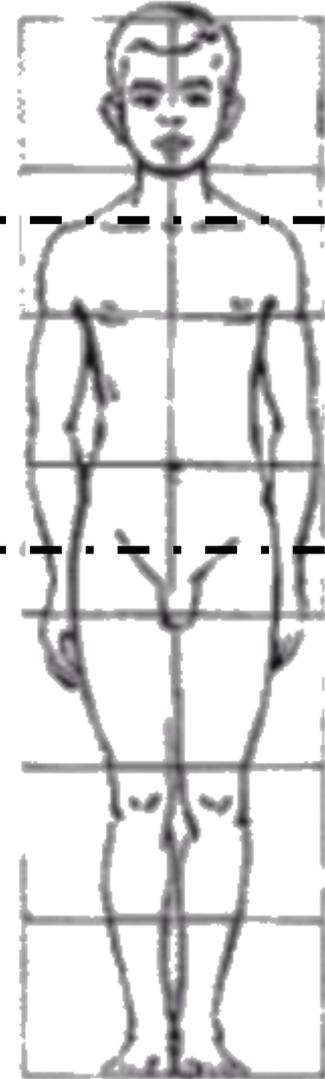
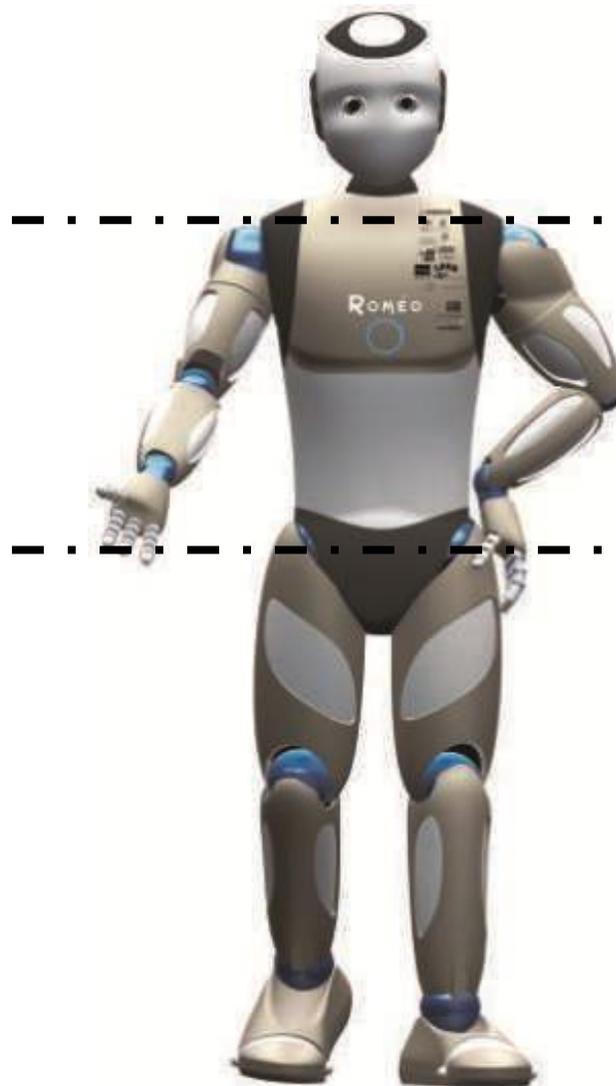
- ❖ Reconnaissance de la parole robuste
- ❖ Dialogue de 3 ou 4 échanges
- ❖ Détection d'émotions



- **M. Dupont vit tout seul à son domicile**
 - ❖ Il est âgé et a des problèmes de vue
- **Le robot l'assiste dans sa vie quotidienne**
 - ❖ Le robot comprend la voix et les gestes
 - ❖ Aide à la locomotion
- **Le robot joue avec les petits enfants de M. Dupont**
 - ❖ Jeu musical
 - ❖ Dialogue
 - ❖ Détection de émotions
- **Quand M. Dupont a un malaise, le robot réagit**
 - ❖ Détection de l'incident
 - ❖ Appel des secours
 - ❖ Point d'appui pour le retour à la station debout

Choix de design

- Aspect humanoïde
- 1,4m 40kg
- Exosquelette
- Torse en partie flexible
- Yeux mobiles
- Bouche fixe



