Exploitation des performances d'un robot sériel en vue d'une numérisation

BORDRON Matthias

LURPA, École Normale Supérieure (ENS) Cachan, France

Journée des Jeunes Chercheurs en Robotique
Mardi 07 novembre 2017

Encadrement :

Bruneau Olivier

Mehdi-Souzani Charyar

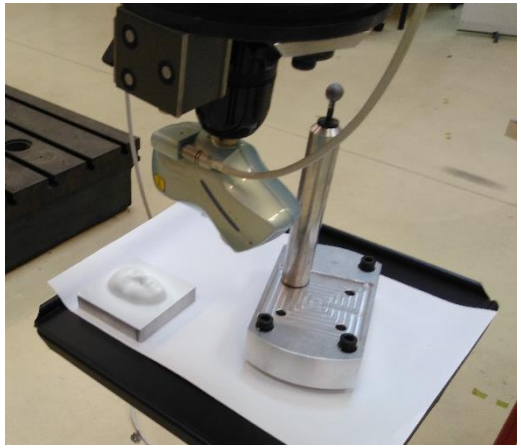
Contexte

Contexte

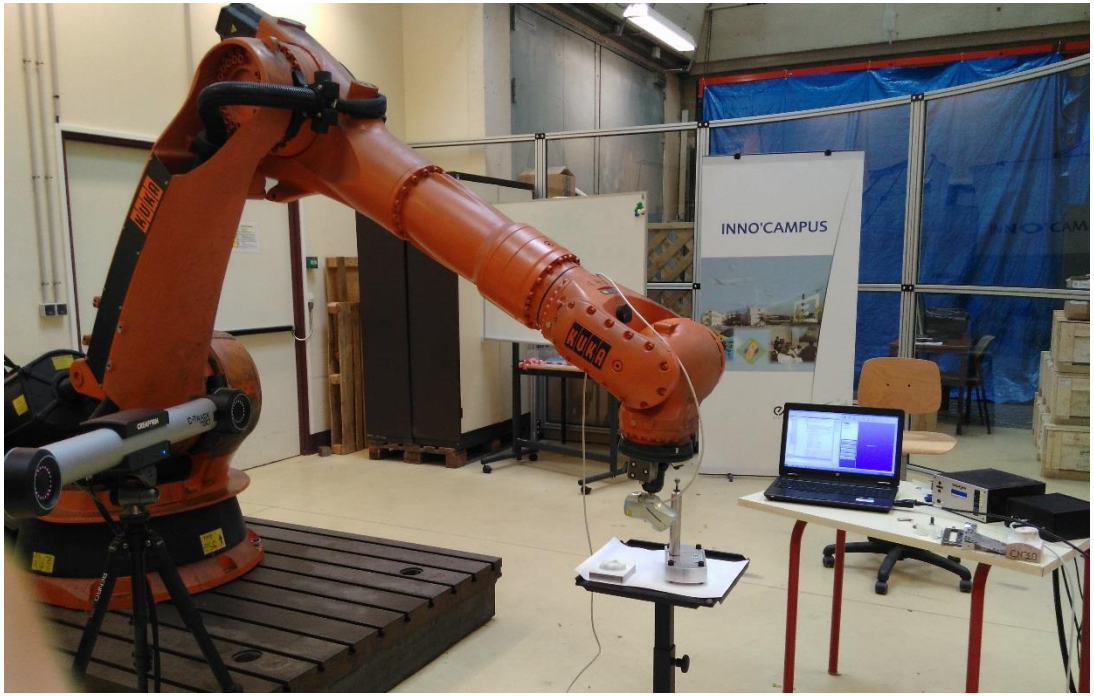
- Réorientation avec 6ddl, grand volume de travail -> accessibilité
- Numérisation de pièces encombrantes ou complexes
- intégration sur chaine de production

Contexte

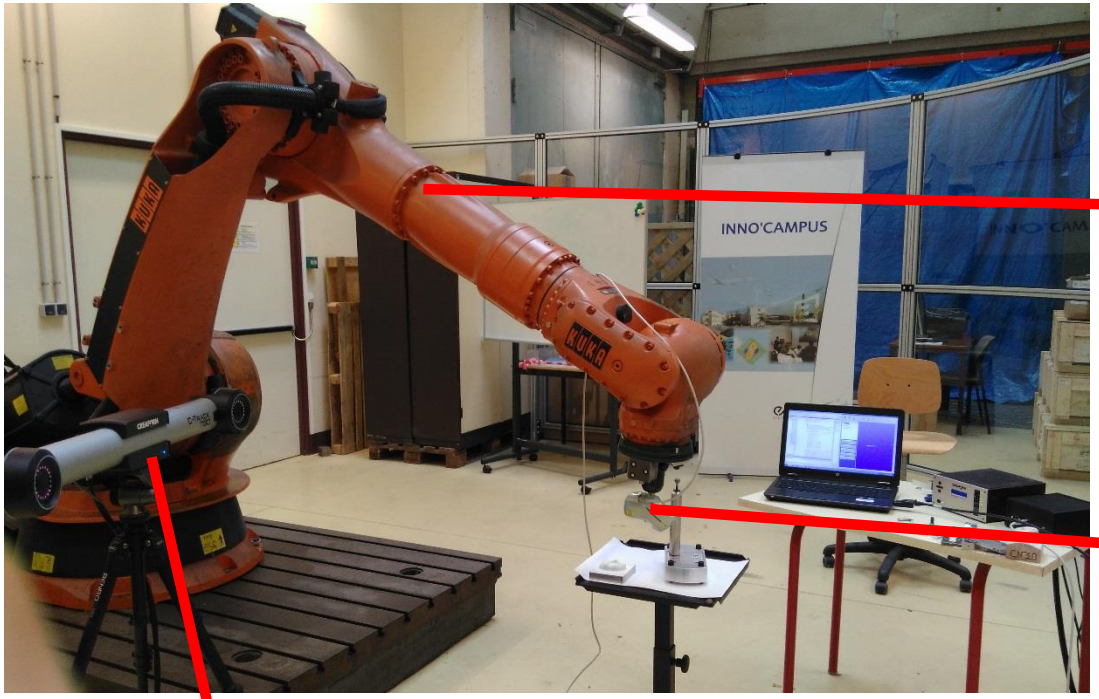
- Réorientation avec 6ddl, grand volume de travail -> accessibilité
- Numérisation de pièces encombrantes ou complexes
- intégration sur chaine de production



