

Master 2 Mécanique et SPI
Spécialité Mécatronique
Université Rennes / ENS Rennes

Robin Darleux (en vacances)

Simon Hilt

Gwénolé Trenvouez

Présentation des Unités d'Enseignement

- UE 1 : Mécanique et Productique
- UE 2 : Electronique et Informatique 1
- UE 3 : Mécatronique
- UE 4 : Humanités
- UE 5 : Projet industriel
- UE 6 : Option Electronique et Informatique 2

Présentation des Modules

| Unités d'enseignement | Modules |
|---------------------------------------|---|
| UE 1 : Mécanique et Productique | <ul style="list-style-type: none">● Démarche Conception-Innovation● Maintenance● Qualité● Robotique |
| UE 2 : Electronique et Informatique 1 | <ul style="list-style-type: none">● Contrôle Aide à la décision● Informatique● Acquisition & Traitement de l'information |
| UE 3 : Mécatronique | <ul style="list-style-type: none">● Simulation mécanique & Réalité virtuelle● Micromécatronique● Systèmes mécatroniques et Énergie● Caractérisation à petites échelles |

Présentation des Modules

| Unités d'enseignement | Modules |
|--|--|
| UE 4 : Humanités | <ul style="list-style-type: none">● Anglais● CV/Entretien● RSIP● Eco-gestion-comptabilité● Droit |
| UE 5 : Projet industriel | Robot // 2DDL |
| UE 6 : Option Electronique et Informatique 2 | <ul style="list-style-type: none">● Electronique● Capteur |

Horaires

- 22 à 25 heures de cours dans la semaine en moyenne
- Un quart des heures de cours sont des rappels

⇒ Beaucoup de temps libre pour faire ce qu'il vous plait :

- Projets
- Préparer le/la stage/thèse
- Enseignements
 - Profiter d'un semestre de repos après l'agreg.



Merci de votre attention !



Stage Master 2

Sujet : Commande et couplage d'une interface haptique pour des tâches d'assemblage en réalité virtuelle et comparaison avec le réel.

Lieux : IRISA, équipe MimeTIC

Encadrants : Georges Dumont, Charles Pontonnier

Simon Hilt

Présentation des outils

Une **salle de réalité virtuelle** simule la **présence physique d'un utilisateur** dans un **environnement virtuel** et avec lequel il peut **interagir**.



Figure 1 : Salles de réalité virtuelle (A gauche : Imersia (Beaulieu), A droite : Immermove (Ker Lann))

Présentation des outils

Une **interface haptique** permet de **reconstituer certaines sensations physiques** liées à l'action se déroulant sur un écran à l'aide d'actionneurs permettant un **retour d'effort**. Il sert d'interface entre l'utilisateur et une simulation physique.

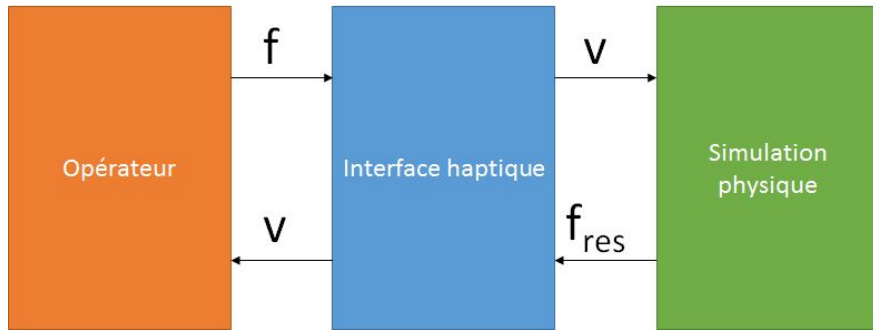


Figure 2 : Interaction Homme/Scène virtuelle à l'aide d'une interface haptique

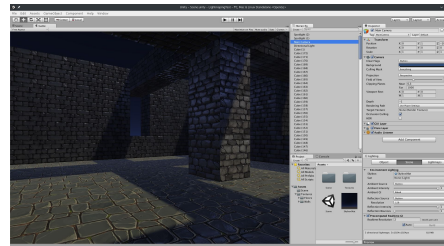


Virtuose 6D

Force max : 70N (30N continu)

Moment max : 5N.m (1.4N.m continu)

Volume accessible : Demi sphère de rayon 75cm



Unity3D

Nombreuses bibliothèques
Scripts via VStudio (C#)

