

Robotique médicale et mécatronique

Laure Esteveny

LSIIT - IRCAD



- LSIIT: ~200 personnes
- ~ 30 personnes travaillant en robotique médicale (Automatique, Vision, Robotique)
- Hébergé à l'IRCAD (Hôpital Civil de Strasbourg)

Projets Principaux

- Stimulation Magnétique Transcrânienne (TMS : Transcranial Magnetic Stimulation)
- Chirurgie à coeur battant
- Radiologie interventionnelle
- Chirurgie endoscopique (NOTES : Natural Orifices Transluminal Endoscopic Surgery)

Stimulation Magnétique Transcrânienne

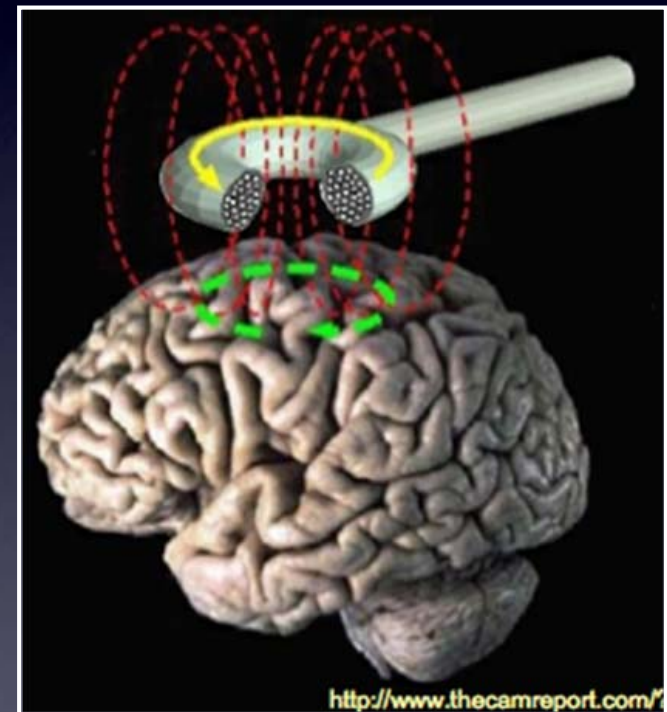
Thèse (2005-2008) : Cyrille Lebossé, Pierre Renaud, Bernard Bayle,
Michel De Mathelin, Olivier Piccin, Édouard Laroche, Jack Foucher

ANR (2009-2010) : Lucile Zorn, Laurent Goffin, Pierre Renaud, Bernard
Bayle

Transfert de technologie (2011) : Axilum Robotics

TMS : Principe

- TMS: Transcranial Magnetic Stimulation
- Création de courants électrique induits par émission d'ondes magnétiques

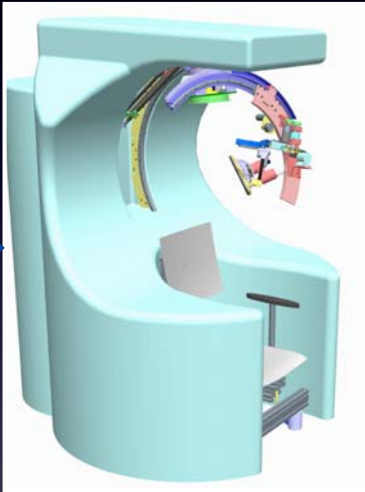
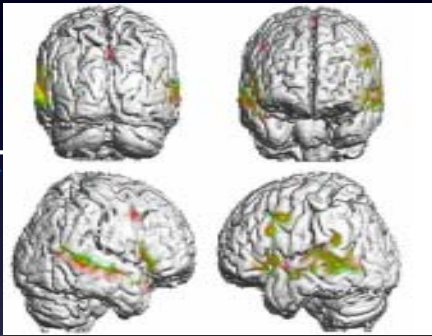
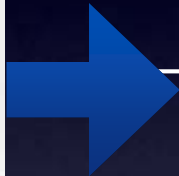


Besoin médical

- Geste manuel
- Précision faible, geste fatiguant
- Évaluation clinique difficile



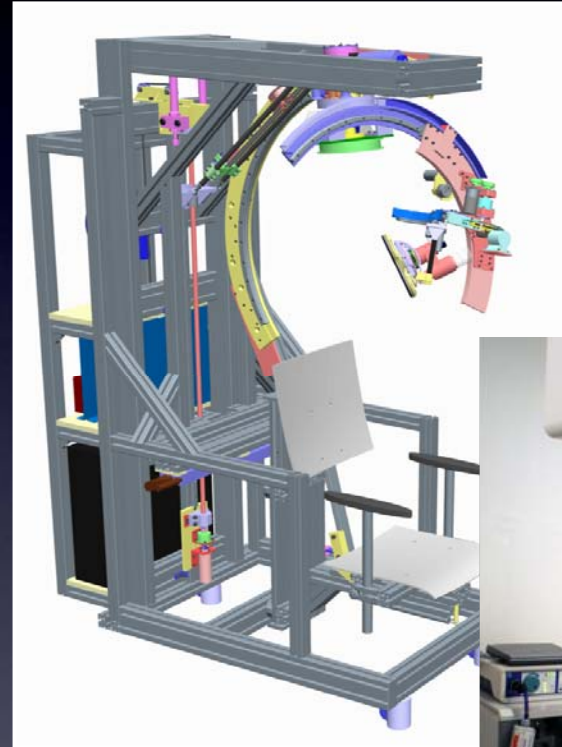
Procédure proposée



- Système robotique associé à un système de planification
- 3 domaines : Imagerie médicale - Robotique médicale - Psychiatrie/Neurologie