Cellule de mesure robotisée



Cellule de mesure robotisée



Kuka
Kr150-L130

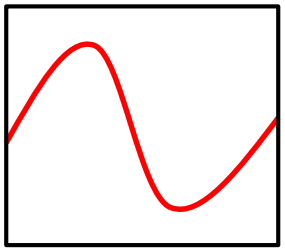
Zéphir KZ25

C-Track

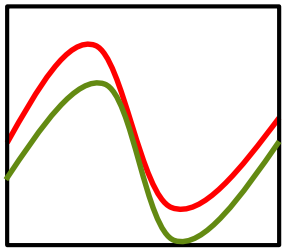
Stratégie de génération de trajectoire

Trajectoire

Stratégie de génération de trajectoire



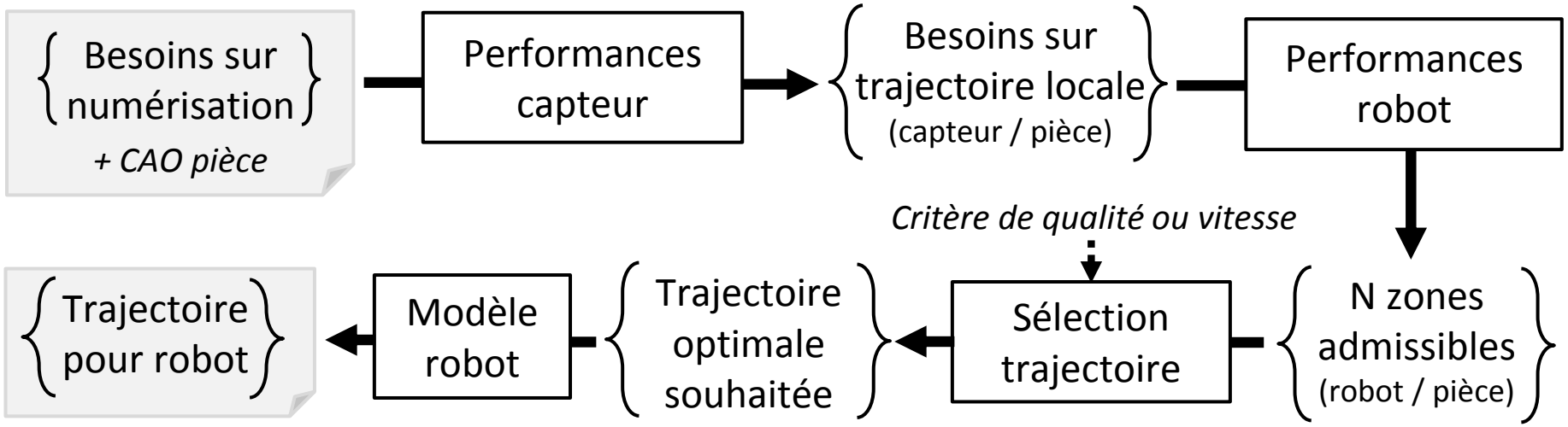
Modèle robot



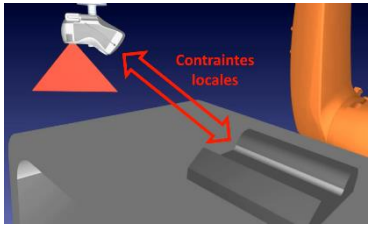
Trajectoire souhaitée

Trajectoire modifiée pour robot

Stratégie de génération de trajectoire



Stratégie de génération de trajectoire



Besoins sur numérisation
+ CAO pièce

→ Performances capteur

→ Besoins sur trajectoire locale (capteur / pièce)

→ Performances robot

→ N zones admissibles (robot / pièce)

Critère de qualité ou vitesse

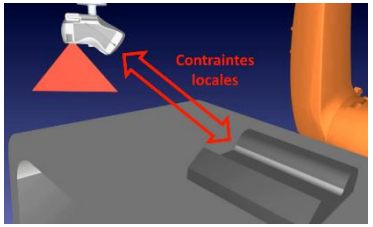
→ Sélection trajectoire

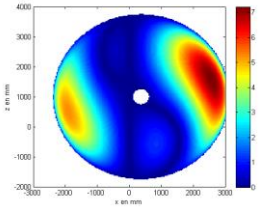
→ Trajectoire optimale souhaitée

→ Modèle robot

→ Trajectoire pour robot

Stratégie de génération de trajectoire





Besoins sur numérisation
+ CAO pièce

→ Performances capteur

→ Besoins sur trajectoire locale (capteur / pièce)

→ Performances robot

→ N zones admissibles (robot / pièce)

