



Université
Fédérale

Toulouse
Midi-Pyrénées

Planification interactive de mouvement au contact



NASSIME BLIN

EDSYS

INP TOULOUSE

MICHEL TAÏX – LAAS-CNRS UPS

PHILIPPE FILLATREAU – LGP-ENIT

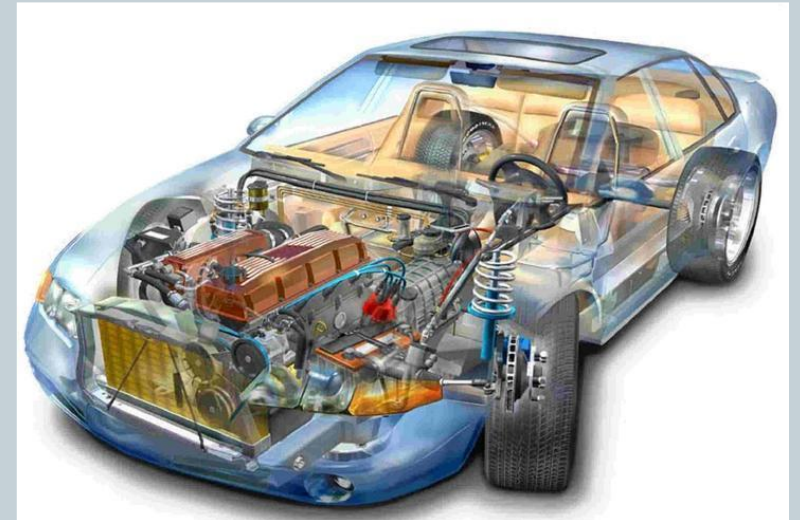
JEAN-YVES FOURQUET – LGP-ENIT

FINANCEMENT COMUE

Problématique industrielle

2

- Planification de mouvement utilisée pour l'assemblage, désassemblage, maintenance
- Prototypage pour l'industrie : automatisatisation, réduction des coûts



Planification de mouvement

3

- Déplacer un objet d'un point de départ à un point d'arrivée en évitant les obstacles
- Algorithmes déterministes
- Méthodes probabilistes
- Planification interactive



Contribution 1

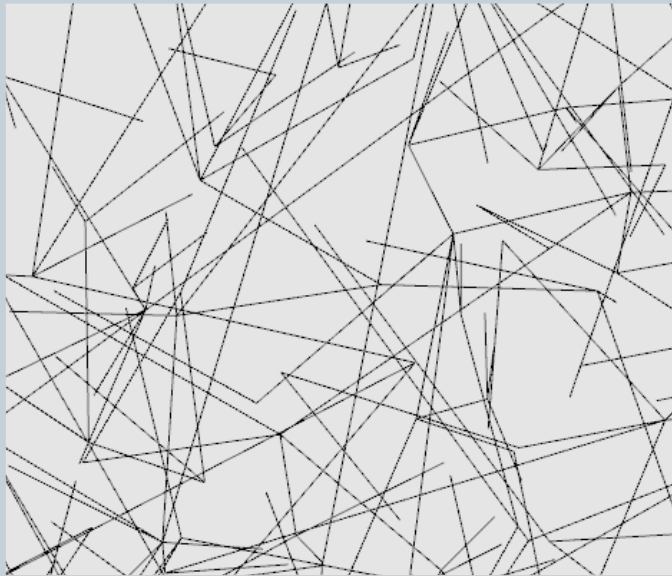
4

Planification interactive :

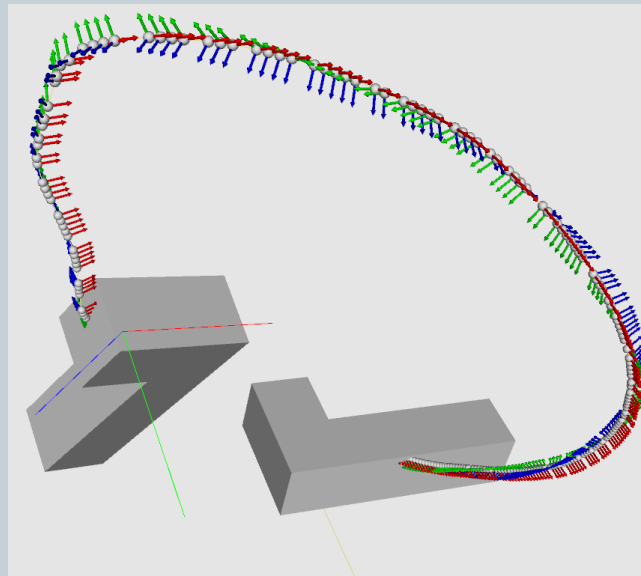
- Compétences de l'humain et compétences de la machine utilisées conjointement
- Partage du temps de recherche entre l'Homme et la machine
- Algorithme I-RRT

