

# Commande par vision d'un robot redondant multi-bras

## Manipulation à deux bras avec le HRP2

Abou Moughlbay A.<sup>1</sup>, Martinet P.<sup>1</sup>, Renaud JC.<sup>1</sup>, Mansard N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LASMEA <sup>2</sup> LAAS

Amine.abou\_moughlbay@univ-bpclermont.fr

# SOMMAIRE

---

- × Contexte et Objectifs
- × Problématique générale
- × Cas d'étude sur HRP2
- × Simulations et Expérimentations
- × Conclusion et Perspectives

---

Contexte et objectifs  
Problématique générale  
Cas d'étude sur HRP2  
Simulations et Expériences  
Conclusion et perspective

---

# CONTEXTE ET OBJECTIFS

# Etat de l'art

- × Un **système redondant** a plus de ddl que ceux strictement nécessaires pour exécuter une tâche donnée. (Chiaverini, et al., 2008)
- × **Résolution de la redondance par :**
  - + **Optimisation:** (Liégeois, 1977 Baillieul, et al., 1984)
    - × Optimisation locale  $\dot{\mathbf{q}} = J_t^+ \dot{\mathbf{t}} - k_H (\mathbf{I} - J_t^+ J_t) \nabla H(\mathbf{q})$
    - × Moins réactive au changement de l'obj. ou de l'env.
  - + **Méthode heuristique:** (Marques, et al., 2009)
    - × Plus précis que la méthode classique mais moins rapide.



# Etat de l'art

## + Formulations de priorité des tâches: (Baerlocher et al, 1998)

- × Approche pour hiérarchisation des tâches multiples
- × Problème des singularités algorithmiques.

$$\begin{aligned}\dot{m}_i &= P_{i-1}^A J_i^{+\lambda_i} \dot{x}_i \\ \dot{q} &= \left( \sum_{j=1}^t \dot{m}_j \right) + P_t^A \dot{q}_{opt}\end{aligned}$$

## + Redondance directionnelle: (Mansard, et al., 2009)

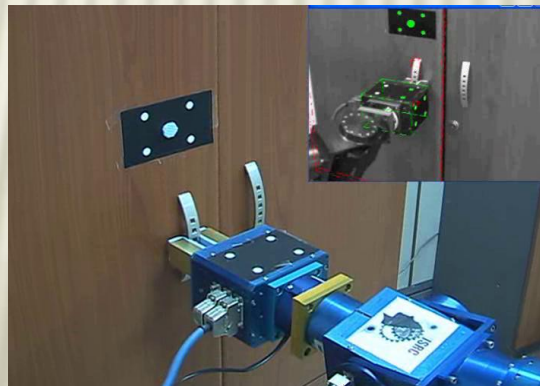
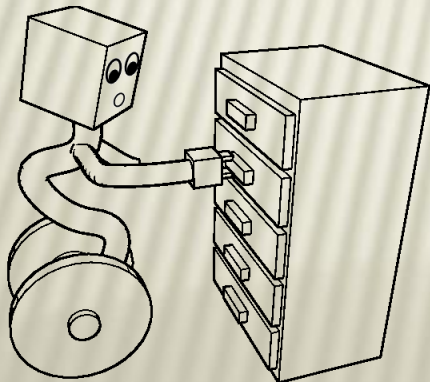
- × La tâche secondaire aide la tâche principale à être réalisé plus rapidement ,et améliorer ses performances
- × Système globalement stable et converge asymptotiquement vers l'achèvement de la tâche principale et au meilleur minimum local de la tâche secondaire.

# Champs d'application des robots redondants multi-bras

## × La robotique de service et robotique humanoïde:

Tâches de robotique journalière:

- Ouvrir une porte, un tiroir, ...
- Déplacer, positionner un objet...
- Saisie d'objets bio-inspirées

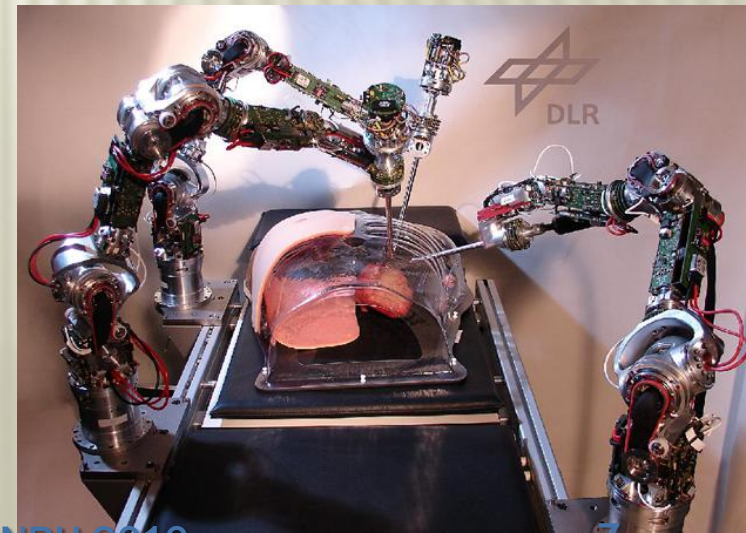




# Champs d'application des robots redondants multi-bras

## × La robotique industrielle:

- Tâches d'assemblage, de polissage, de découpage, de peinture...
- Applications dans le secteur de la viande:  
Découpe et désossage des carcasses de viandes bovines.