Critère de qualité ou vitesse

→ Sélection trajectoire

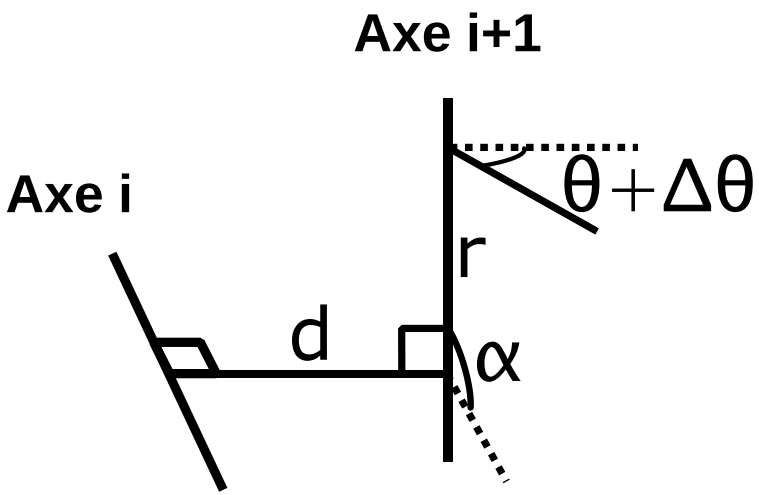
→ Trajectoire optimale souhaitée

→ Modèle robot

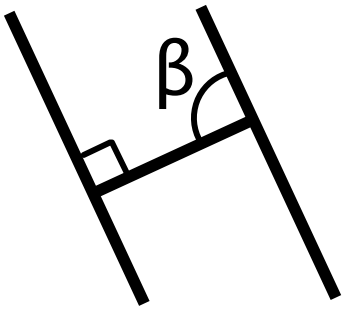
→ Trajectoire pour robot

Modèle élasto-géométrique

- **Partie géométrie : DH modifié**



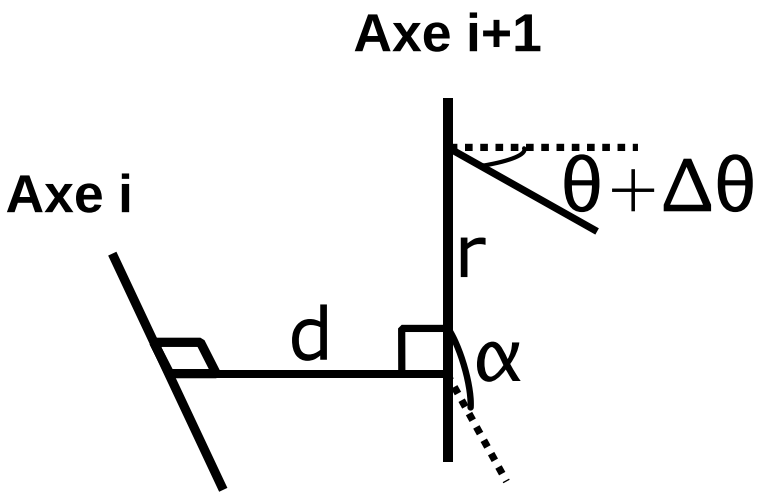
Modélisation entre 2 axes



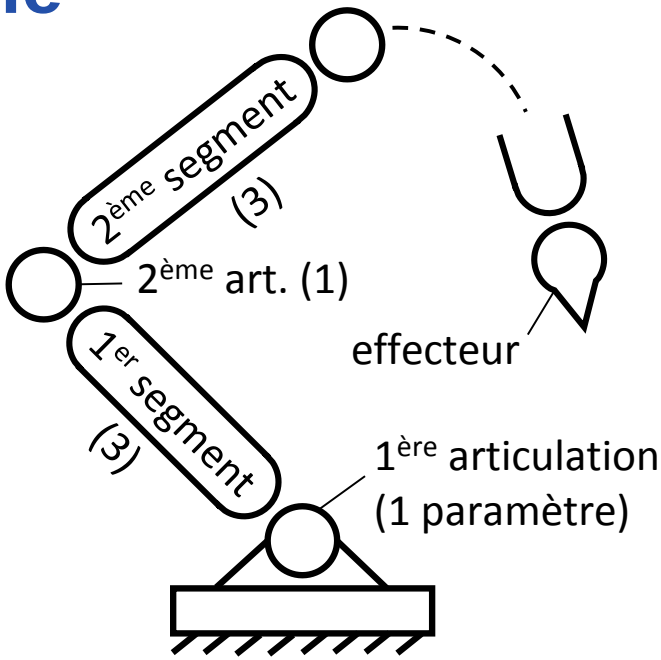
Si axes parallèles, paramètre de Hayati

Modèle élasto-géométrique

- **Partie géométrie : DH modifié**



Modélisation entre 2 axes



Modélisation d'un robot

$$T_{base} \cdot T_{articulation1} \cdot T_{segment1} \cdot T_{articulation2} \cdot T_{segment2} \dots T_{effecteur} = T_{robot}$$

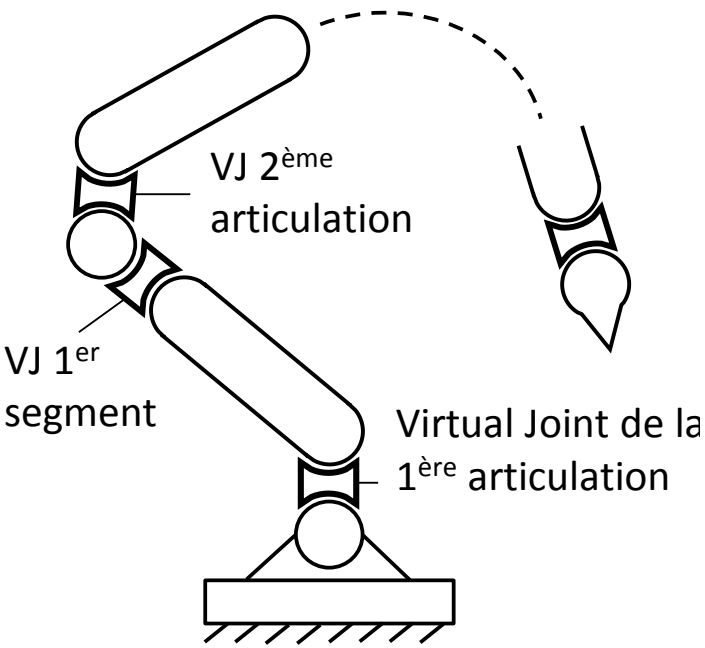
Modèle élasto-géométrique

- **Partie élasticité et jeux : liaisons virtuelles**

6 paramètres pour segment (modèle poutre)