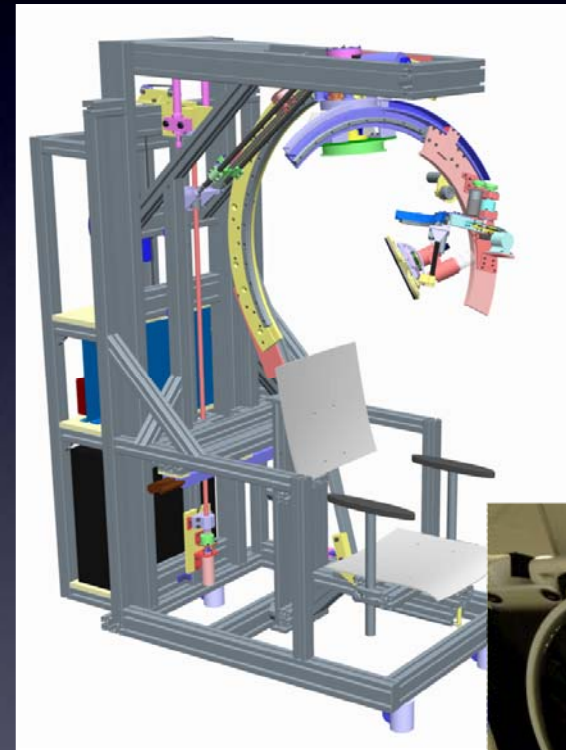
Robot de TMS

- Mécanisme sphérique à 7 degrés de liberté
- Espace de travail optimisé vis-à-vis du besoin médical
- Sécurité prise en compte dès les premières phases de la conception