Applications

- Médecine
 - Télé-chirurgie
 - Rééducation

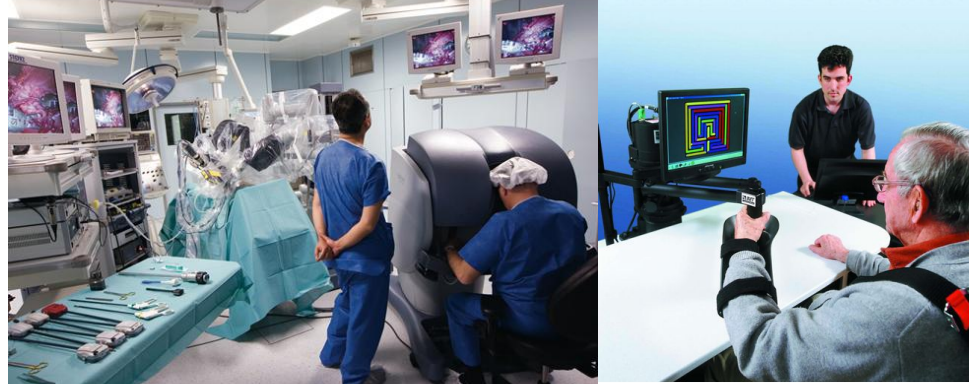


Figure 3 :
Téléchirurgie (à gauche) et
Rééducation
suite à un AVC
(à droite)

- Entraînement



Figure 4 :
Entraînement à
l'injection par
seringue

- Ergonomie
- Autres (Télé-opération, Jeu vidéo, Travail collaboratif ...)

Contexte scientifique

- **2 critères** qualifient l'interaction :
 - la **stabilité**
 - la (bio-)**transparence** (retransmission des efforts sans distorsion, perception des efforts via l'interface haptique similaire à la même tâche en réel)

Années 50-60 : Début des activités de recherche sur la perception tactilo-kinesthésique

Fin des années 90 : Début des activités de recherche sur la stabilité des interfaces haptiques.

Début des années 2000 : Premières interfaces haptiques fonctionnelles

Fin des années 2000 : Début des activités de recherche sur la transparence

Problématiques

Plusieurs facteurs dégradent la transparence et provoquent des instabilités

- Discret (simulation) \Leftrightarrow Continu (interaction humaine)
- Délais de transmission
- Imperfections du capteur de position
- Dérivation numérique
- Fonction de transfert des actionneurs et effets dynamiques

Problématiques

Caractéristiques de la perception tactilo-kinesthésique humaine :

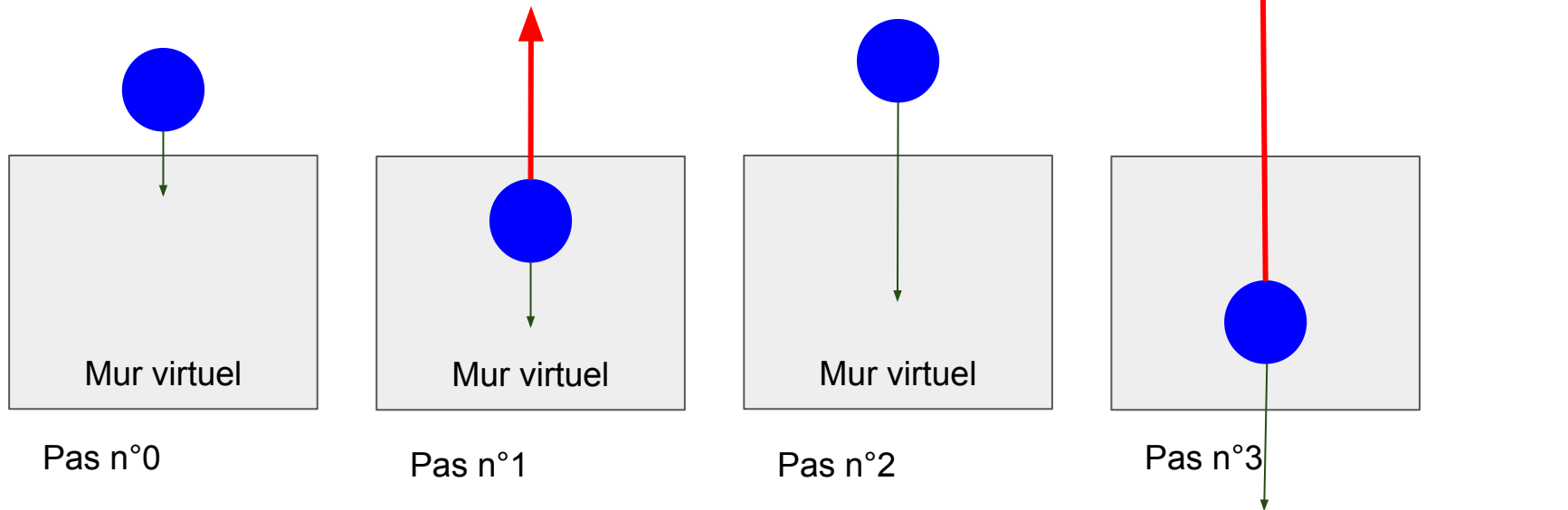
- Perception d'une variation de force : 10 - 300 Hz

- Perception du mouvement : supérieur à 1 Hz

⇒ Temps de calcul de la simulation : inférieur à 1ms (1000Hz)