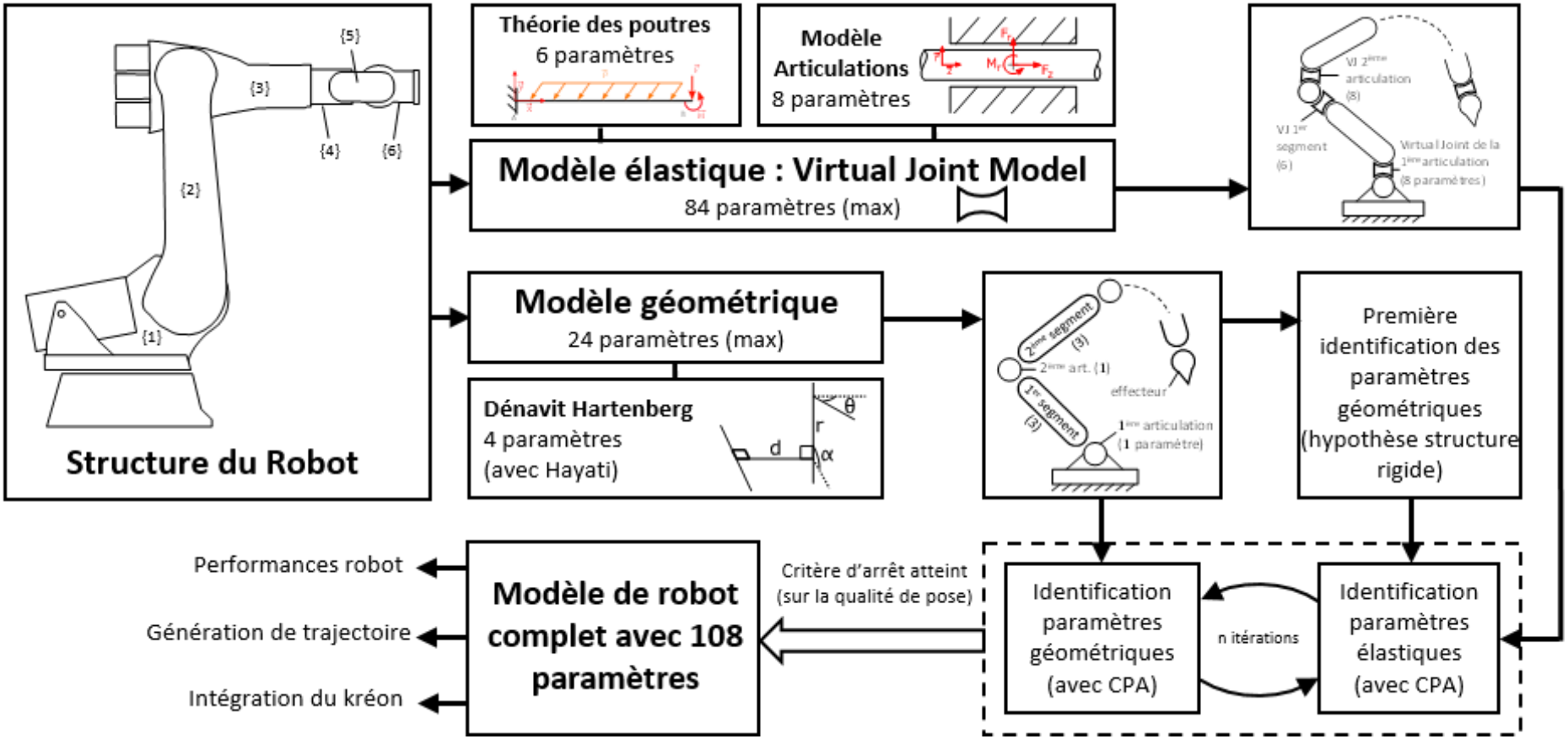
8 paramètres pour articulation (norme ISO 230-1)

$\rightarrow T_{liaisonVirtuelle}$

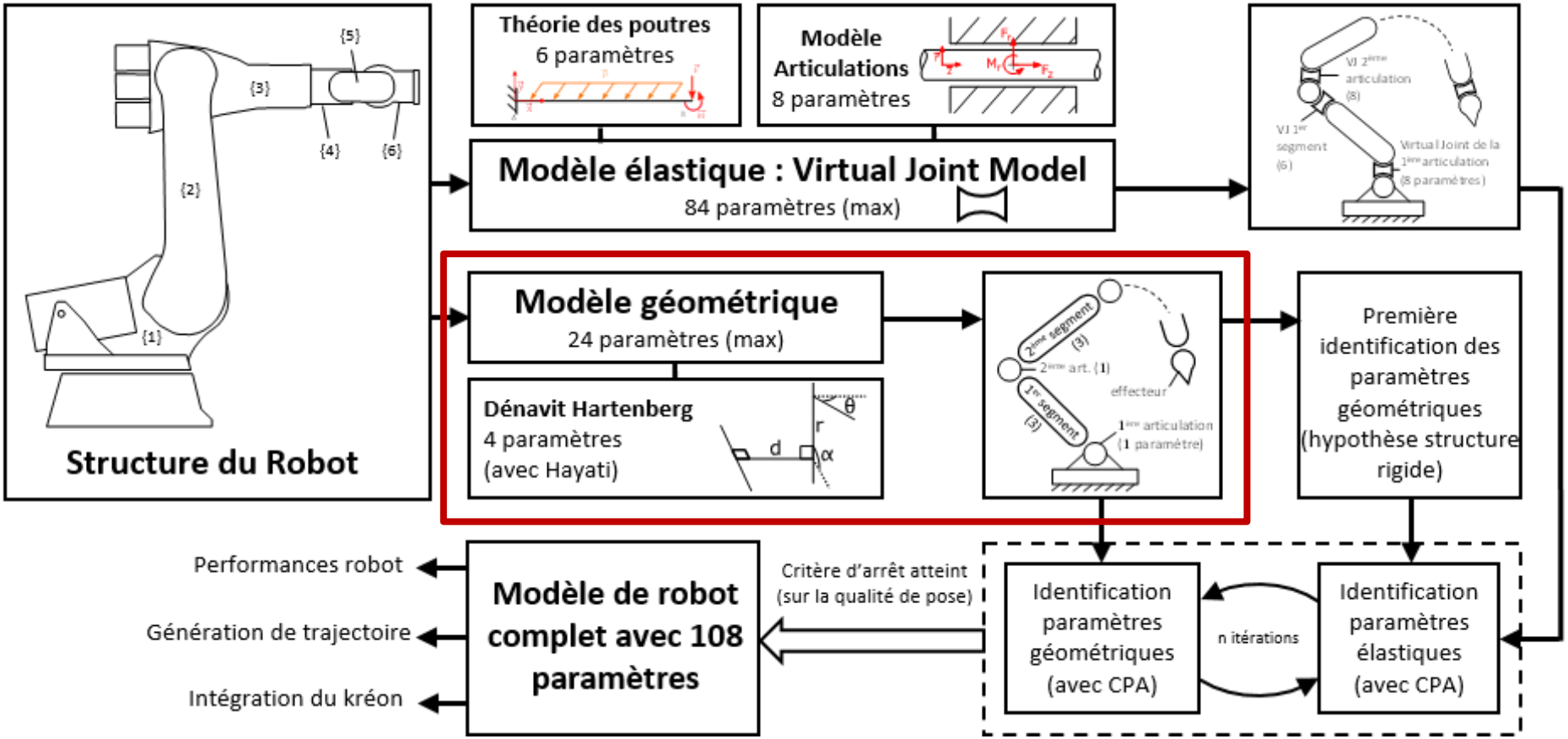


$$T_{base}.T_{articulation1}.T_{artVirtuelle1}.T_{segment1}.T_{segmVirtuel1}.T_{articulation2}.T_{artVirtuelle2}.T_{segment2}\ldots T_{effecteur} = T_{robot}$$