Planification Interactive

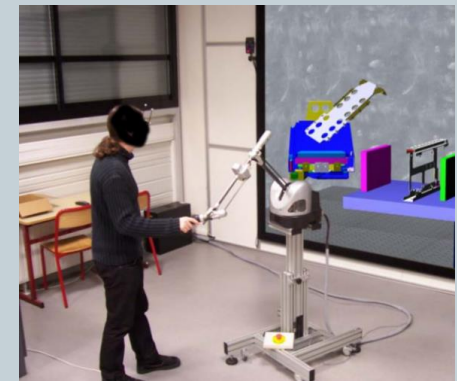
5



Roadmap RRT



Interaction



Périphérique

Algorithme interactif

6

Algorithm Interactive Motion Planning

```
1: loop  
2:   a  $\leftarrow$  rand(0, 1)  
3:   if a >  $\alpha$  then  
4:      $q_{current} \leftarrow q_{device}$   
5:     T  $\leftarrow$  AddTree( $q_{current}$ )  
6:   else  
7:      $q_{current} \leftarrow$  RandomShooter()  
8:     T  $\leftarrow$  AddTree( $q_{current}$ )  
9:   end if  
10: end loop
```


Contribution 2

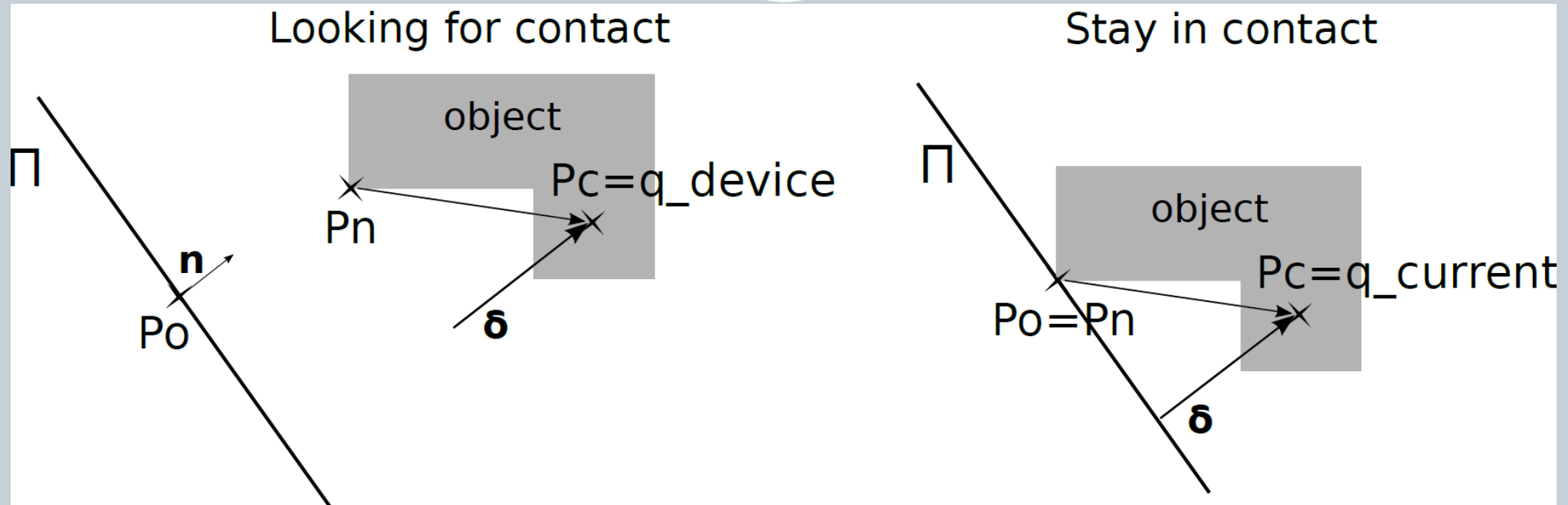
8

Planification au contact :

- Tâches d'insertion
- Tâches de glissement
- Chemins plus rapides
- Algorithme I-RRT-C

Planification au contact

9



- \mathbf{n} la normale à la surface Π
- δ la distance de P_c à P_n selon \mathbf{n}

Contribution 3

10

Planification haptique :