---

Contexte et objectifs  
Problématique générale  
Cas d'étude sur HRP2  
Simulations et Expériences  
Conclusion et perspective

---

# PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE



Global Warming Legislation

## Robot à 8 bras (40 ddl)

# Définition des tâches et leur ddl pour définir le degré de redondance du système

# Objectifs

- ✗ Faire une architecture de commande complète
- ✗ Prendre en compte les redondances dans la commande du robot
- ✗ Faire plusieurs tâches simultanées
- ✗ Sous certaines contraintes



---

Contexte et objectifs  
Problématique générale  
Cas d'étude sur HRP2  
Simulations et Expériences  
Conclusion et perspective

---

# CAS D'ÉTUDE SUR HRP2



# Cas de manipulation avec HRP2

**Robot à 30 ddl**

**+ Contraintes ...**

**Tâche 4:  
manipulation et saisie  
(6 ddl)**

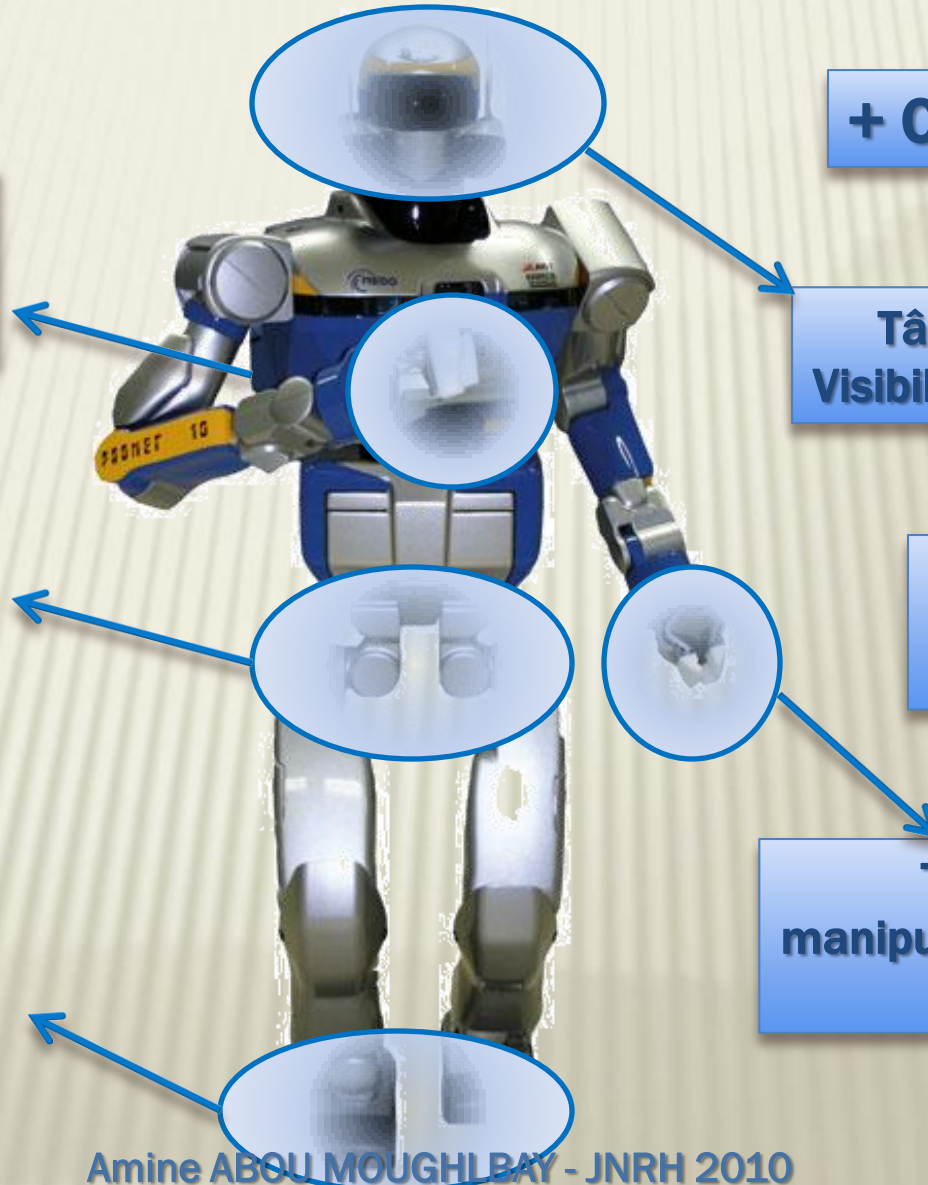
**Tâche 3:  
Visibilité (3 ddl)**

**Tâche 1:  
équilibre (3 ddl)**

**17 degré de  
redondance**

**Tâche 2:  
marche et stabilité  
(6 ddl)**

**Tâche 5:  
manipulation et saisie  
(4ddl)**



# Cas de robot redondant

## Méthode de définition d'une tâche

Définir les points de control

COM, Articulation ...