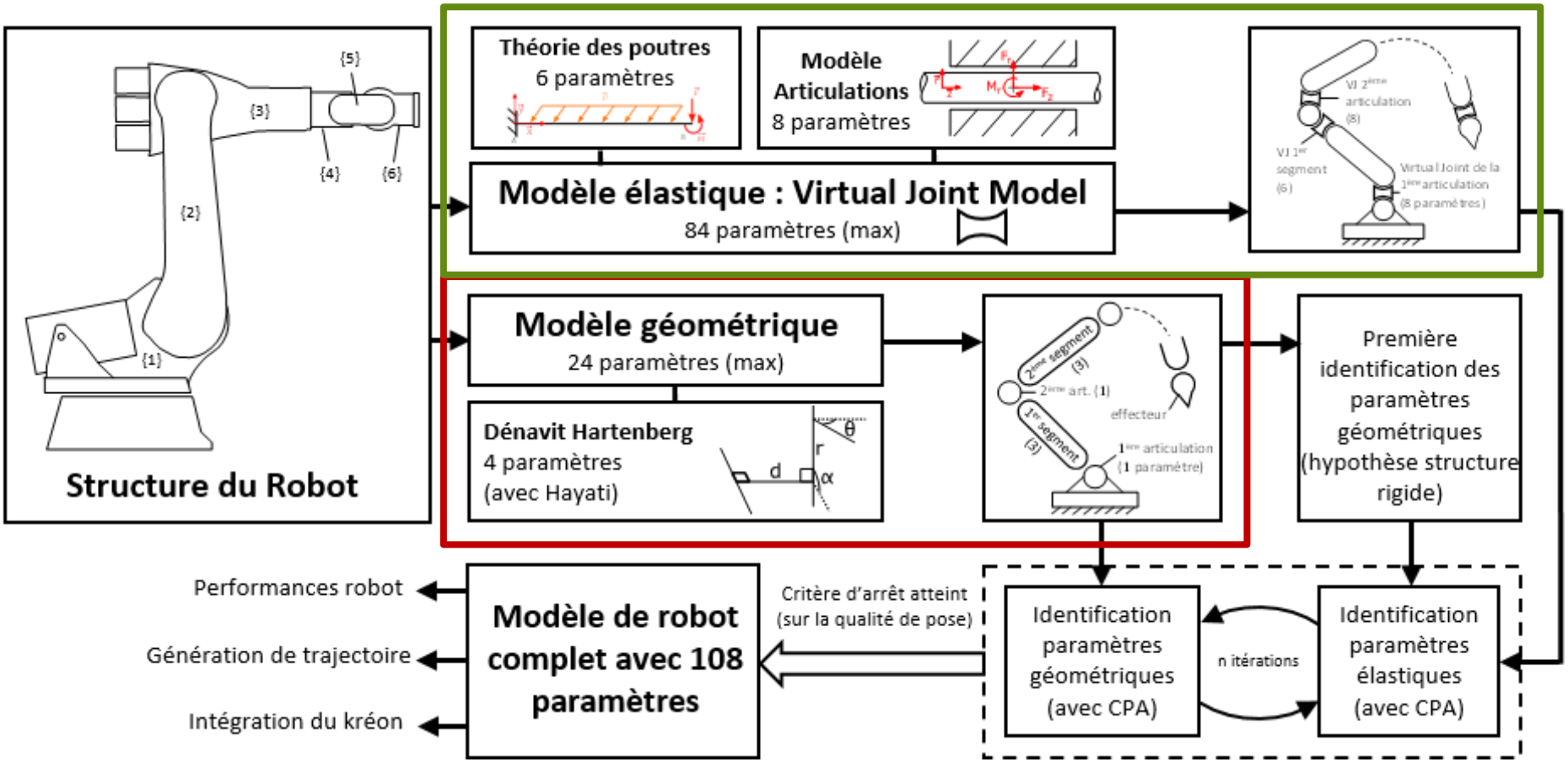
Modélisation et identification



Modélisation et identification

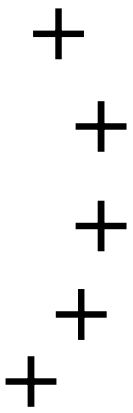


Modélisation et identification



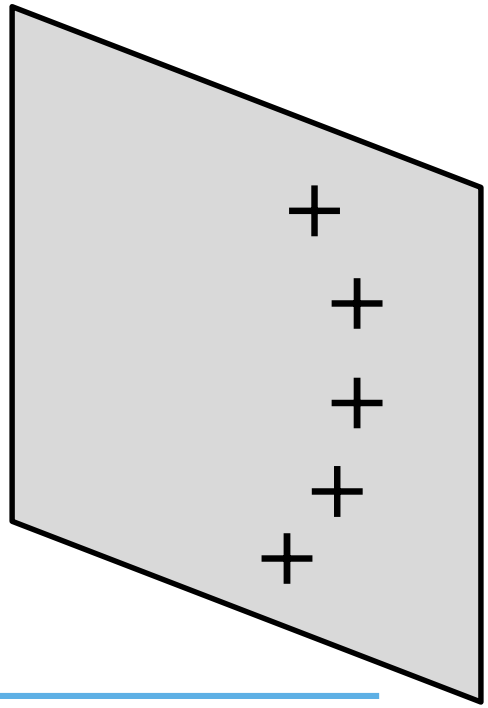
Méthode CPA : Circle Point Analysis

- Cible suivie sur effecteur.
- Méthode axe par axe, identification axe avec arc de cercle.
- Variation d'une masse sur l'effecteur pour les paramètres élastiques