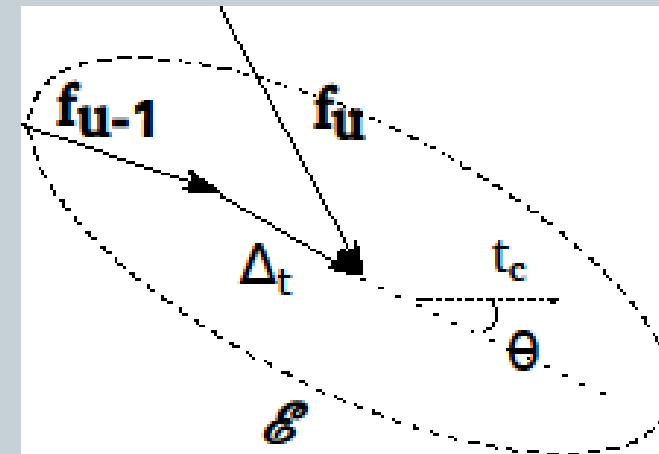
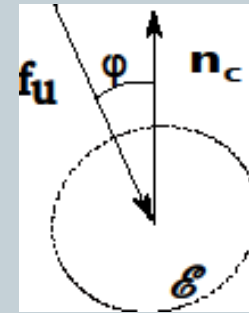
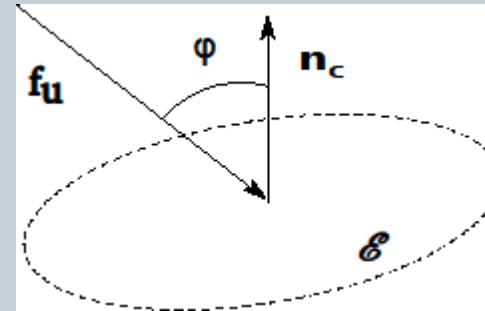
- Retour d'effort : l'utilisateur ressent le contact au travers du bras haptique
- Détection d'intention de l'utilisateur : échantillons au contact générés à l'intérieur d'une ellipse
- Algorithme H-RRT-C

Échantillonnage haptique

11

Algorithm Haptic Sampling

- 1: **loop**
- 2: $f_u \leftarrow \text{HapticArm}$
- 3: $n_c \leftarrow \text{HapticArm}$
- 4: $\Delta_p \leftarrow \text{HapticArm}$
- 5: $\phi = \text{angle}(f_u, n_c)$
- 6: $\theta = \text{angle}(\Delta_p, t_c)$
- 7: $q_{current} \leftarrow \text{ContactShooter}()$
- 8: return $q_{current}$
- 9: **end loop**



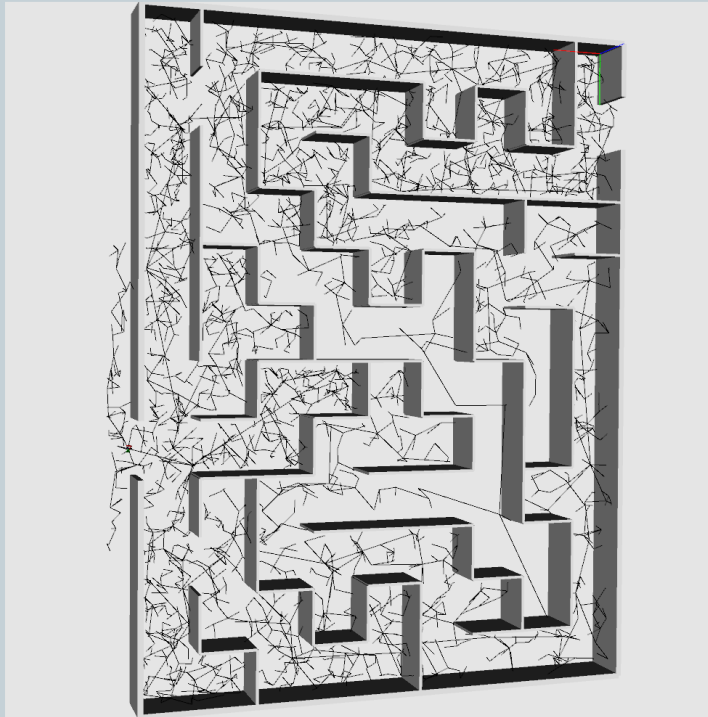
Planification de mouvement au contact haptique