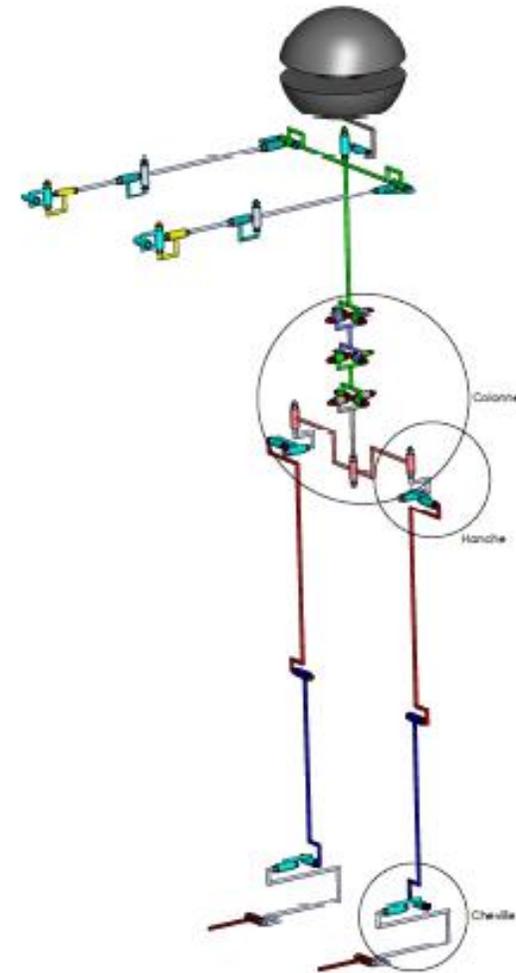
Architecture mécanique

- **Corps à 37 degrés de liberté**

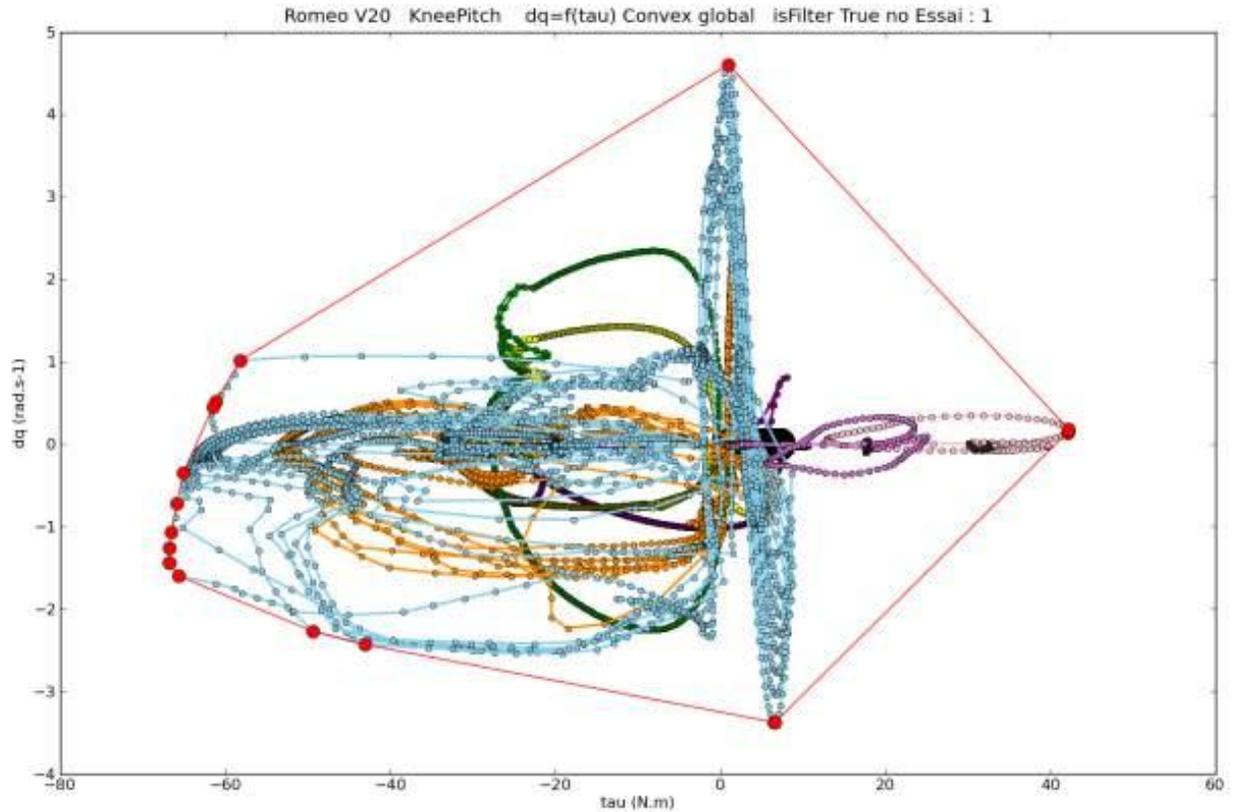
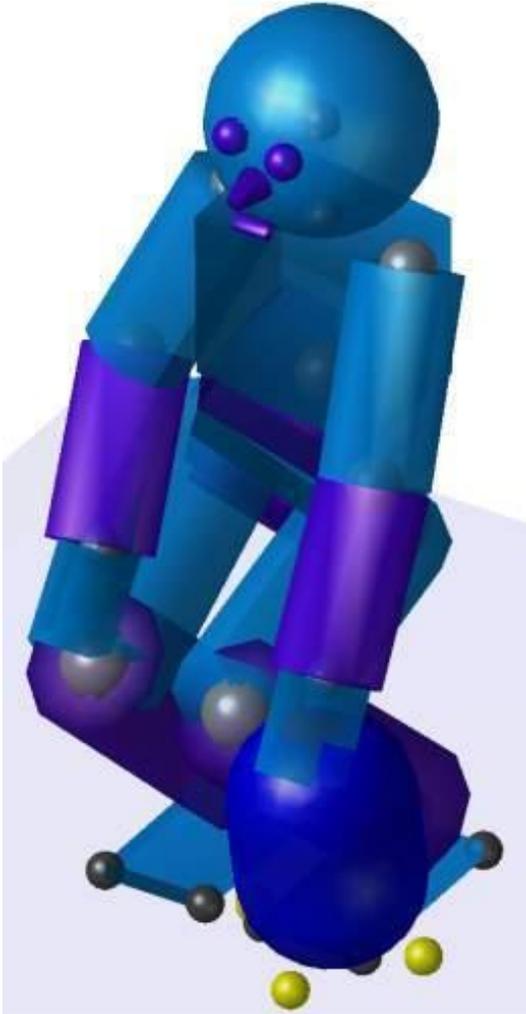
- Jambes : 6 x 2
- Pied : 1 x 2 (ressort de rappel)
- Bras : 7 x 2
- Main : 1 x 2
- Colonne vertébrale : 3
- Cou : 4

- **Visage**

- Yeux : 2 x 2
- Bouche lumineuse

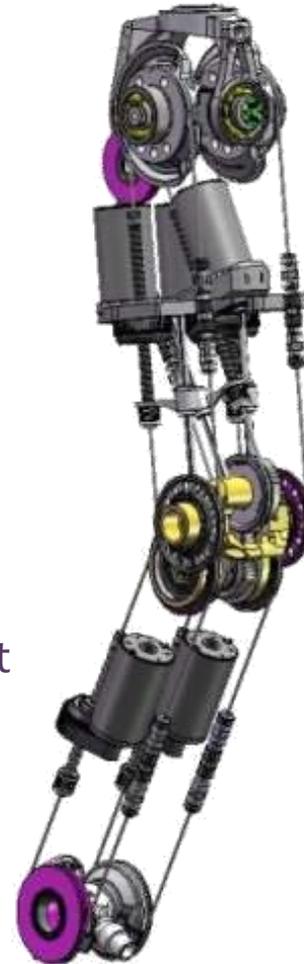


Dimensionnement par simulation dynamique



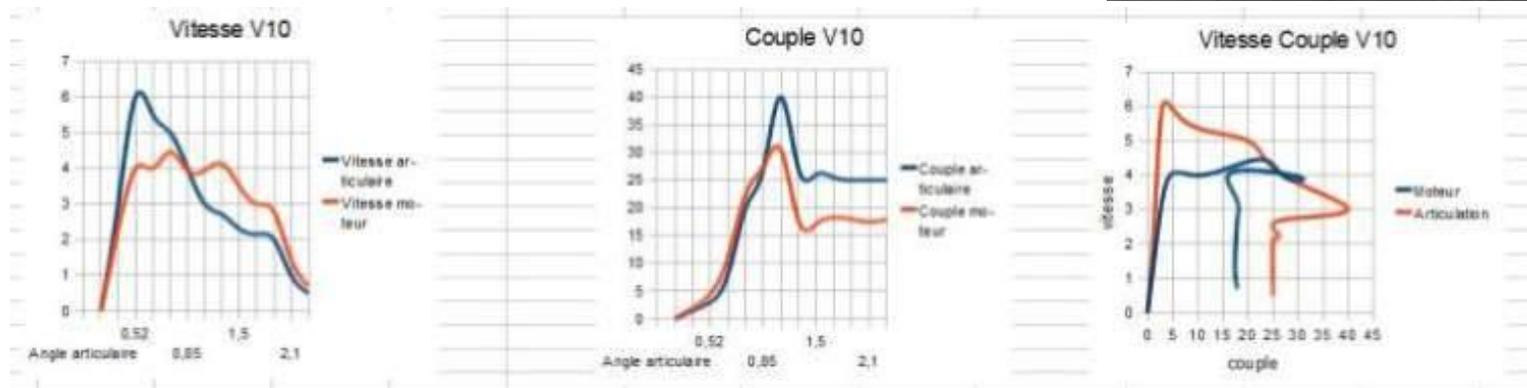
Conception de la jambe

- **Vérin à câble du CEA LIST**
 - ❖ Réversibilité
 - ❖ Absence de jeu
- **Engrenage centrode dans le genou**
- **Equilibrage par ressort du genou**
- **Différentiel droit**
 - ❖ Hanche et cheville
 - ❖ 2 moteurs moyens plutôt qu'un gros et un petit
- **Capteurs de position**
 - MRE 4096 pts par tour
 - 1 sur le moteur
 - 1 sur l'articulation