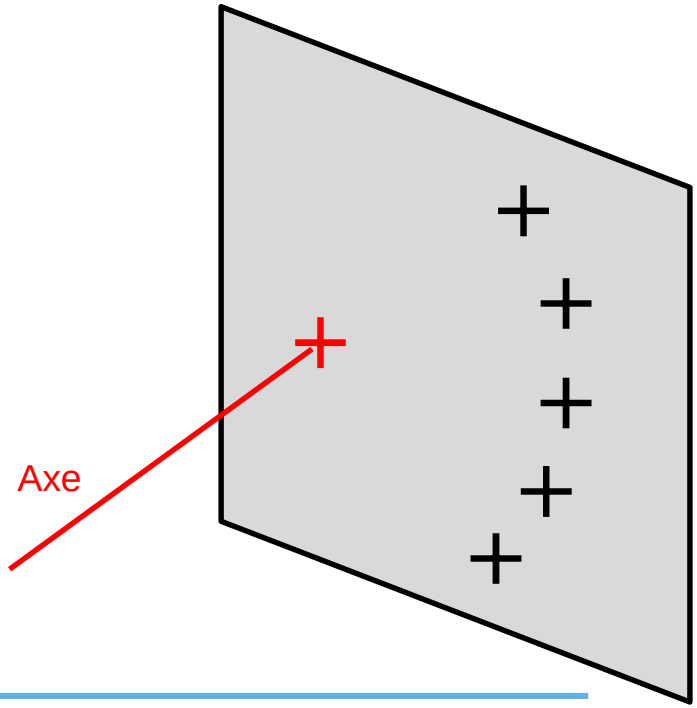
Méthode CPA : Circle Point Analysis

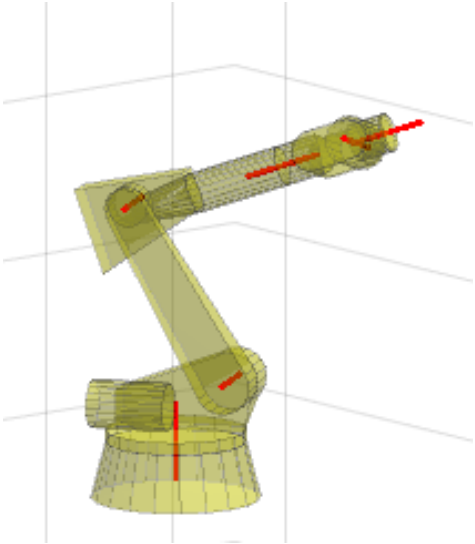
- Cible suivie sur effecteur.
- Méthode axe par axe, identification axe avec arc de cercle.
- Variation d'une masse sur l'effecteur pour les paramètres élastiques



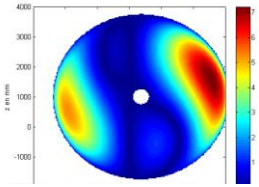
Méthode CPA : Circle Point Analysis

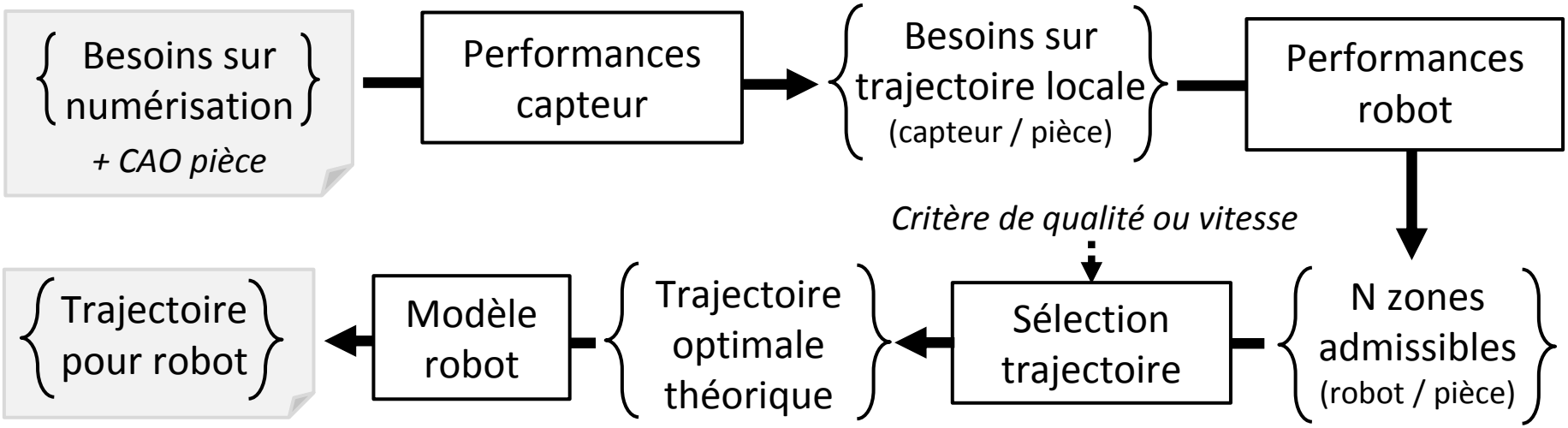
- Cible suivie sur effecteur.
- Méthode axe par axe, identification axe avec arc de cercle.
- Variation d'une masse sur l'effecteur pour les paramètres élastiques