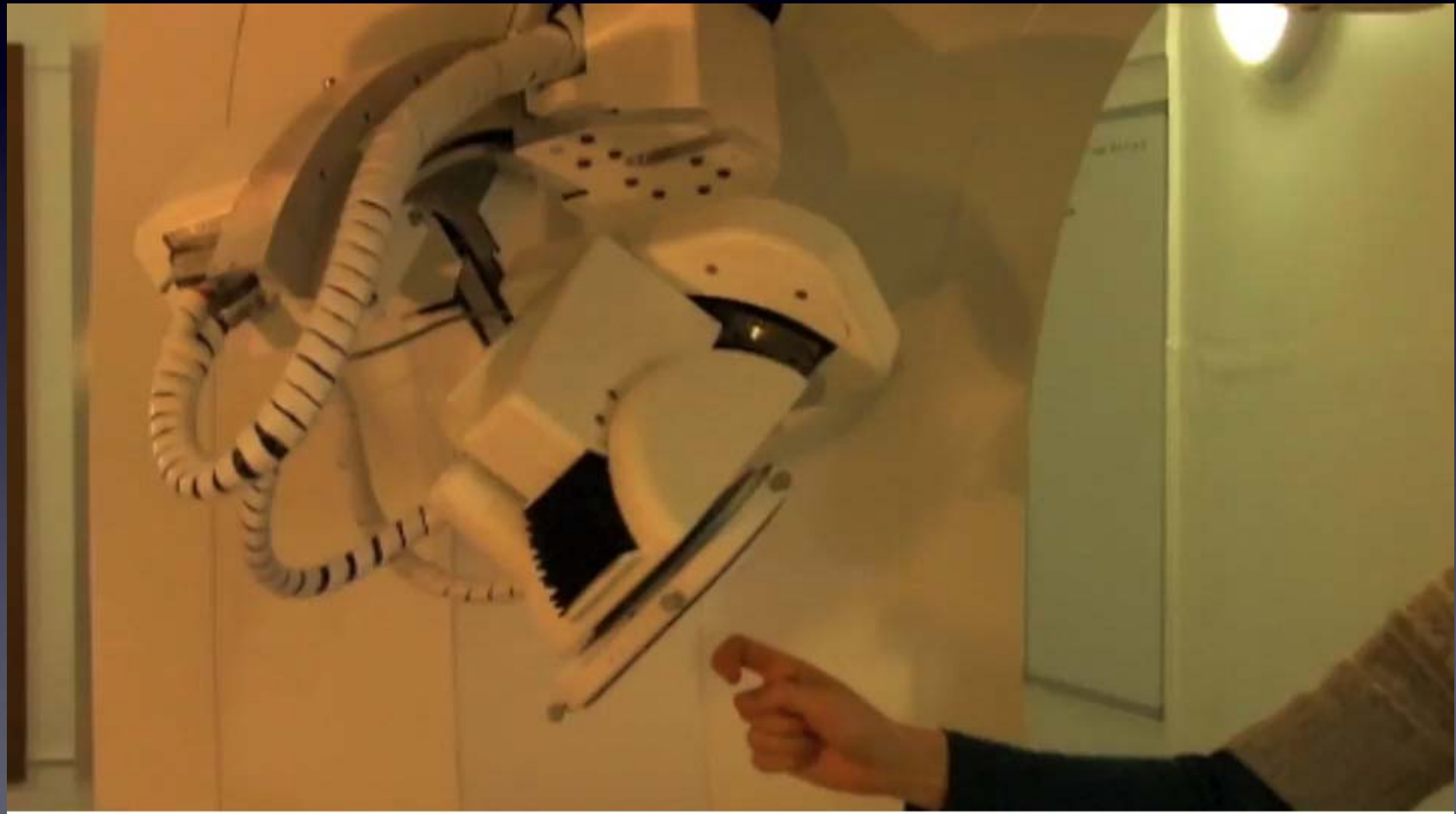


Robot de TMS

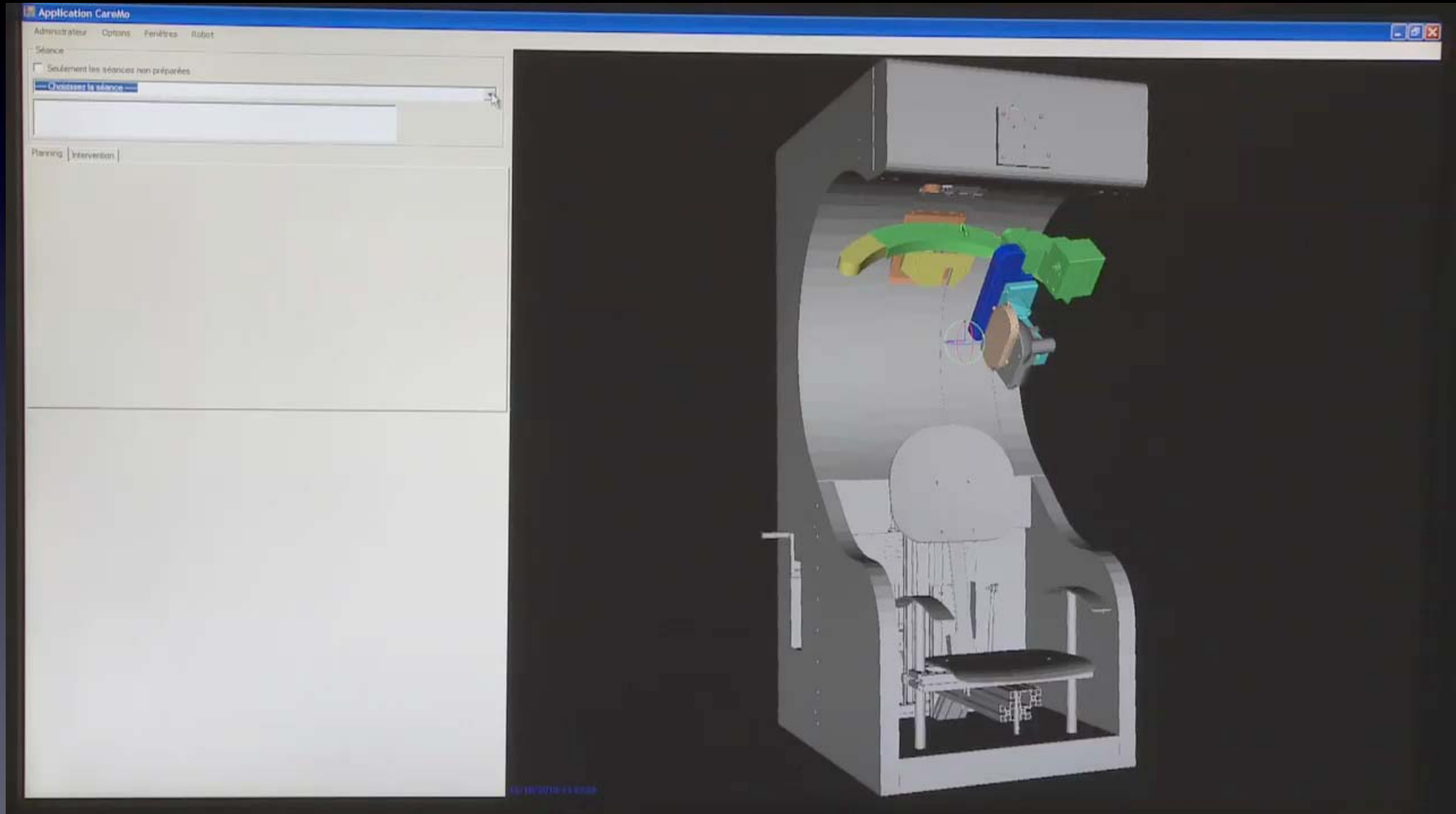
- Compensation des mouvements du patient
- 1 ddl pour commander l'effort de contact
- Utilisation de capteur piezoresistif



Robot de TMS : effort de contact



Robot de TMS



TMS

- Tests sur sujets sains
- Version 2 en cours d'industrialisation
- Création de la société Axilum Robotics