Définir la primitive appropriée

$s$



Définir la valeur désirée de cette primitive

$s^*$

→ minimiser  $e = s - s^*$



Calcul du Jacobien et matrices d'interaction

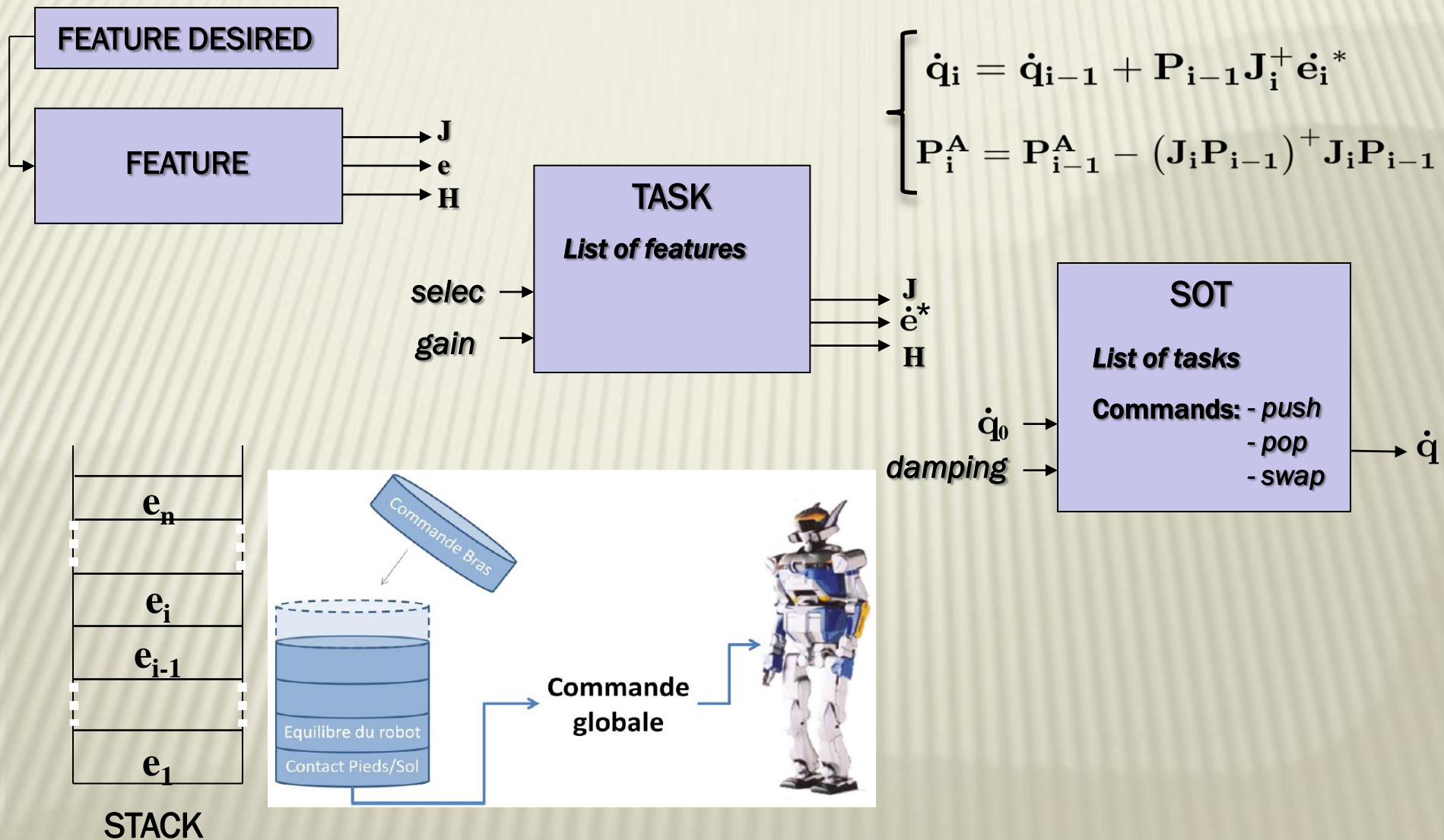
$J$  et  $L_s$



Trouver la fonction de tâche correspondante