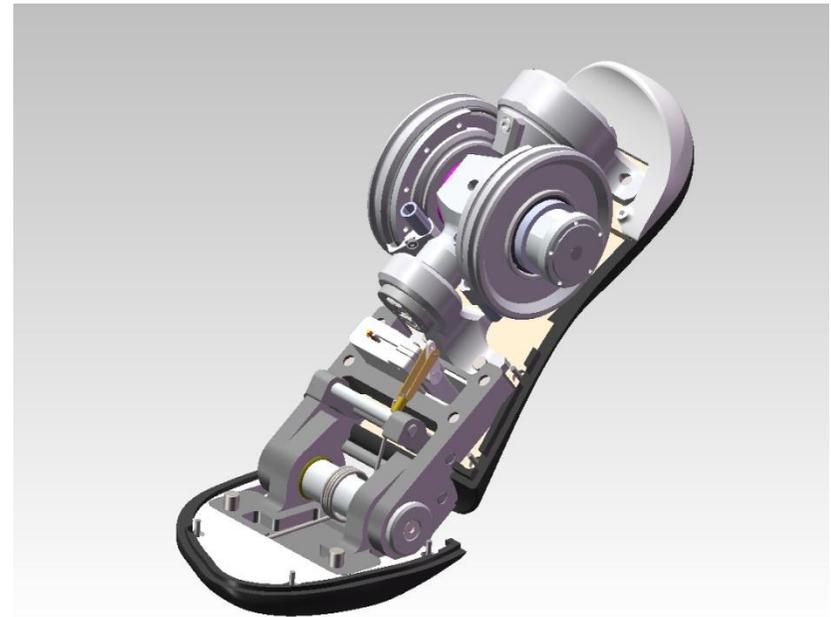
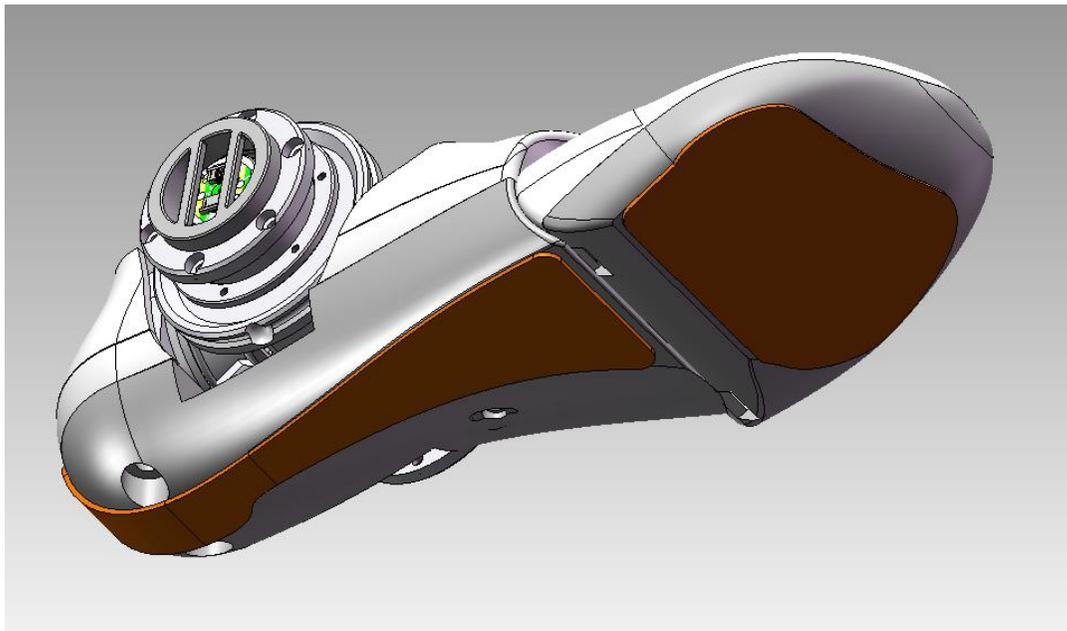
Genou

- **Equilibrage par ressort**
 - ❖ Position naturellement dépliée
- **Engrenage centrode**
 - ❖ Genou déplié : grande vitesse
 - ❖ Genou plié : couple important
- **Conception en collaboration**
 - ❖ André Meyer (INSA Rouen)
 - ❖ Balint Laczic (University of Budapest)



Pied

- Orteils flexibles
- Retour en position horizontale par ressort
- Blocage possible par servo-moteur



Exosquelette des jambes en composite

- Conception avec le CETIM
- Première version en fibre de verre
- Deuxième version en fibre de carbone
- Drapage autour des inserts
- Usinage à faire avant intégration