<http://www.axilumrobotics.com/index.php>

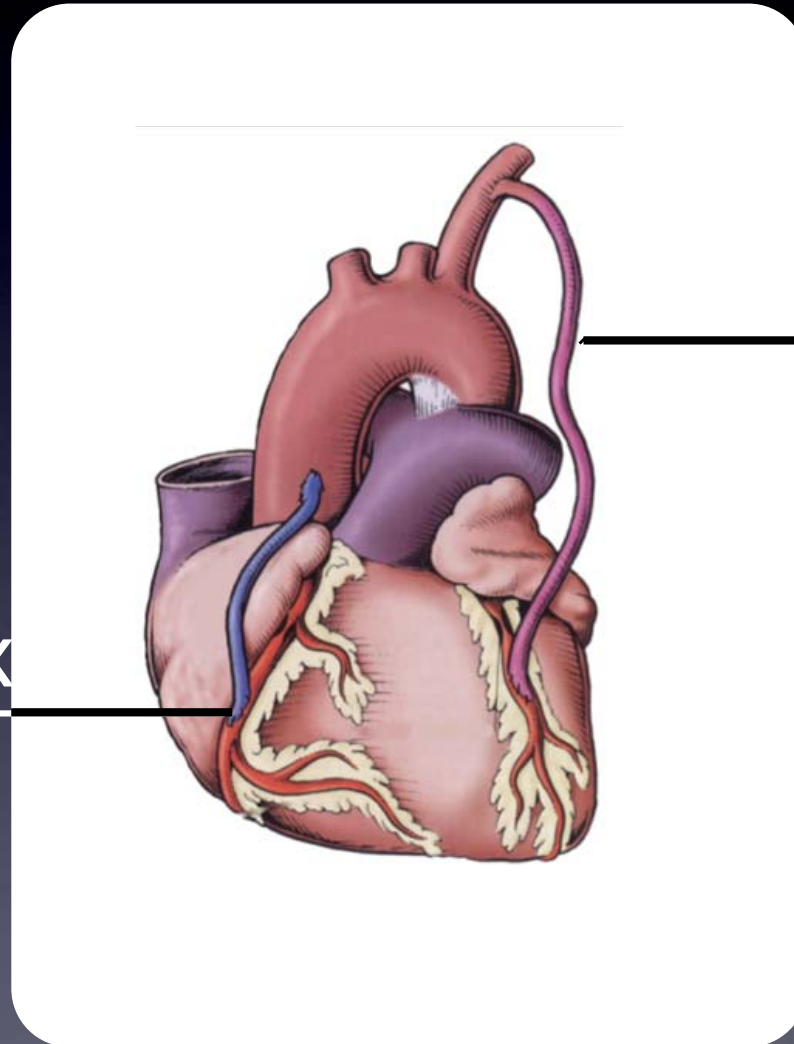
Chirurgie à coeur battant

Synchronisation Robot-Coeur : Romuald Ginhoux, Loïc Cuvillon, Jacques Gangloff, Édouard Laroche, Michel De Mathelin