12

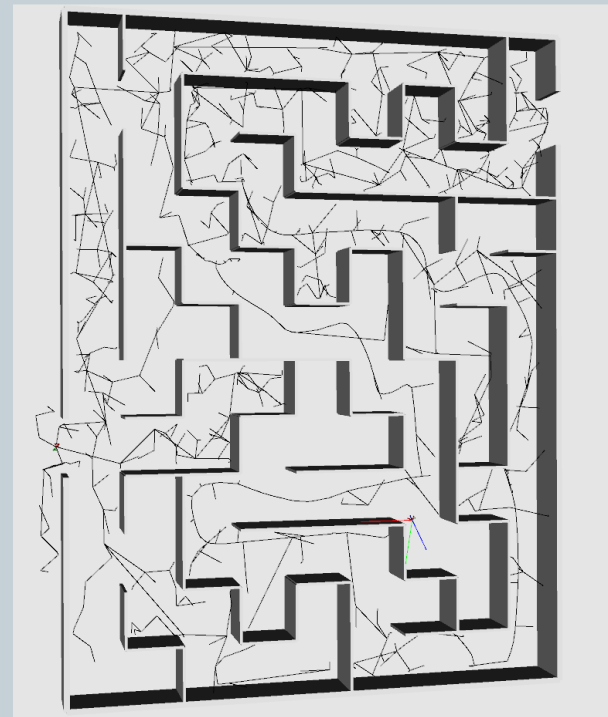
```
1: loop
2:   if contact then
3:      $q_{current} \leftarrow \text{HapticSampling}(\text{HapticArm})$ 
4:      $T \leftarrow \text{AddTree}(q_{current})$ 
5:   else
6:      $a \leftarrow \text{rand}(0, 1)$ 
7:     if  $a > \alpha$  then
8:        $q_{current} \leftarrow \text{RandomShooter}()$ 
9:        $T \leftarrow \text{AddTree}(q_{current})$ 
10:    else
11:       $q_{current} \leftarrow q_{device}$ 
12:       $T \leftarrow \text{AddTree}(q_{current})$ 
13:    end if
14:  end if
15: end loop
```