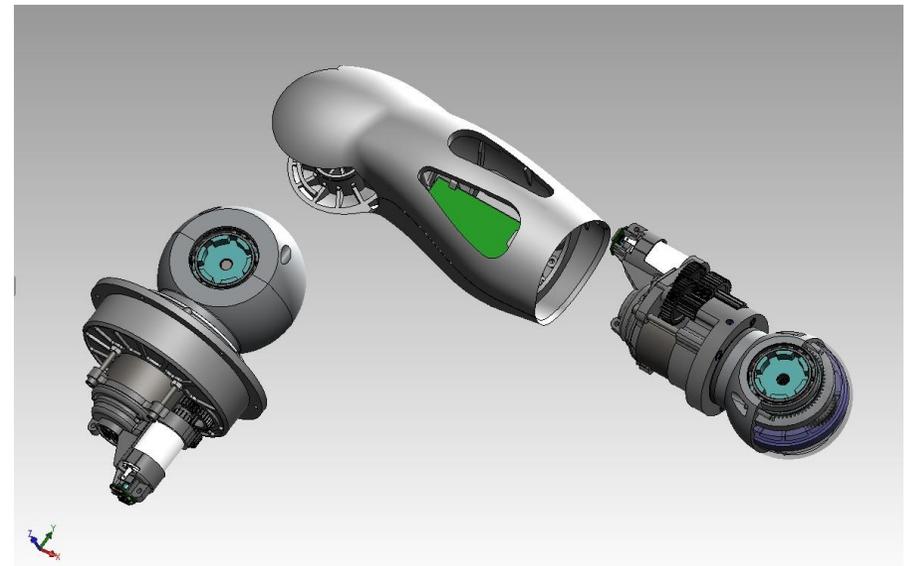
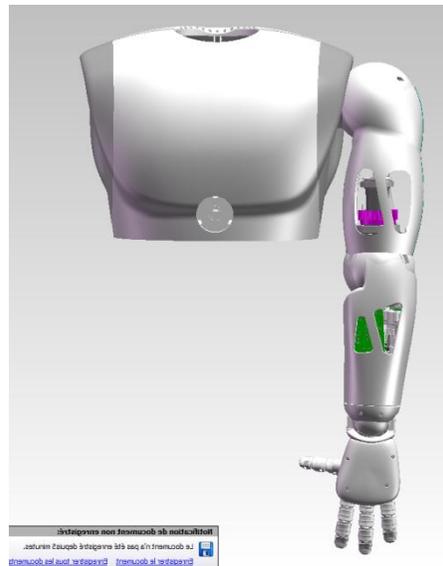
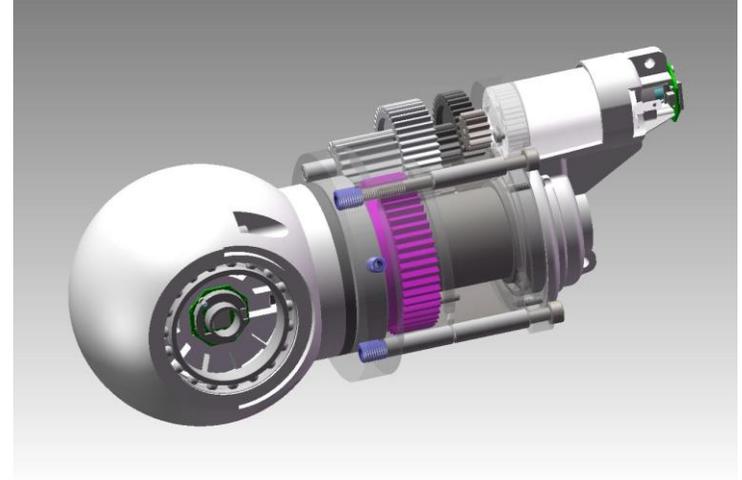


Colonne vertébrale

- **Principe général**
 - ❖ 3 vertèbres à deux DDL (rotules à doigts) pour roll et pitch
 - ❖ Rotation yaw localisé en haut des vertèbres
- **Actionnement par vérins électriques**
 - ❖ Vérins conçus spécifiquement
 - ❖ Collaboration avec Barbet Technologies
- **Déport de la colonne à l'arrière du bassin**
- **Optimisation du placement de la colonne et des vérins**

Epaule et coude

- **Modules**
 - ❖ Module cylindro-sphérique (2 ddl)
 - ❖ Une version pour le coude et pour le cou
 - ❖ Une version pour l'épaule
- **Passage de câble au travers de l'articulation**



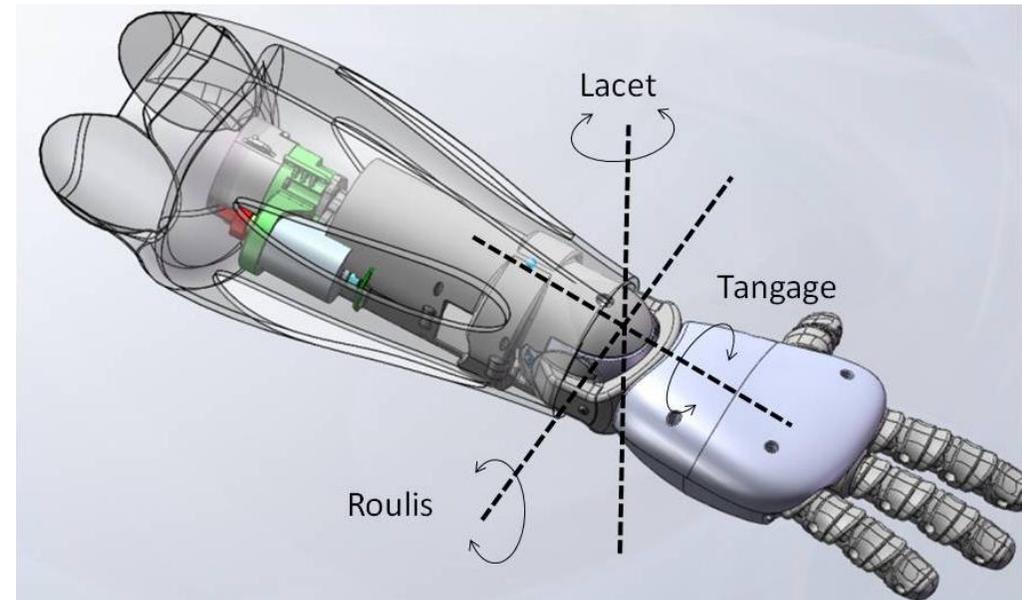
Avant bras

- **Poignet**

- ❖ 3 ddl
- ❖ Une articulation sphérique (pitch)
- ❖ Une articulation cylindrique (roll)
- ❖ Un actionnement par câble (yaw)