Cardiolock : Wael Bachta, Pierre Renaud, Jacques Gangloff

GyroLock : Julien Gagne, Olivier Piccin, Édouard Laroche, Jacques Gangloff

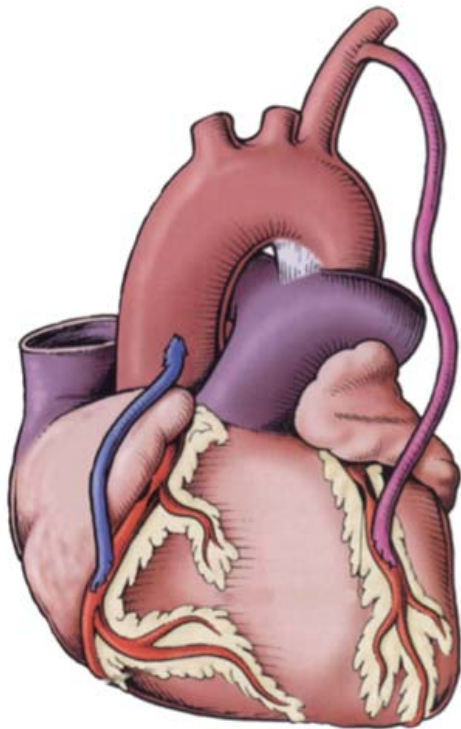
Pontage coronarien



Greffon artériel

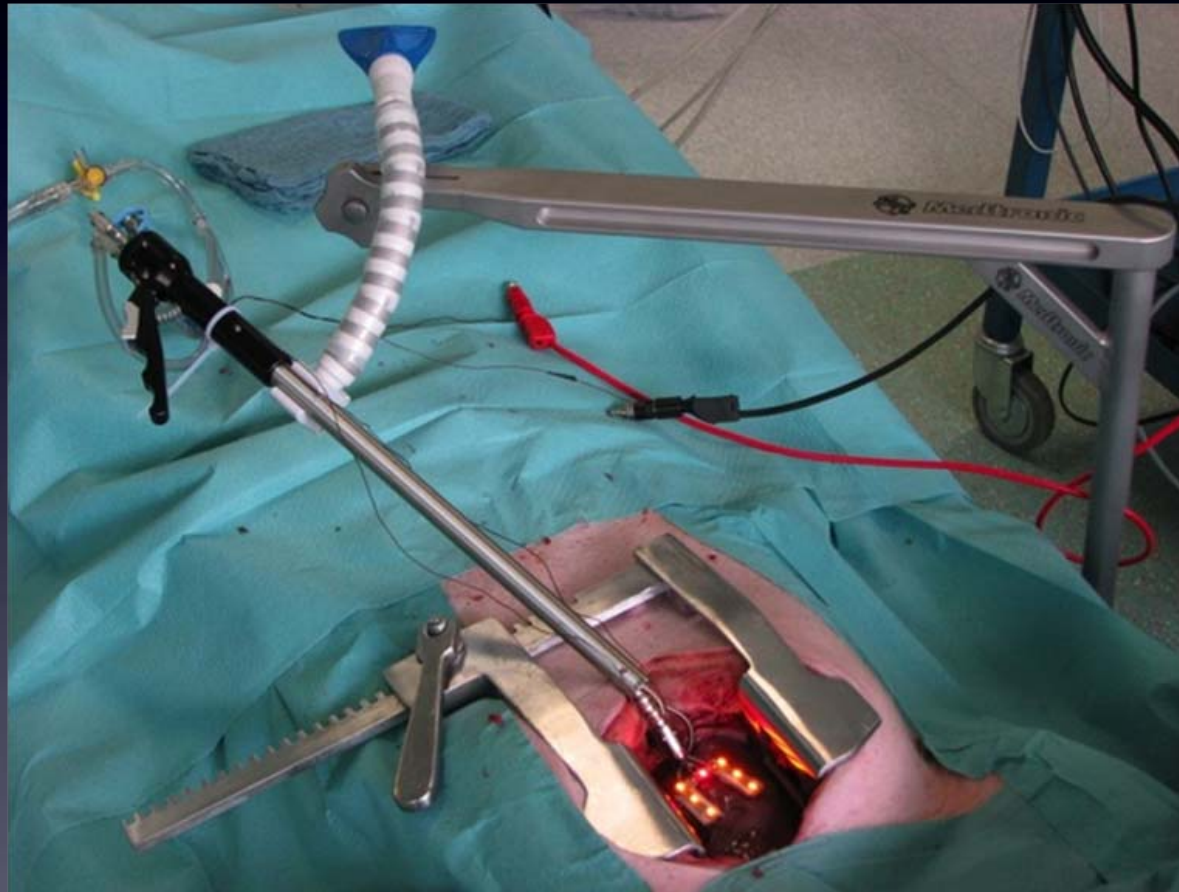
Greffon veineux

Pontage coronarien



- Déplacement d'une artère coronaire : 12.5 mm
- Accélération jusqu'à 1g
- Diamètre du fil de suture : 70 microns
- Diamètre d'un coronaire : 2-3mm