$$\dot{q} = J^+ \dot{e}^*$$

# Cas de manipulation avec HRP2





# EMPILEMENT DES TÂCHES

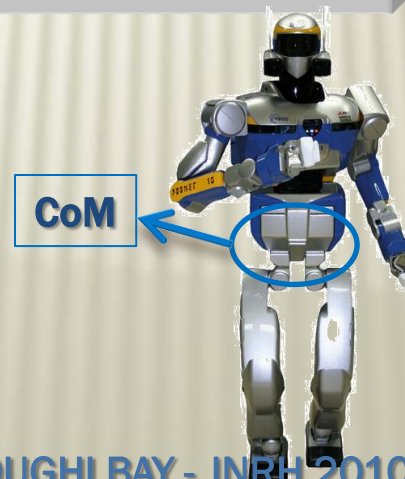
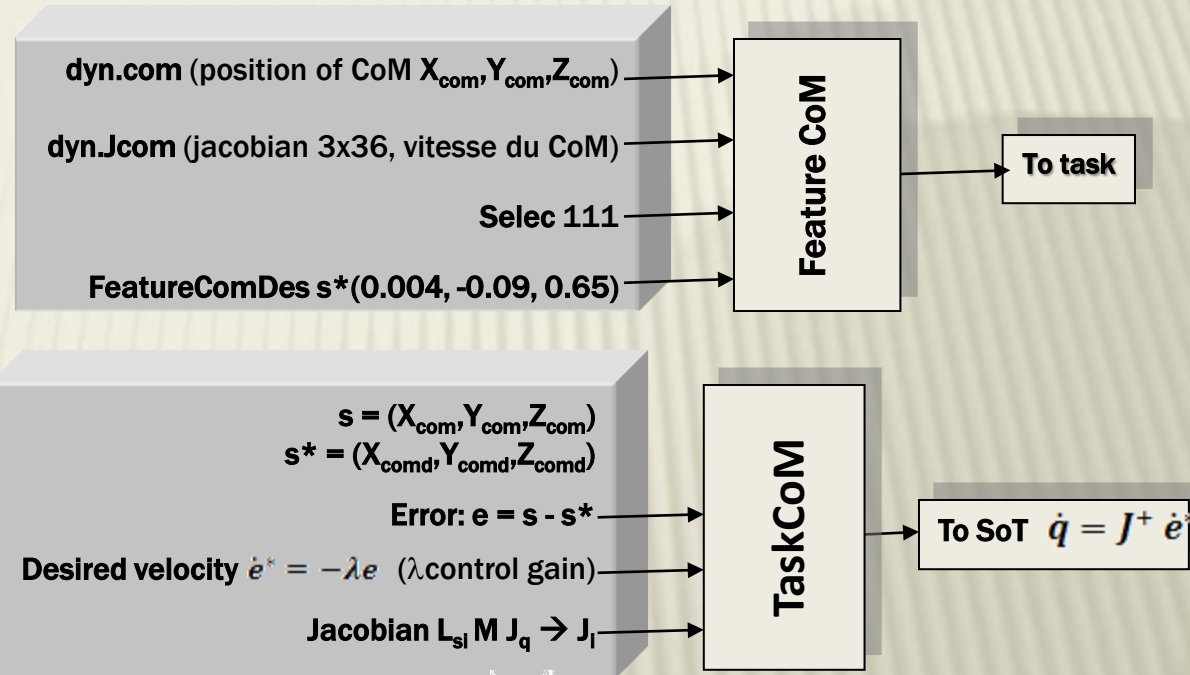
## Tâches Principales du Robot:

Équilibre et stabilité du robot sur le sol

Tâche de visibilité (et suivi d'objets)