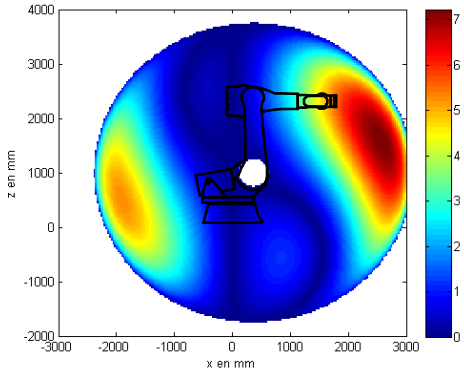
Stratégie de génération de trajectoire

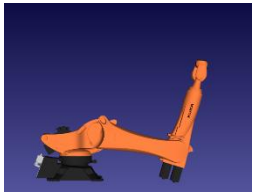


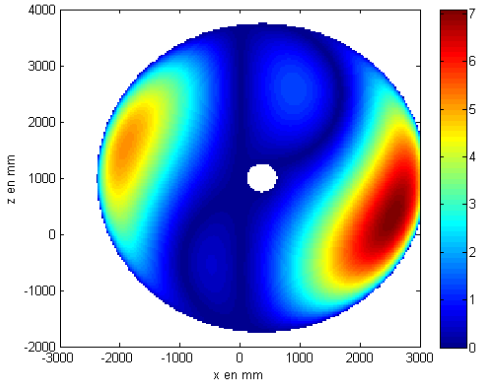


Manipulabilité

□ [Yoshikawa 85] capacité du robot à générer de la vitesse





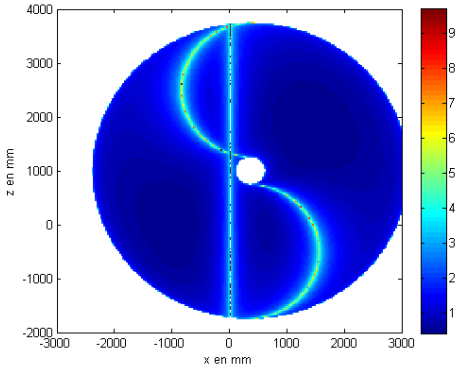


□ Dualité vitesse et résolution

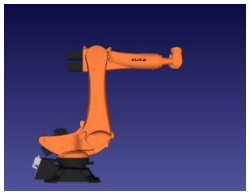
Avantage : mesure rapide (optimisation vitesse pour une résolution donnée)

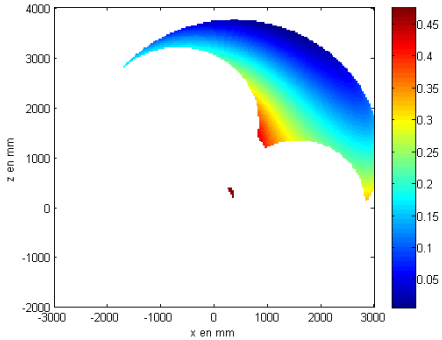
Autres performances spatiales

- Condition Number [Angeles 92]

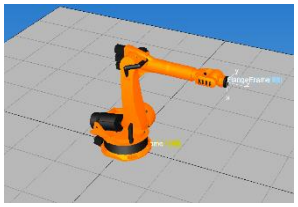


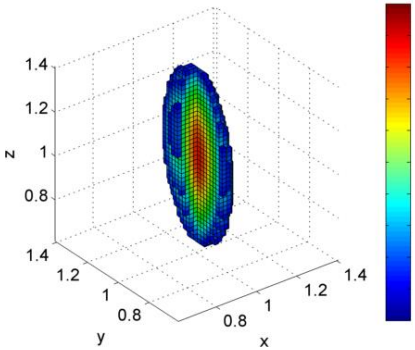
- Disponibilité articulaire [Liegeois 77]

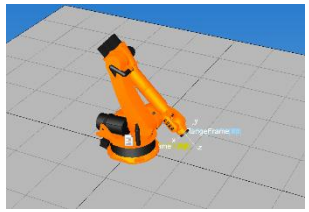


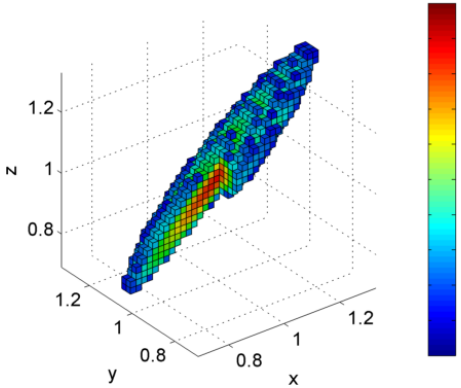


- Modèle de répétabilité (basé sur [Brethé 06])









Conclusion

□ **Modélisation originale du robot :**

- approcher comportement réel du robot

- pour la génération finale de trajectoire et le calcul de certaines performances

□ **Indices de performance :**

- maitriser et exploiter les capacités du robot au maximum

□ **Stratégie de génération de trajectoire :**

- qualité de la trajectoire connue

- numérisation 6ddl pièce large ou complexe

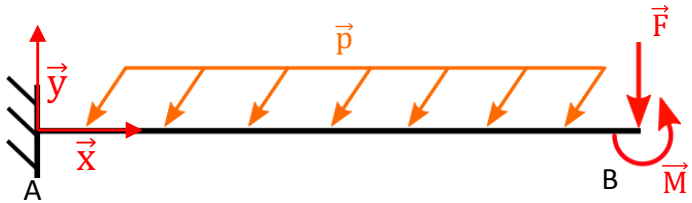
Merci pour votre attention

Annexe : modélisation segments

3 paramètres géométriques tirés de la modélisation DH modifiée : d, r, α

5 paramètres élastiques tirés de la théorie des poutres : $K_t, K_h, K_{fy}, K_{fz}, K_c$

Masse du segment m



$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ u \\ v \\ w \end{bmatrix}_{segVirt} = K_{seg}.[F_x \quad F_y \quad F_z \quad M_x \quad M_y \quad M_z \quad p_x \quad p_y \quad p_z]^T \longrightarrow T_{segmVirtuel}$$

Annexe : modélisation articulations

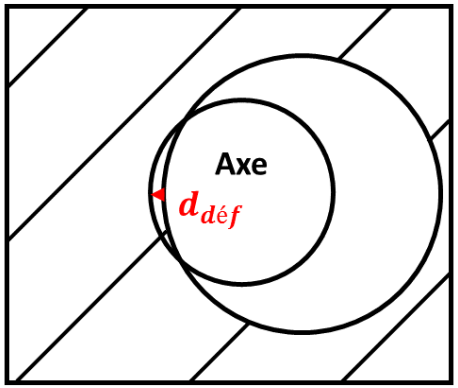
1 paramètre géométrique : Δθ

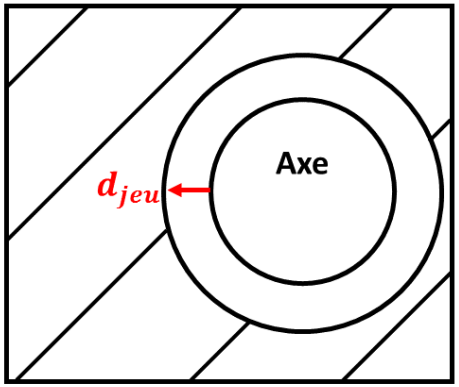
Coordonnées articulaire : θ

4 erreurs différentes : erreur de mouvement radial dr, erreur de mouvement axial dx, erreur de mouvement d'inclinaison δr, erreur de positionnement angulaire δx