- **Main**

- ❖ 3 doigts
- ❖ 1 pouce opposable
- ❖ 1 seul moteur

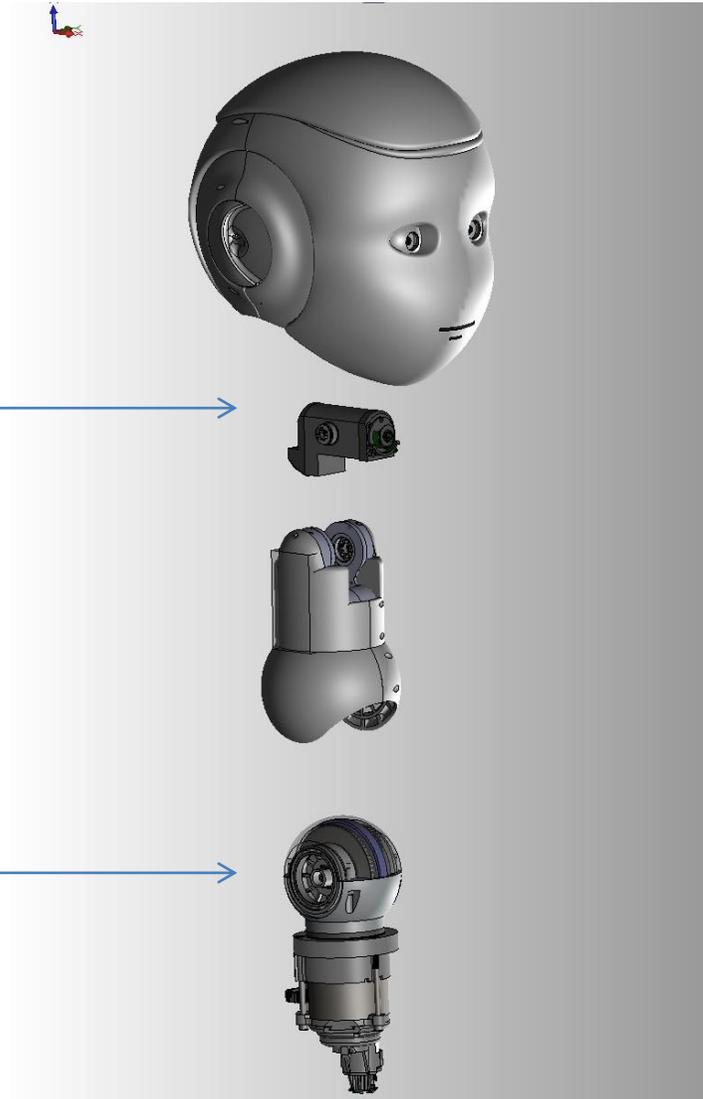


- **Mouvement de la tête**

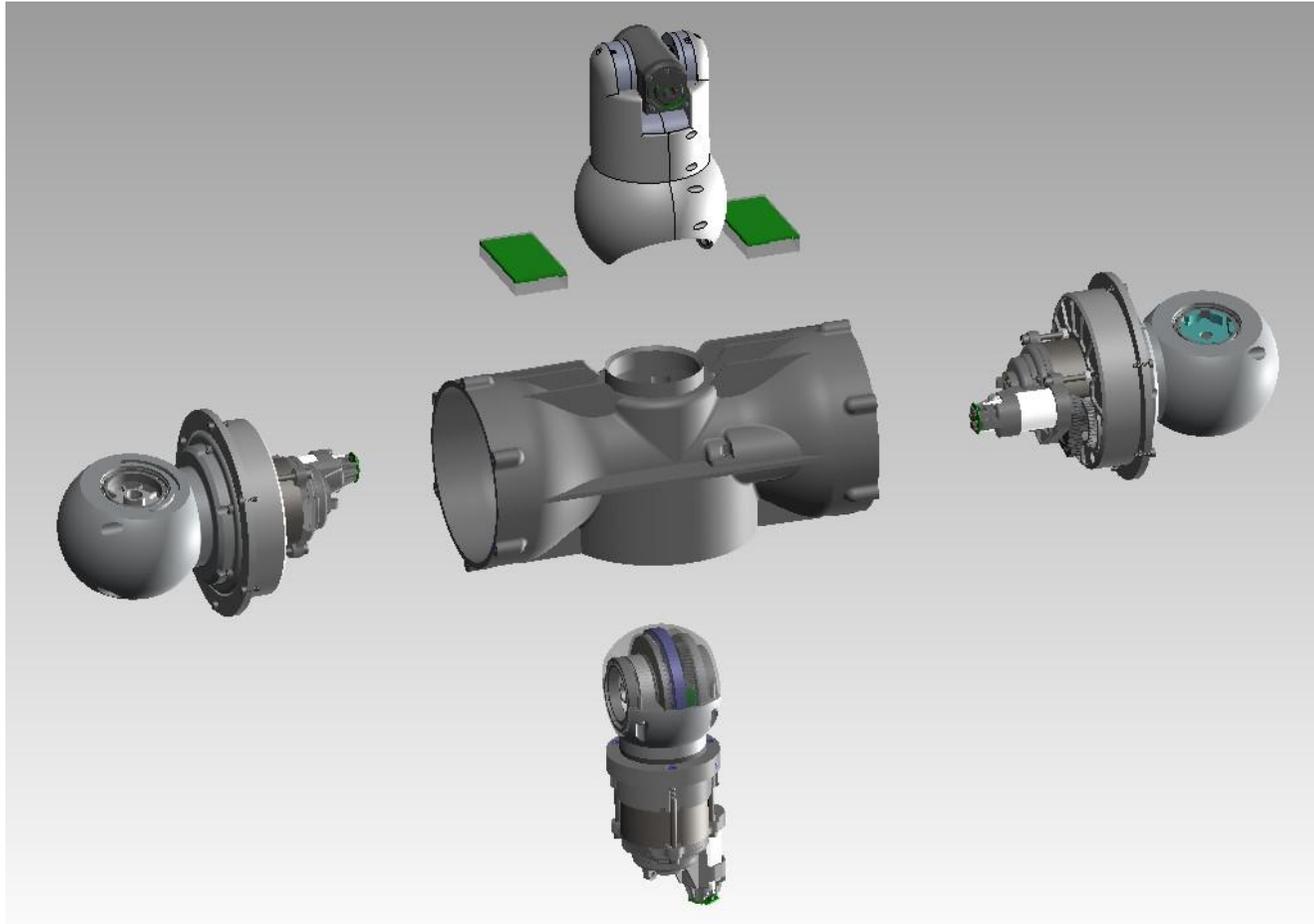
- ❖ 2 ddl (pitch, roll)
- ❖ Hanche de Nao

- **Cou**

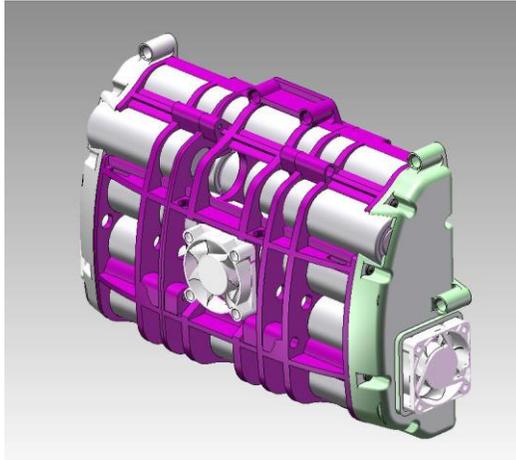
- ❖ 2 ddl (pitch, yaw)
- ❖ Cylindro-sphérique