Tâche de manipulation d'objet

Stack Of Tasks



# EMPILEMENT DES TÂCHES

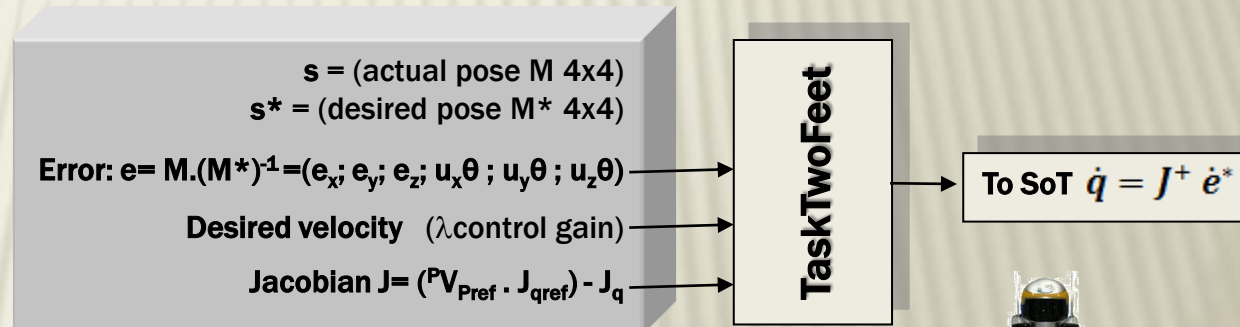
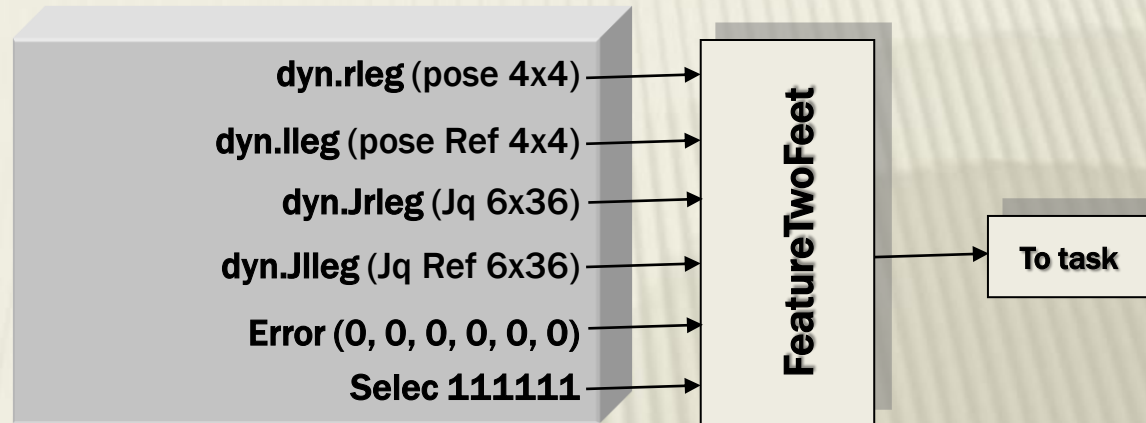
## Tâches Principales du Robot:

Équilibre et stabilité du robot sur le sol

Tâche de visibilité (et suivi d'objets)

Tâche de manipulation d'objet

Stack Of Tasks



Pose des pieds

# EMPILEMENT DES TÂCHES

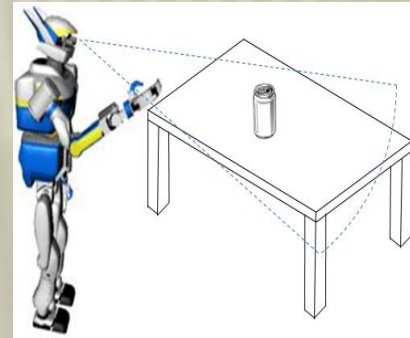
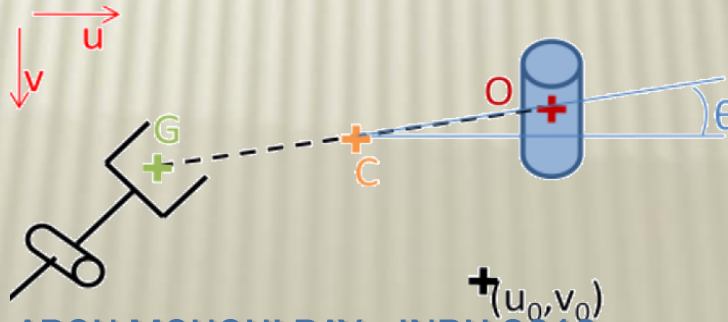
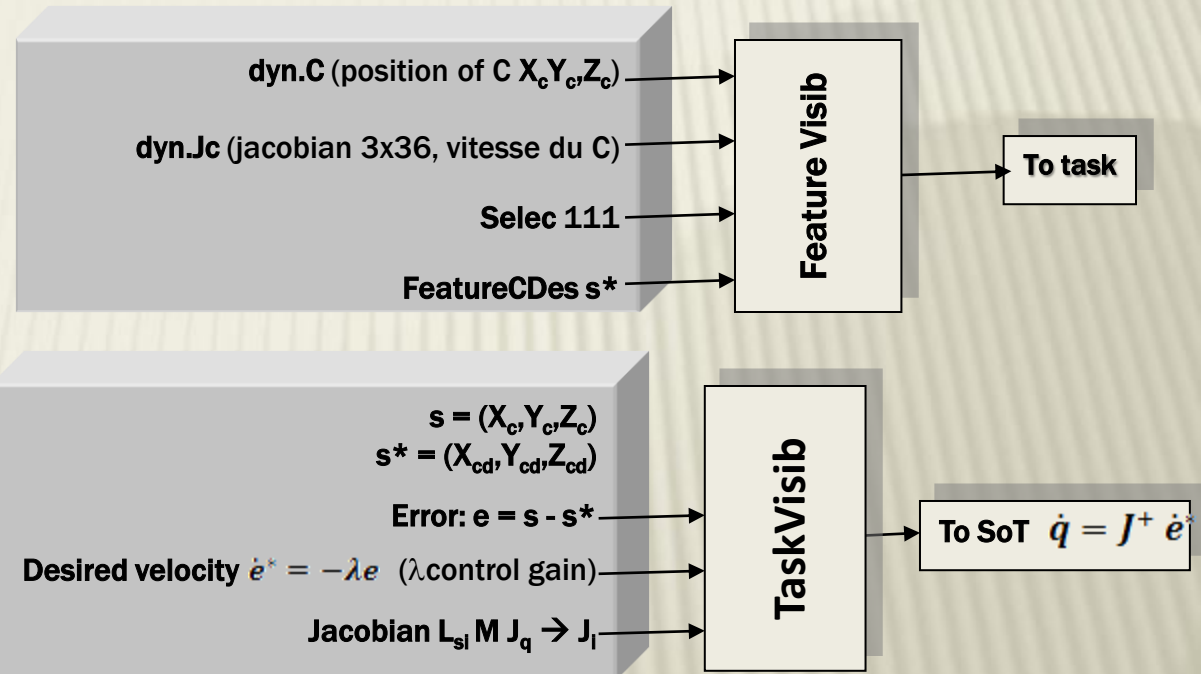
## Tâches Principales du Robot:

Équilibre et stabilité du robot sur le sol

Tâche de visibilité (et suivi d'objets)

Tâche de manipulation d'objet

Stack Of Tasks





# EMPILEMENT DES TÂCHES

## Tâches Principales du Robot:

Équilibre et stabilité du robot sur le sol

Tâche de visibilité (et suivi d'objets)

Tâche de manipulation d'objet

Stack Of Tasks

Desired pose of the hand  ${}^wM_{Hd} s^*$  (4x4)

Actual pose of the hand  ${}^wM_H s$  (4x4)

Error vector  $e = {}^H M_{Hd} = [{}^H t_{Hd} ; {}^H r_{Hd}]$

Jacobian

Selec 111111

Frame: current

FeatureGrasp

To task

$s =$  (actual pose M 4x4)

$s^* =$  (desired pose M\* 4x4)

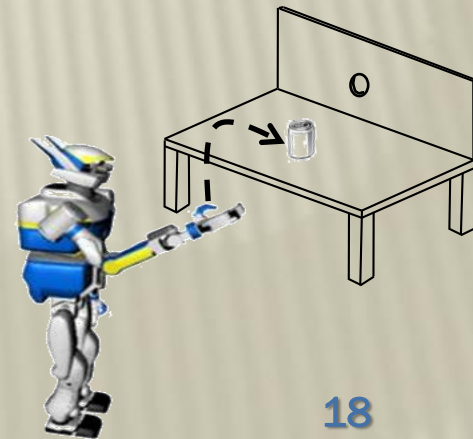
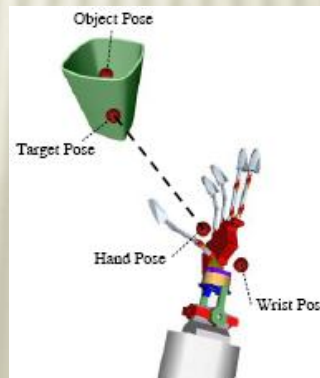
Error:  $e = M.(M^*)^{-1} = (e_x; e_y; e_z; u_x\theta; u_y\theta; u_z\theta)$

Desired velocity ( $\lambda$  control gain)