Suivant ces 4 erreurs : déformation élastique et jeu

$$erreur = signe(\mathrm{F}).d_{jeu} + \mathrm{F}.d_{déf}$$

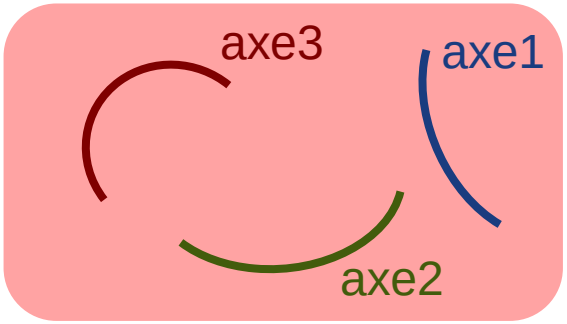




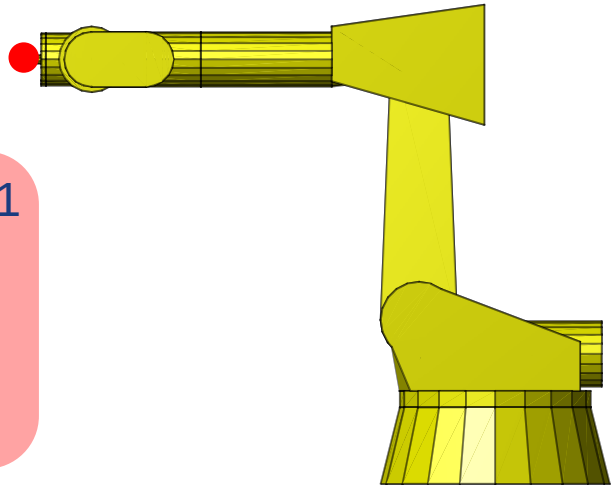
Annexe : méthodes d'identification locale

Position de l'effecteur dans une scène limitée (Ctrack immobile)

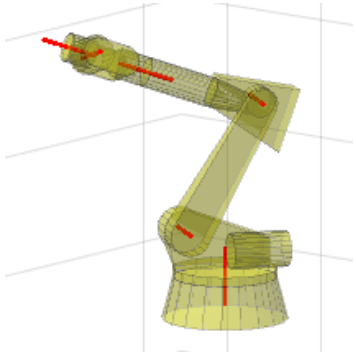
CTrack

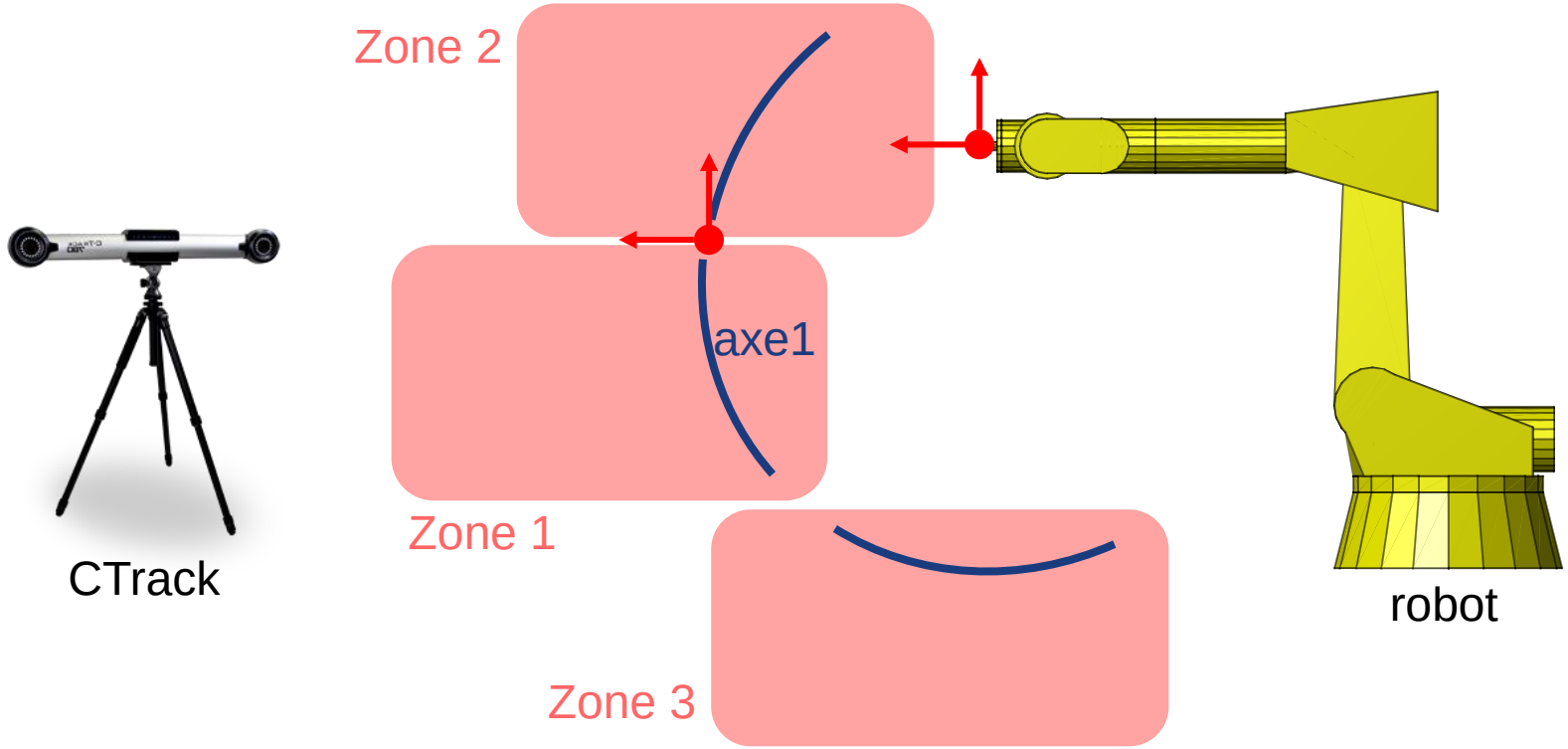


Zone visible



robot



Annexe : méthodes d'identification globale

Position et orientation de l'effecteur dans des scènes (Ctrack mobile)