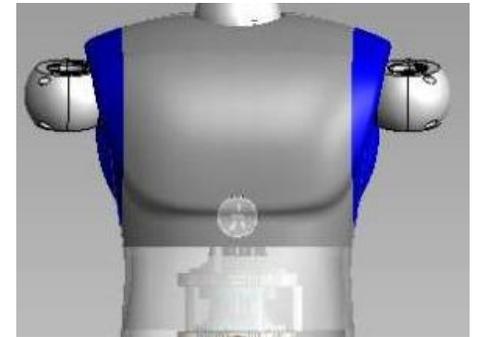
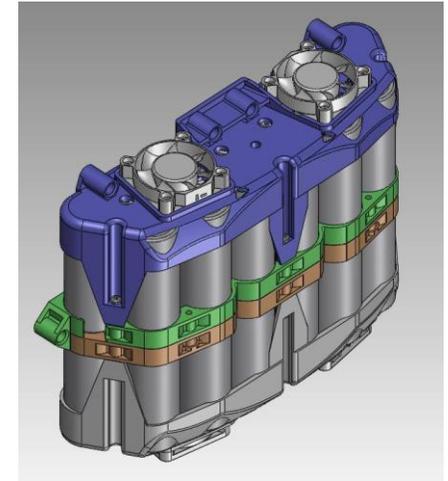
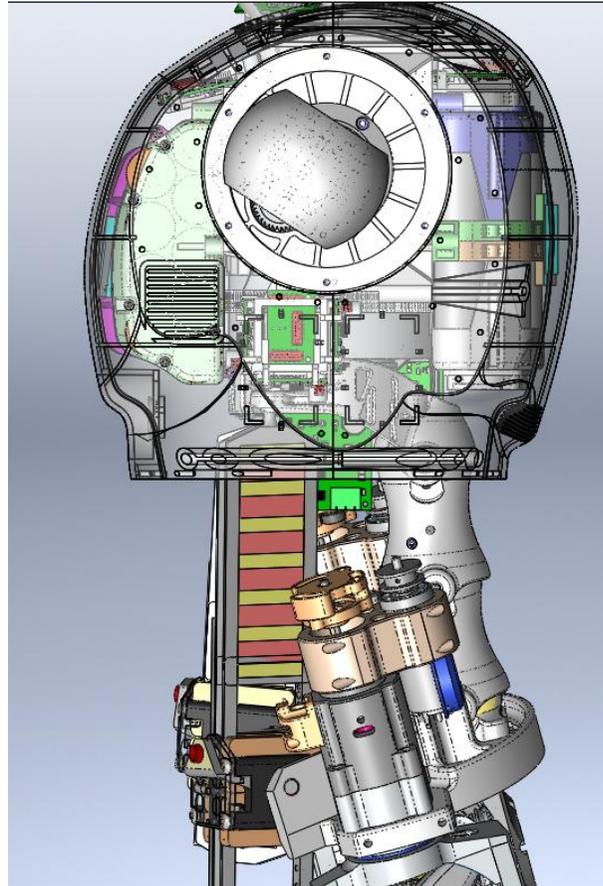
Intégration dans les omoplastes



Intégration dans buste



- **Batteries**
 - ❖ Lithium Fer Phosphate
- **Coque**
 - ❖ Epaulette souple
 - ❖ Ventre souple

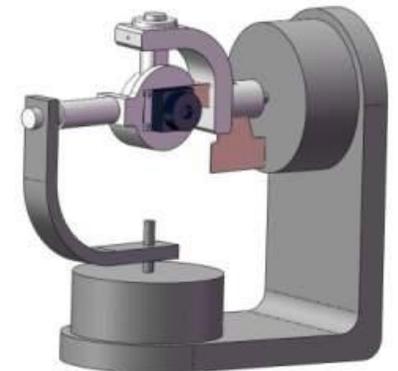


● Equipement

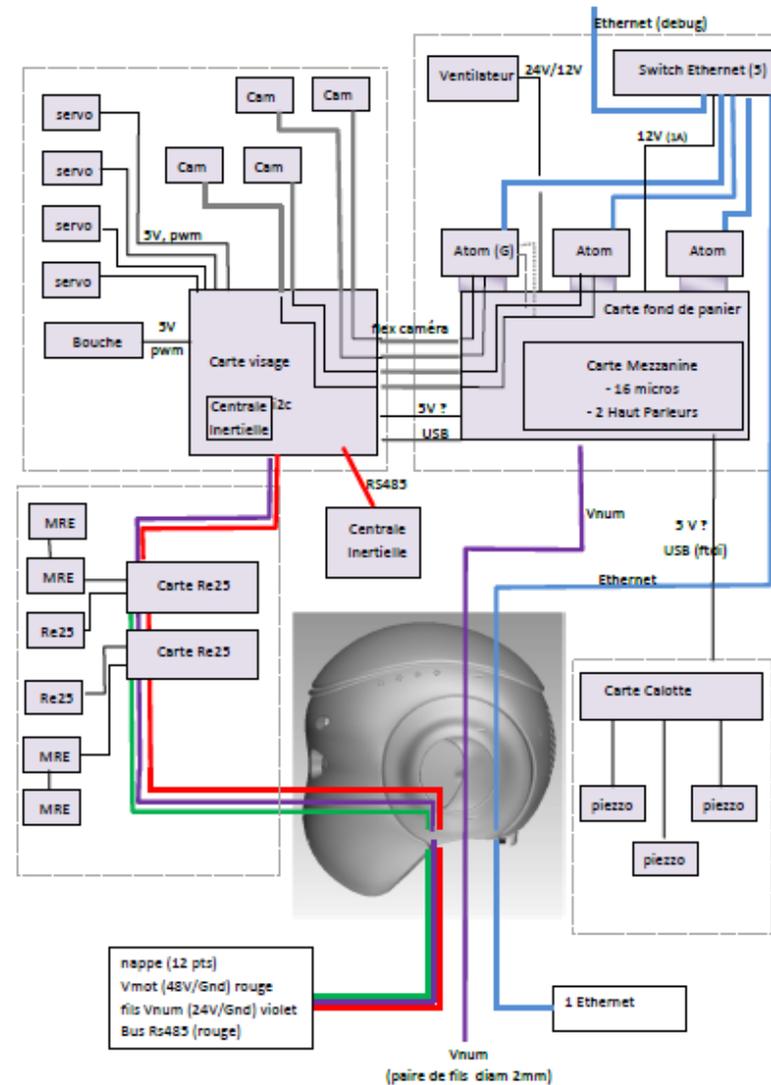
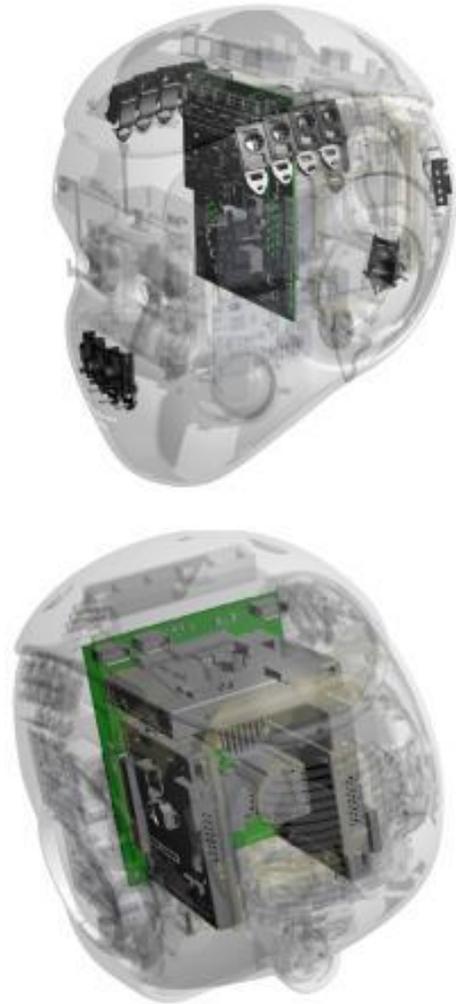
- ❖ 16 micros
- ❖ 2 haut-parleurs et leur cavité
- ❖ Pavillons acoustiques interchangeables
- ❖ 4 caméras
- ❖ 2 yeux mobiles
- ❖ Une bouche à leds
- ❖ 3 cartes ATOM génériques sur fond de panier
- ❖ Carte DSP audio
- ❖ Carte visage