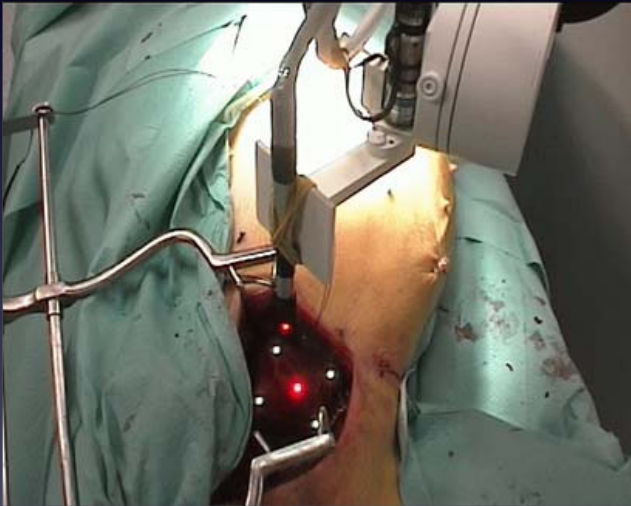
Stabilisateur mini-invasif



Première approche : Synchronisation Robot-Coeur

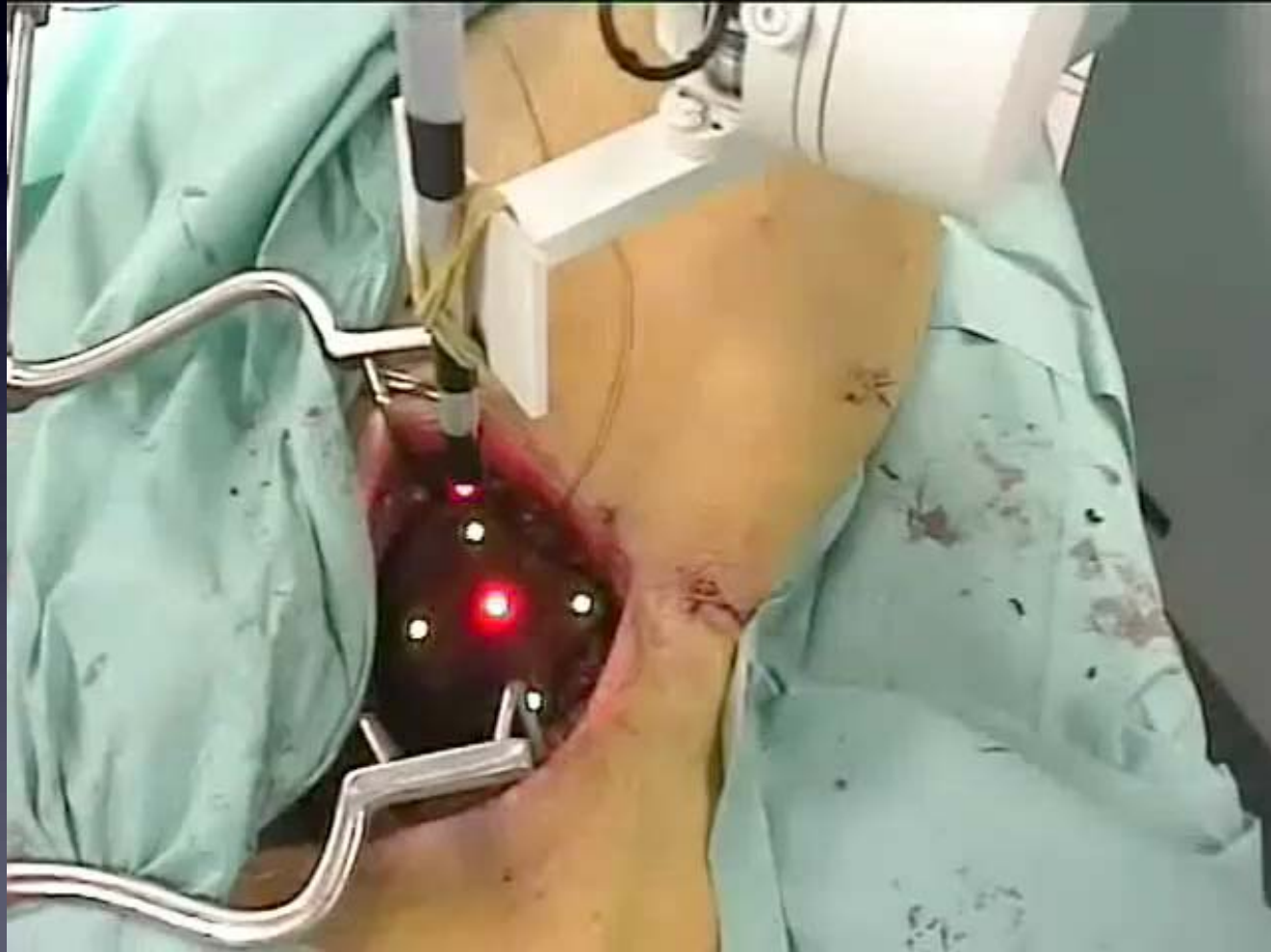


Première approche : Synchronisation Robot-Coeur



- Configuration Maître/Esclave
- Asservissement visuel rapide (500 Hz)

Première approche : Synchronisation Robot-Coeur



Première approche : Synchronisation Robot-Coeur

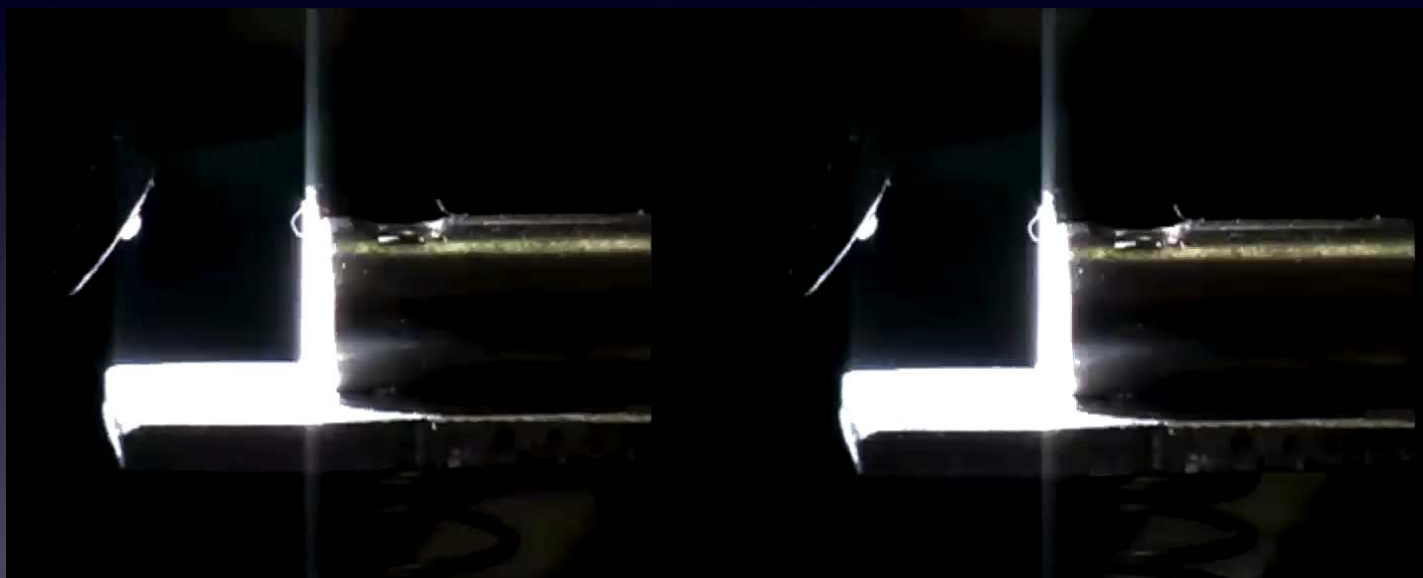


- Synchronisation active :
sécurité ?