Exemple 1 : interaction

13



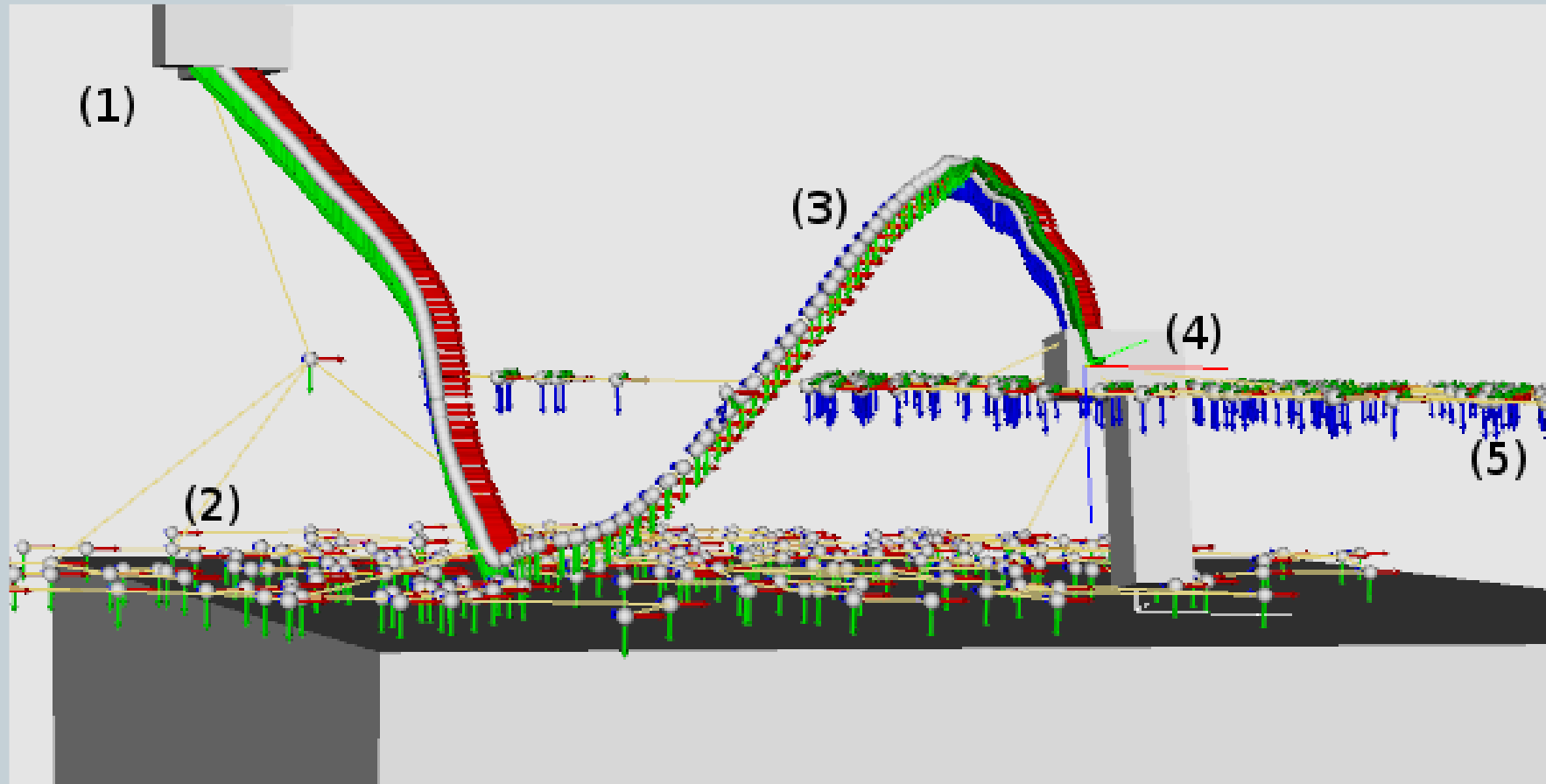
RRT-Connect



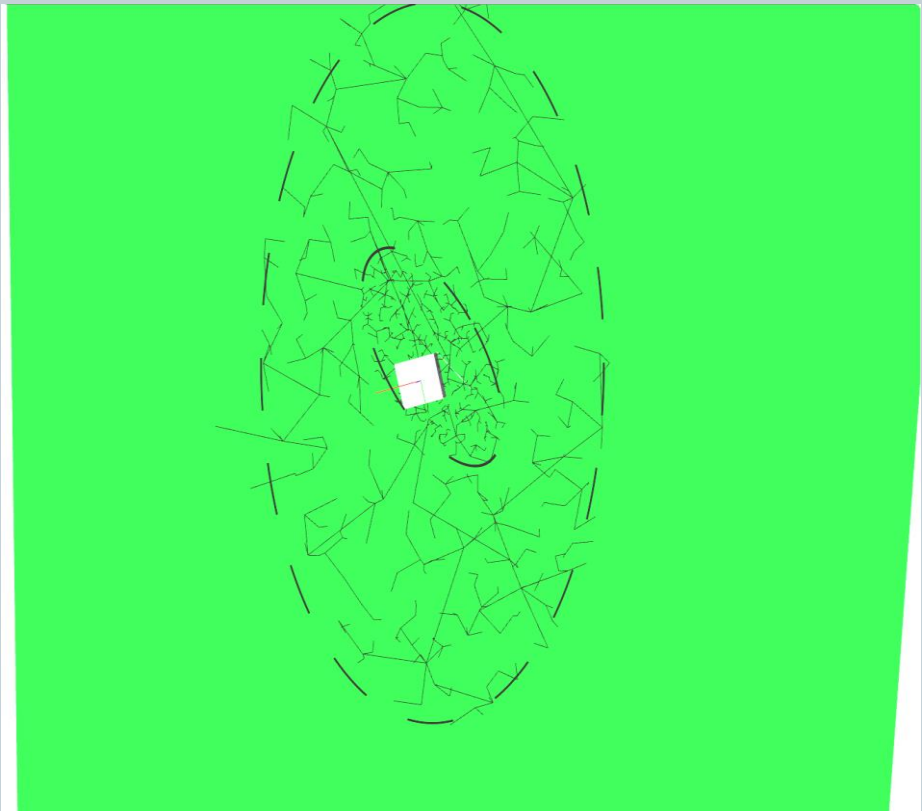
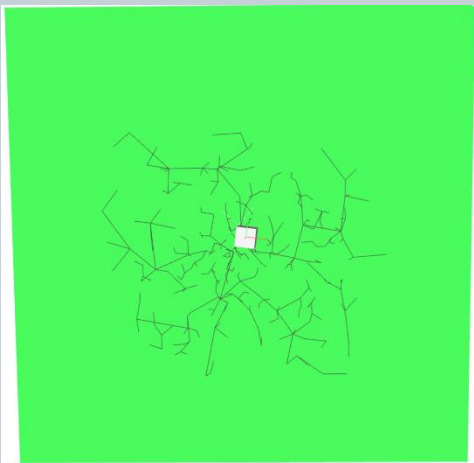
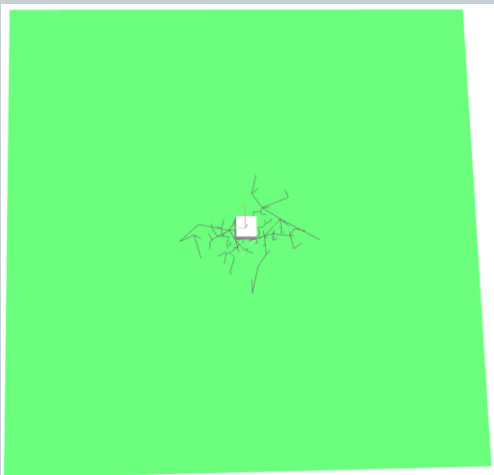
Interactive RRT