⇒ Temps de réponse des actionneurs : inférieur à 3ms

Problématiques



Plusieurs méthodes pour assurer la stabilité

- Commande prédictive
- Action corrective

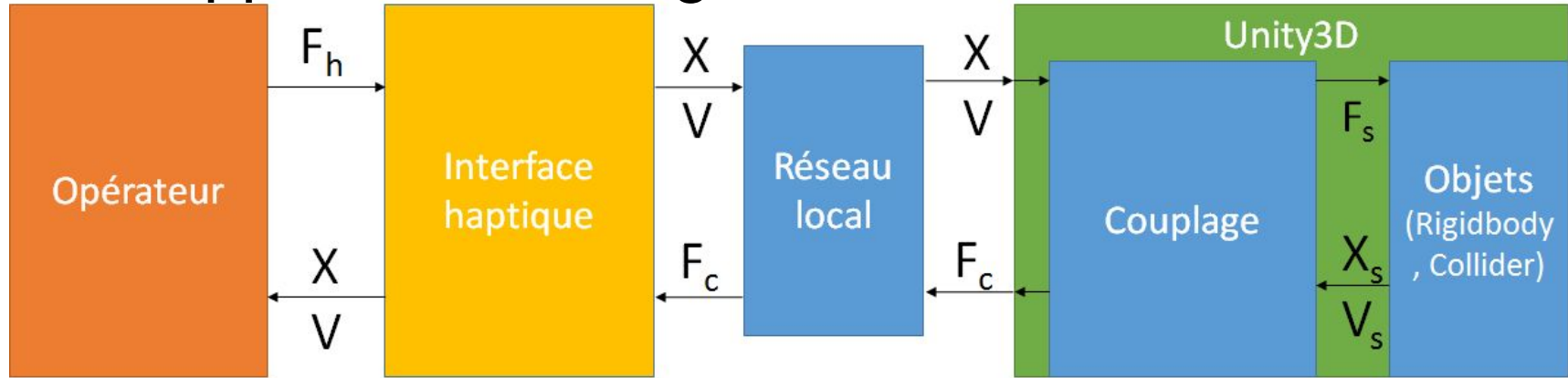


Effort du mur virtuel sur l'objet



Effort de l'utilisateur sur l'objet
(via l'interface haptique)

Développement du stage



Module de couplage

- Filtrage
- Calcule l'effort de commande de l'interface haptique et celui appliqué sur l'objet
- Assure la stabilité du système
- Améliore la transparence du système

Développement du stage

Assurer la stabilité : Le principe est d'assurer la passivité de l'interface haptique, i.e il ne crée pas d'énergie.

- On peut supposer que l'opérateur est un système passif et que la simulation aussi
- On mesure l'énergie virtuelle passant par le port en lien avec la simulation
- Si l'énergie devient positif, on ajoute un effort résistif calculé de façon à ce que l'énergie soit nulle.

Développement du stage

Amélioration de la transparence : Commande prédictive

Principe : Compenser l'effet dynamique en modifiant la commande d'effort en se basant sur un modèle mécanique du bras

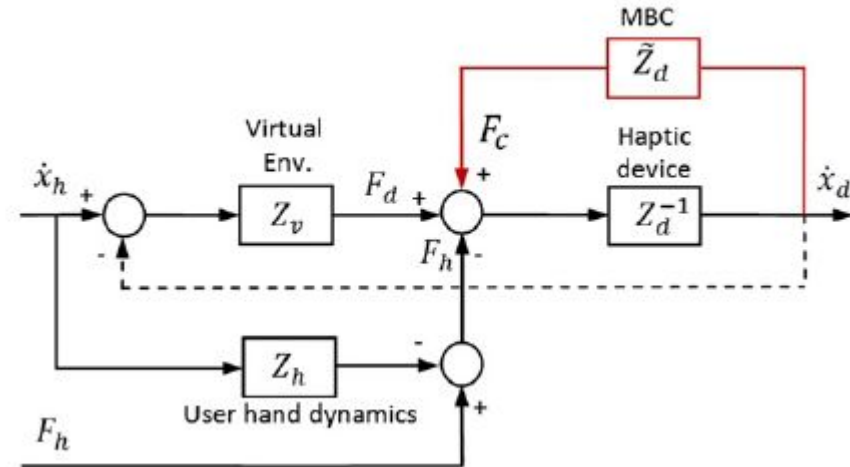
Exemple : 1 DLL

Pour assurer la transparence : $F_h = F_d$

PFD : $m\ddot{x} - \mu\dot{x} = F_d - F_h$

Par conséquent : $F_h = F_d + m\ddot{x} - \mu\dot{x}$

On introduit la compensation : $F_c = -m\ddot{x} + \mu\dot{x}$



Expérimentation

Période et lieu : 19 au 28 juin dans la salle Immermove (M2S, ENS Rennes)

216 Tâches de “pick and place” dans le but d’analyser la transparence et la transparence perçue de l’interface haptique et leur rapport à la tâche d’un point de vue biomécanique.

3 cas d’études :

- Réel
- Virtuel sans module de couplage
- Virtuel avec module de couplage

Données recueillies :

- Activités musculaires (EMG)
- Position et orientation dans l’espace (marqueurs IR)
- Données de l’interface haptique