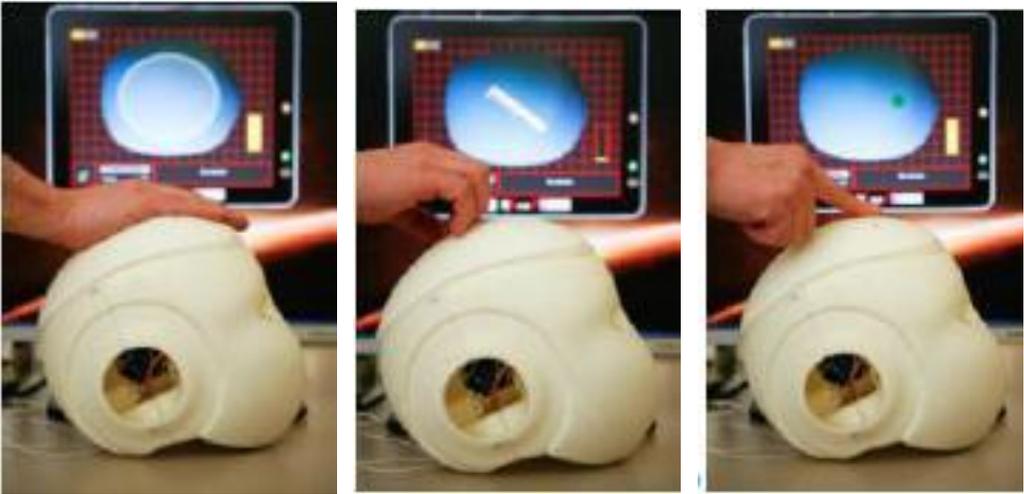
● Nouveau design



Electronique de la tête



Calotte tactile du CEA LIST

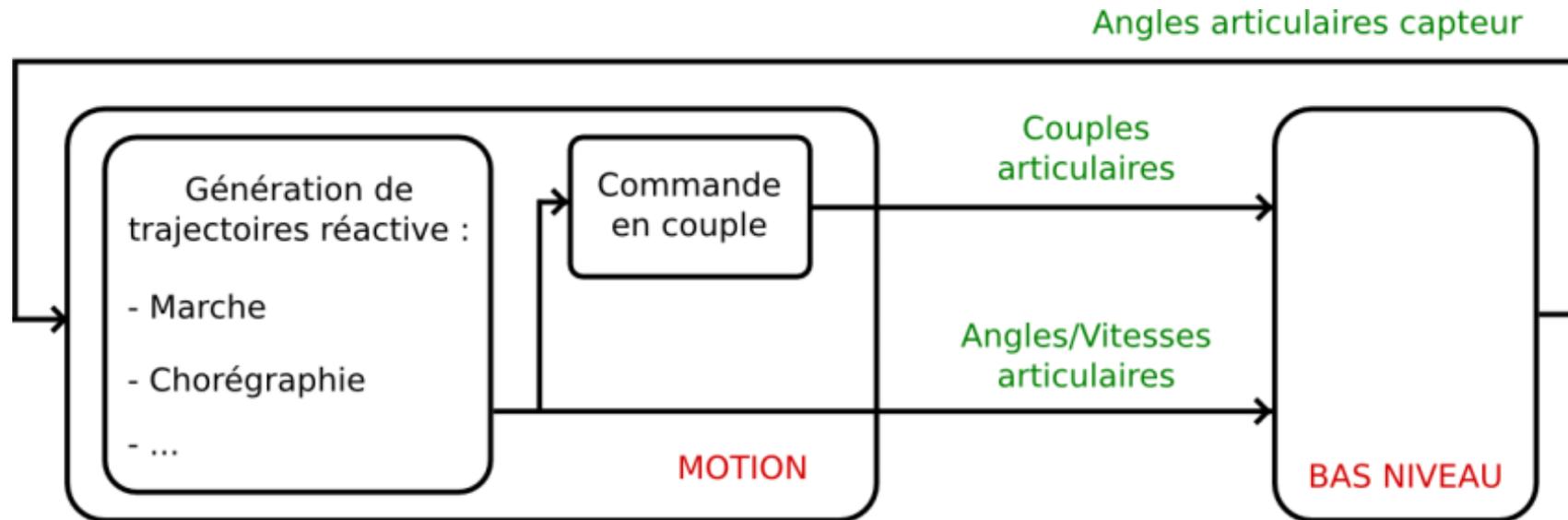


(CEA/C.Dupont)

Principe de la commande

- **Principe de la commande en couple**

- ❖ Génération de trajectoire en position et vitesse
- ❖ Calcul des effets de la gravité sur chaque articulation à la position de courante



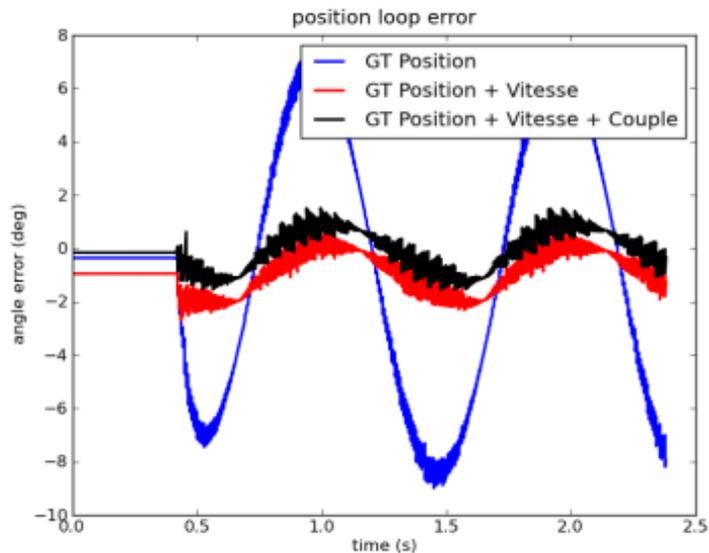
- **Prochaine étape**

- ❖ Intégrer les besoins en accélération de la génération de trajectoire

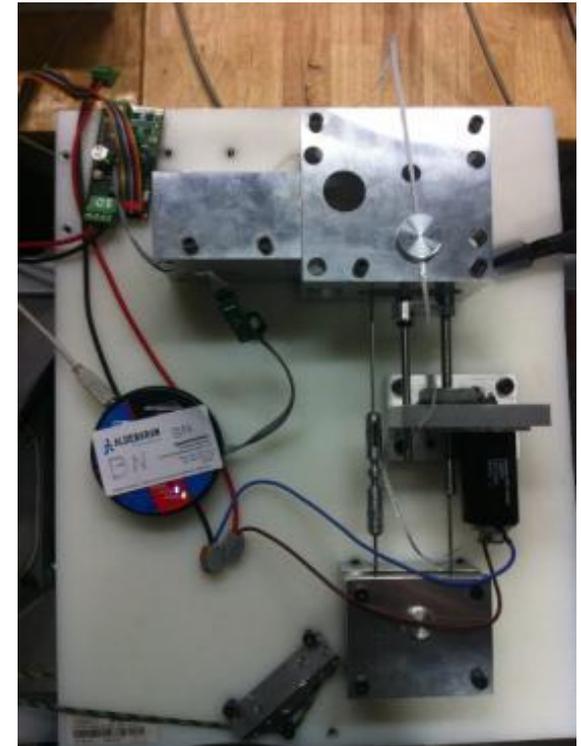
Premiers essais sur banc

- **Asservissements articulaire**

- ❖ Tests sur le banc d'essai genou
- ❖ Essais réalisés avec 13 kg de charge (il faudra aller jusqu'à 35kg)
- ❖ Consignes en positions, vitesse et couple