Exemple 2 : planification au contact

14

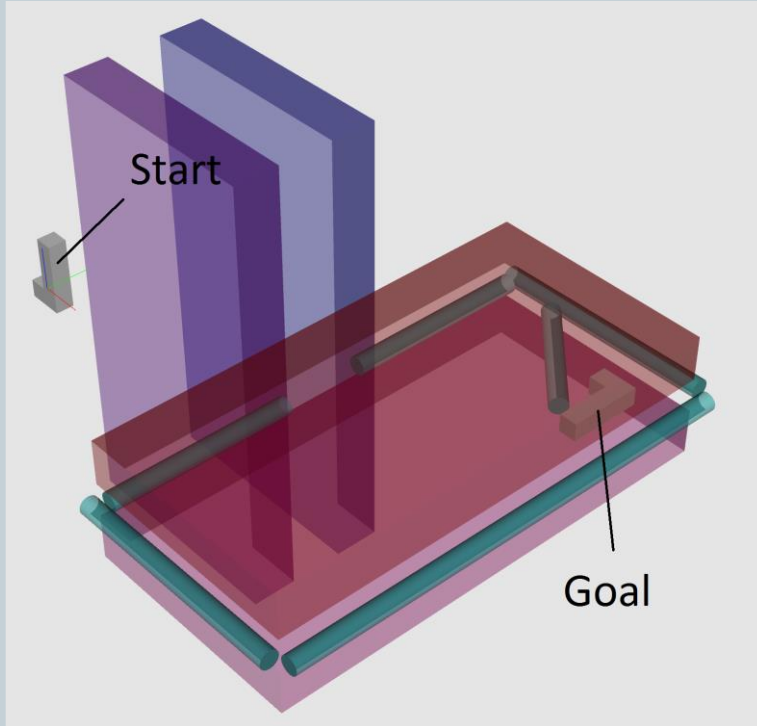


Exemple 3 : échantillonnage haptique

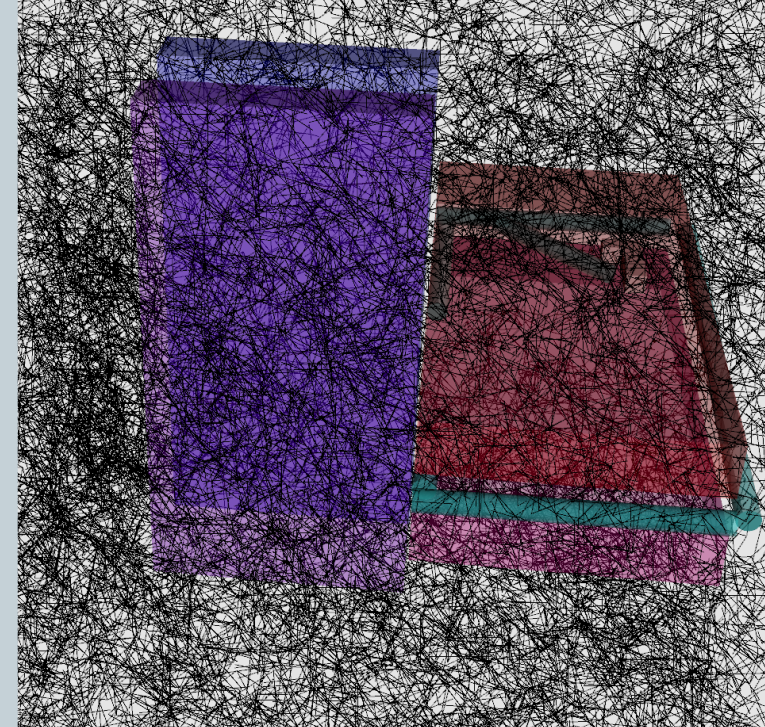


Test : environnement encombré

16



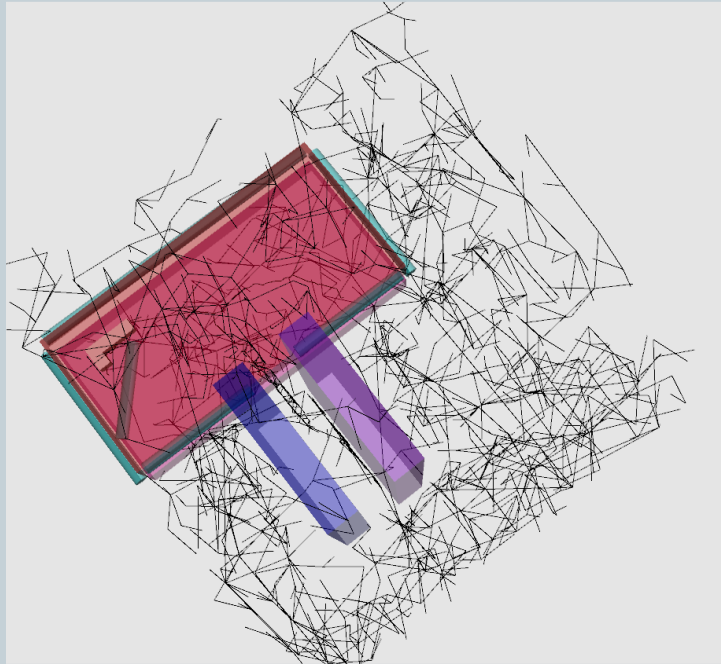
Environment



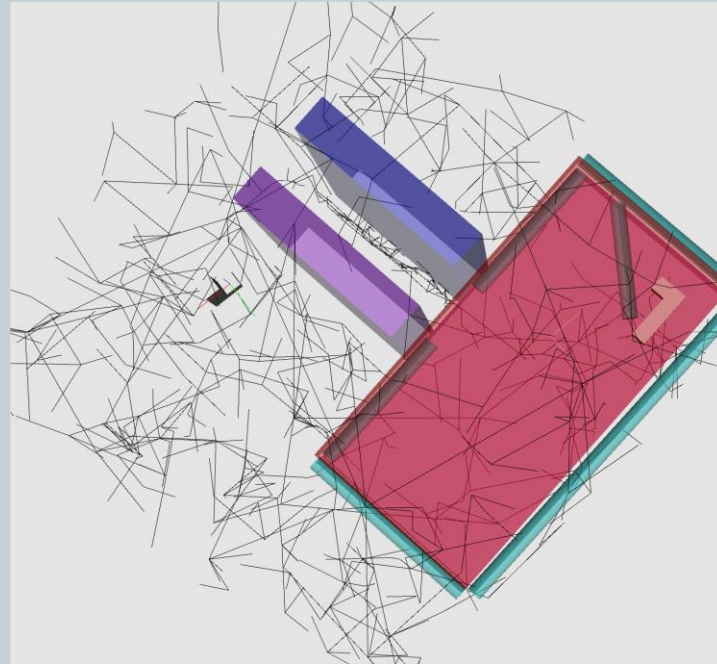