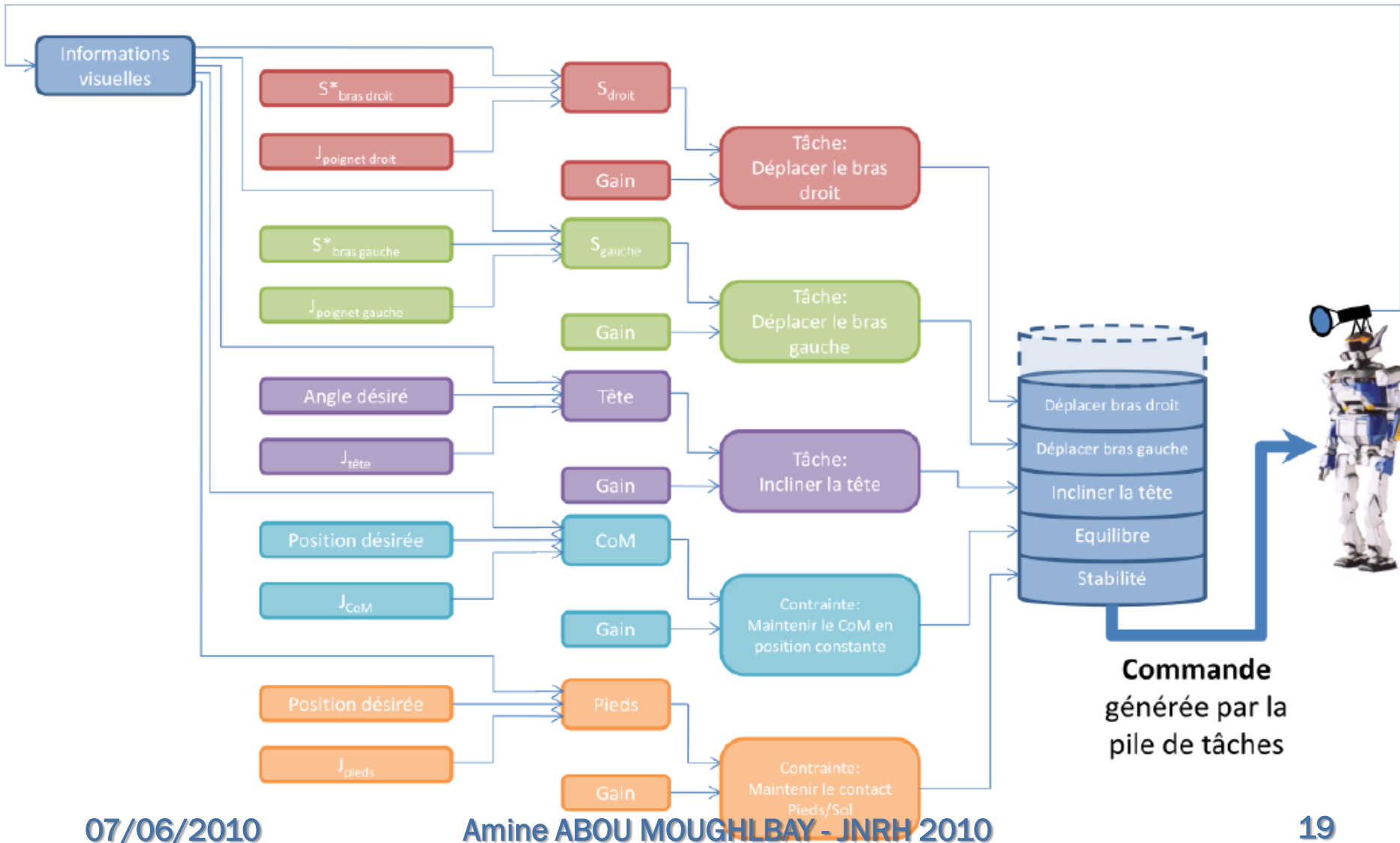
Jacobian

TaskGrasp

To SoT  $\dot{q} = J^+ \dot{e}^*$



# LOI DE COMMANDE COMPLETE



---

Contexte et objectifs  
Problématique générale  
Cas d'étude sur HRP2  
Simulations et Expériences  
Conclusion et perspective