Introduction d'une stabilisation active



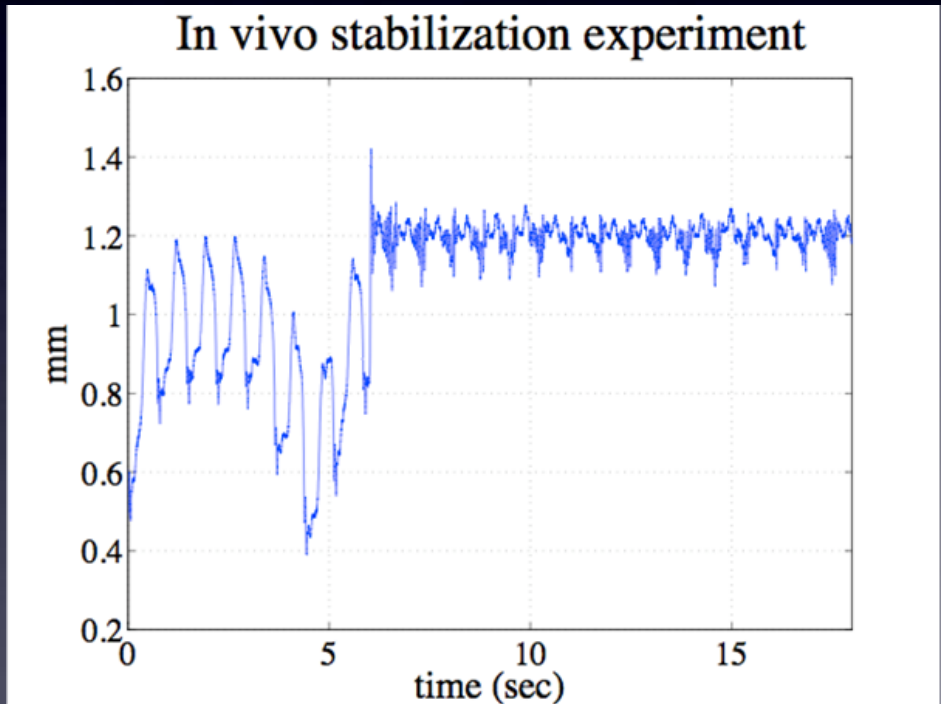
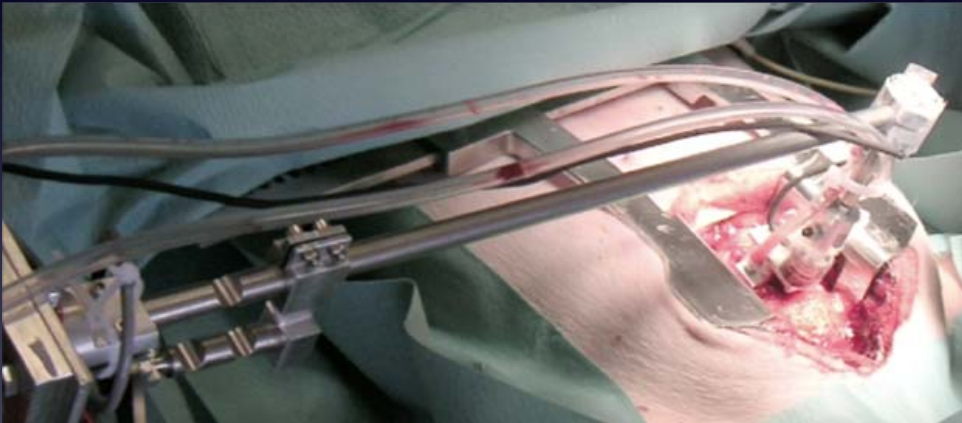
Cardiolock1



Sans

Avec

Cardioloock1

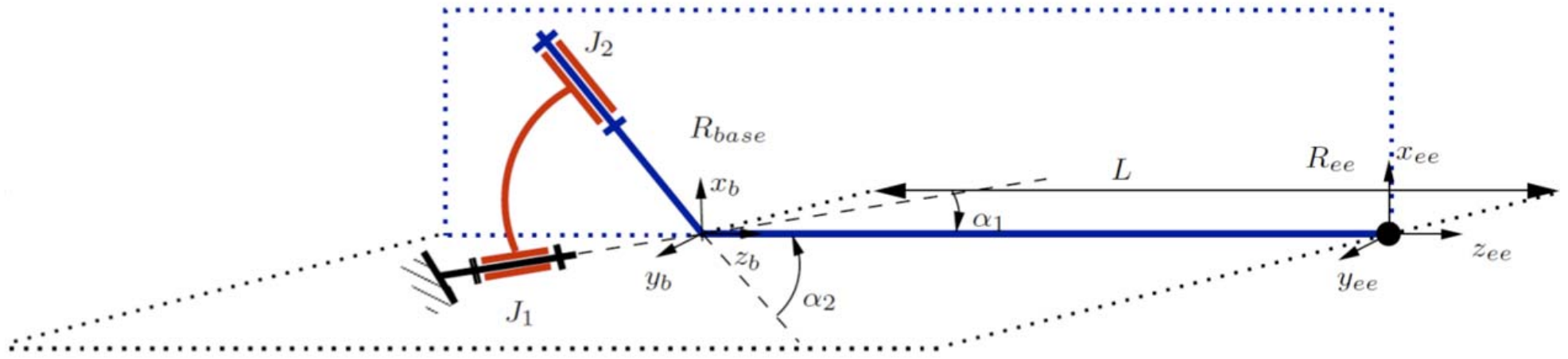


Cardiolock2

- Architecture permettant une stabilisation complète
- Utilisation de singularités pour amplifier les déplacements des actionneurs piezoélectriques