RRT-Connect

Influence d'alpha, I-RRT-C

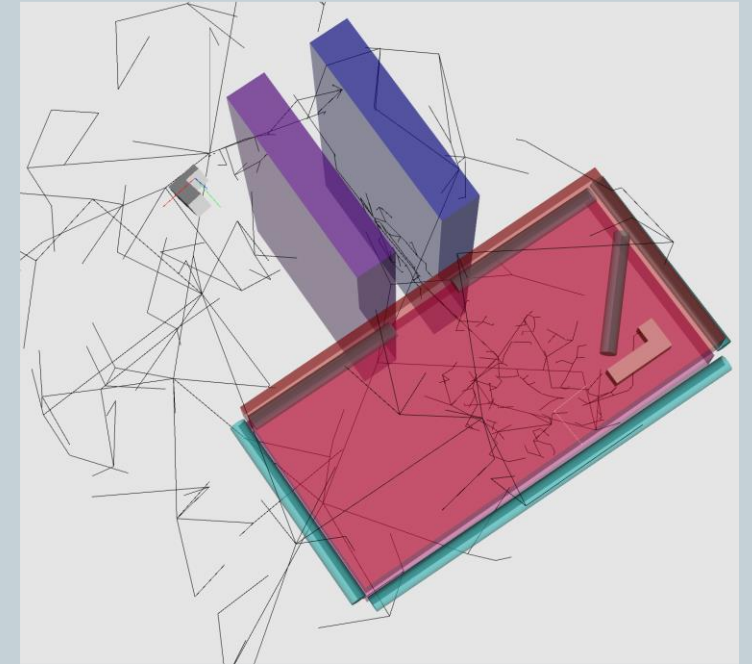
17



$\alpha = 0.8$



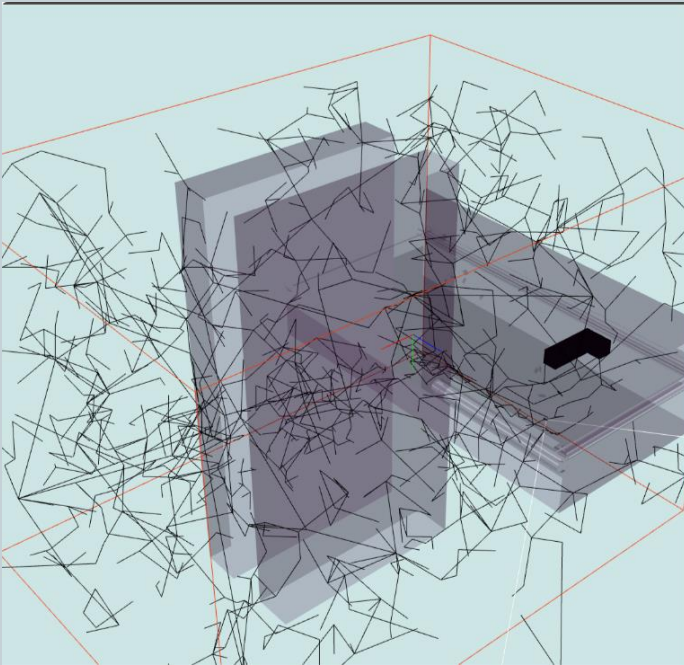
$\alpha = 0.2$



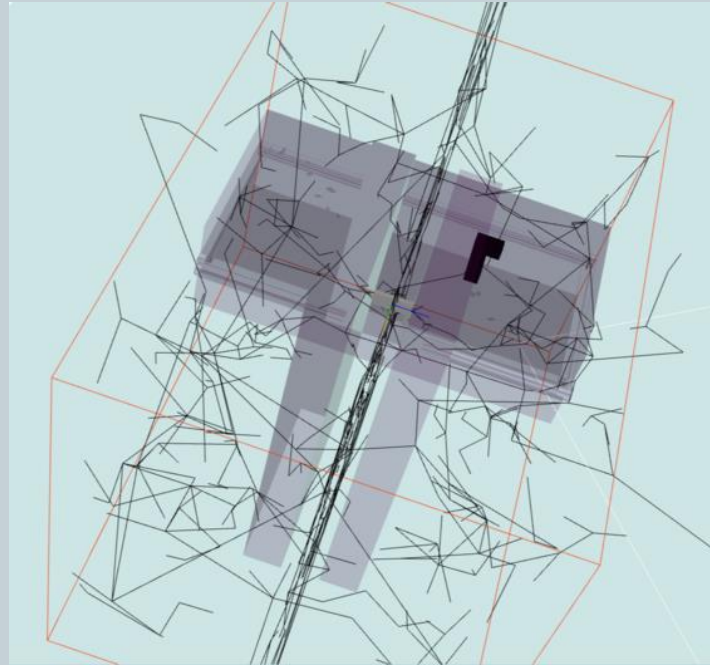
$\alpha = 0.05$

Influence d'alpha, H-RRT-C

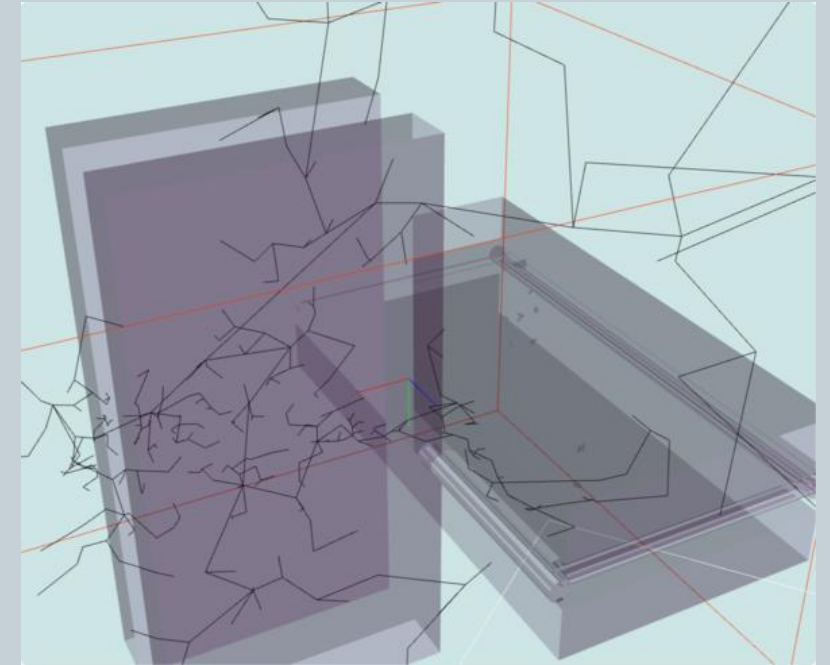
18



$\alpha = 0.9$



$\alpha = 0.1$



$\alpha = 0$ (tout humain)

Difficultés et Perspectives

19

- Pas de difficultés particulières
- Perspectives projet
 - Suivi plans multiples
 - Intégrer la simulation du bras humain
- Perspectives doctorant
 - Cherche un post-doc à l'étranger