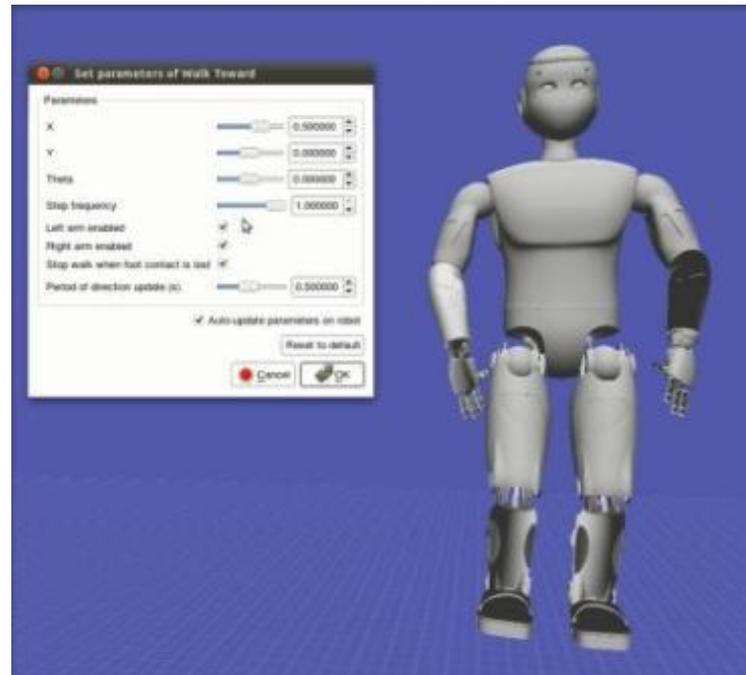


Comparaison des erreurs



Intégration de la commande

- **Marche de Romeo dans Choregraphe**
 - ❖ Prise en compte du modèle de Romeo
 - ❖ Compatibilité avec l'environnement de développement de Nao
- **Pilotage des actionneurs depuis Choregraphe**



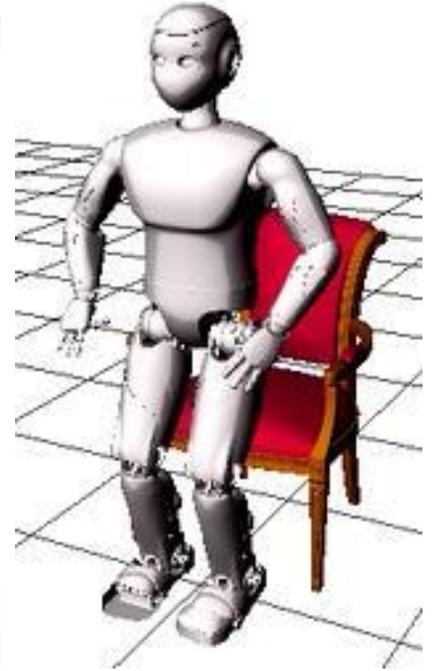
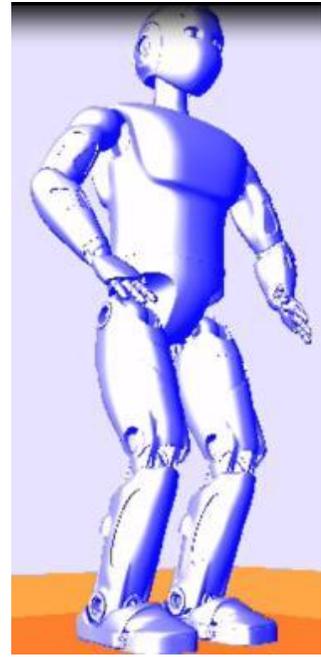
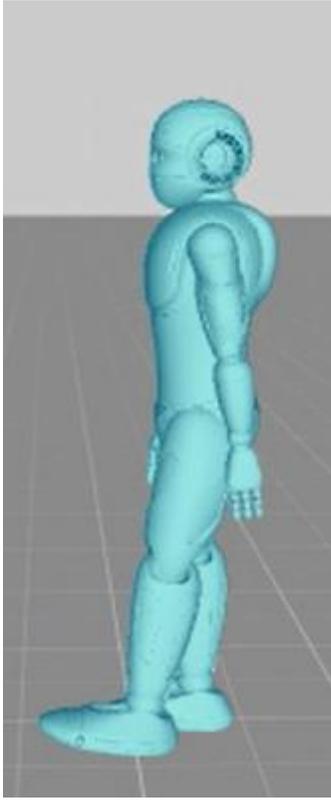
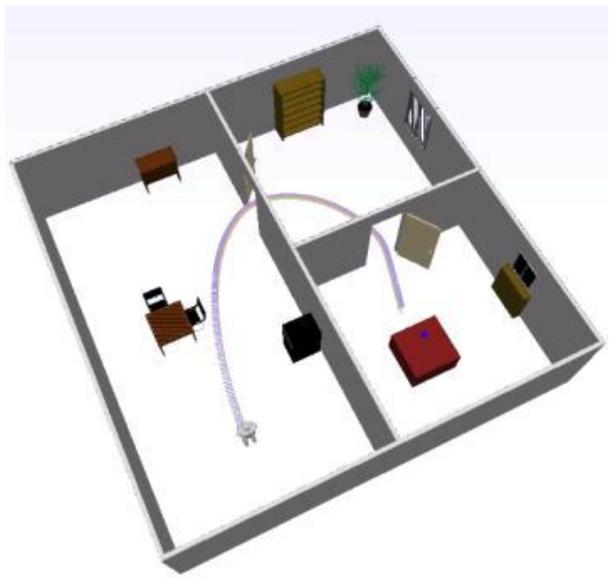
Premières simulations de nos partenaires et amis

Inria
INVENTEURS DU MONDE NUMÉRIQUE

LAAS-CNRS

ceal**ist**

LAAS-CNRS



Modèles Cinématique et Dynamique disponibles

- <http://www.projetromeo.com/romeo-documentation/index.html>