---

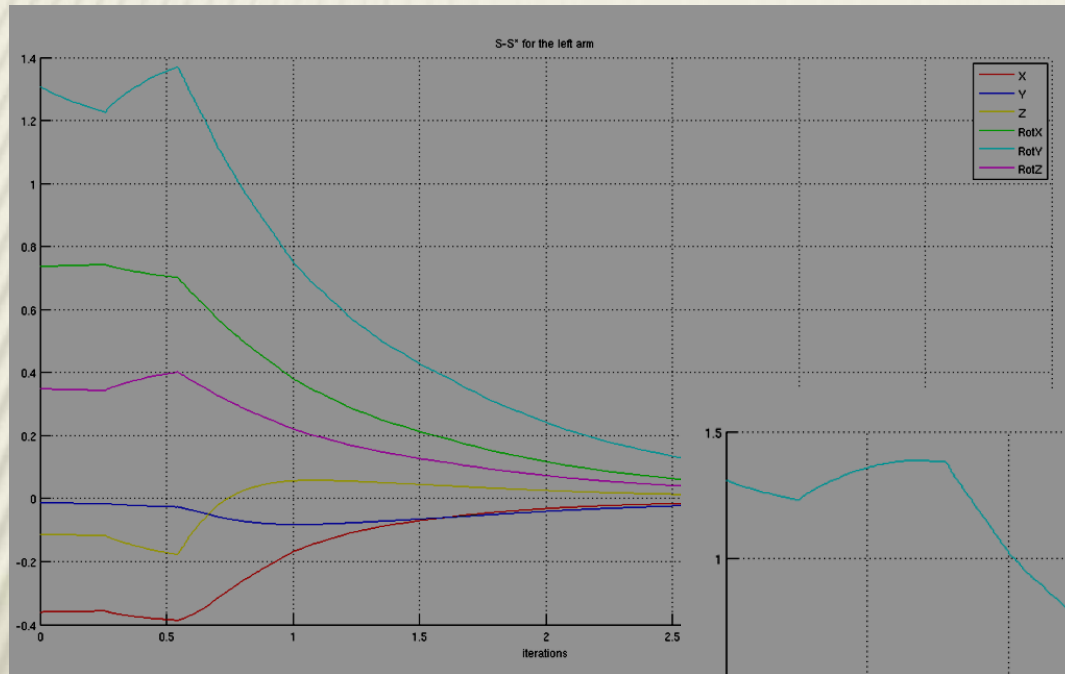
# **SIMULATIONS ET EXPÉRIENCES**



# SIMULATIONS SUR OPENHRP

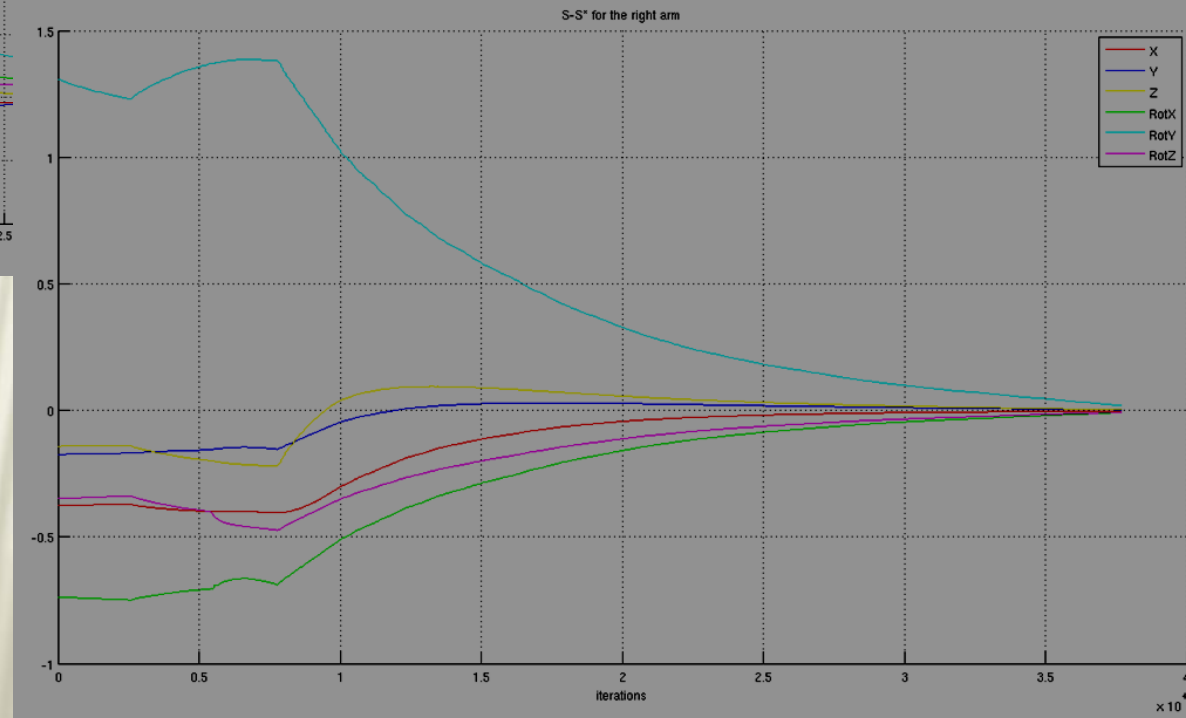


# SIMULATIONS SUR OPENHRP



Evolution de l'erreur en position et orientation du poignet gauche

Evolution de l'erreur en position et orientation du poignet droit



# VIDÉO DE HRP2





---

Contexte et objectifs  
Problématique générale  
Cas d'étude sur HRP2  
Simulations et Expériences  
Conclusion et perspective

---

# CONCLUSION ET PERSPECTIVE

# CONCLUSION ET PERSPECTIVE

---

- × Implémentation sur OpenHRP et application de tâches pour la manipulation d'objets rigides.
- × Ajouter d'autres tâches à SoT
- × Suivi des objets à l'aide d'un tracker 3D développés à l'INRIA en utilisant les outils ViSP.
- × Etendre les tâches au cas des objets articulés (introduction du couplage vision/force)

**MERCI POUR VOTRE  
ATTENTION**