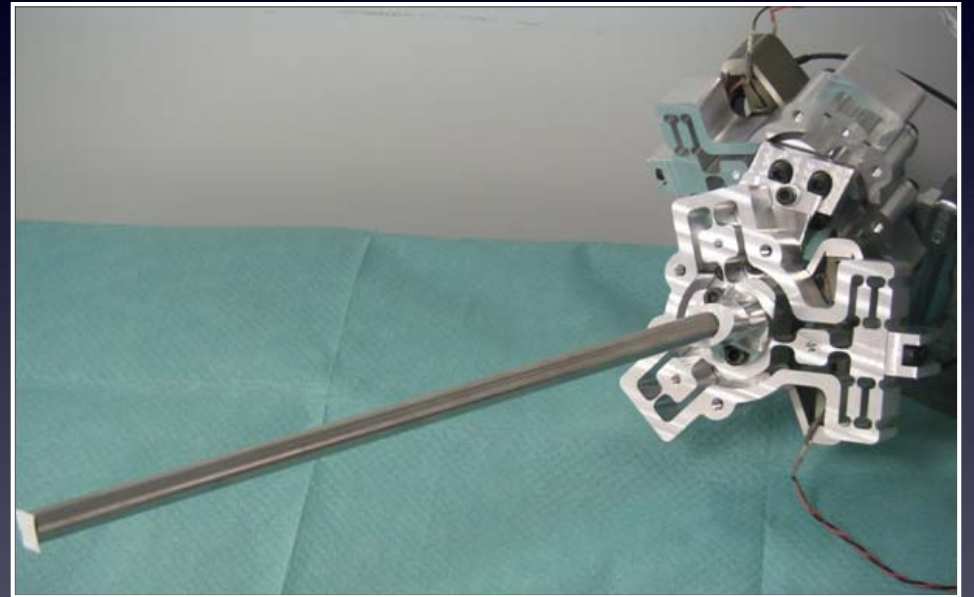


Cinématique

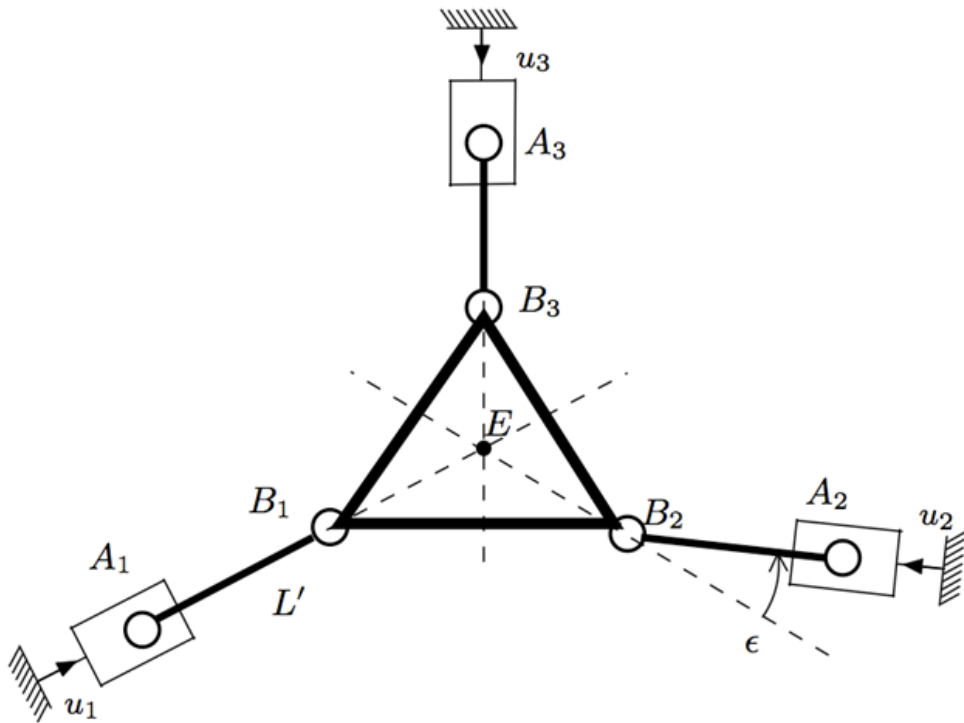


- Comportement découplé
- α_1 et α_2 à minimiser pour garantir la compacité et un bon comportement dynamique

Prototype



Cinématique

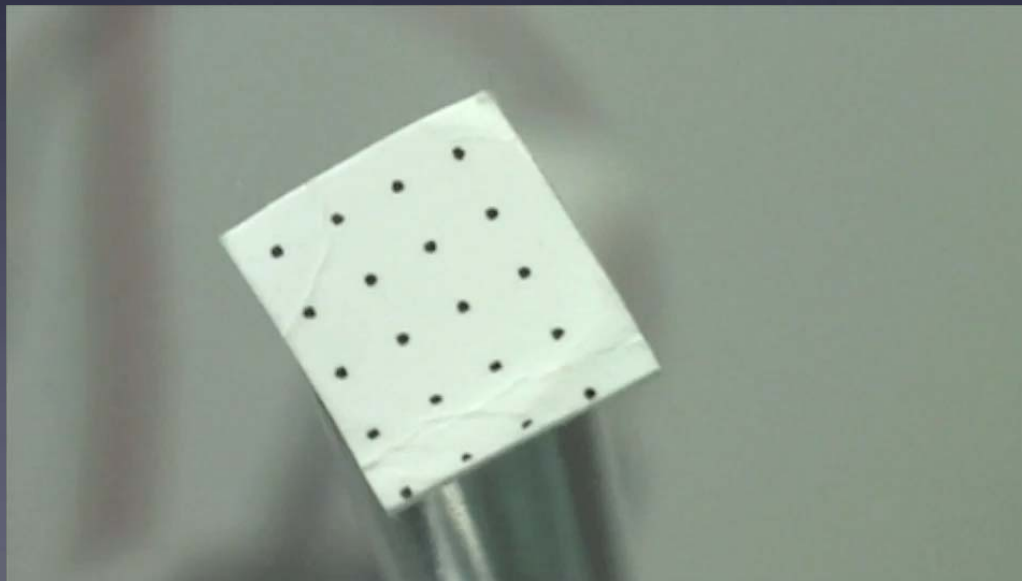
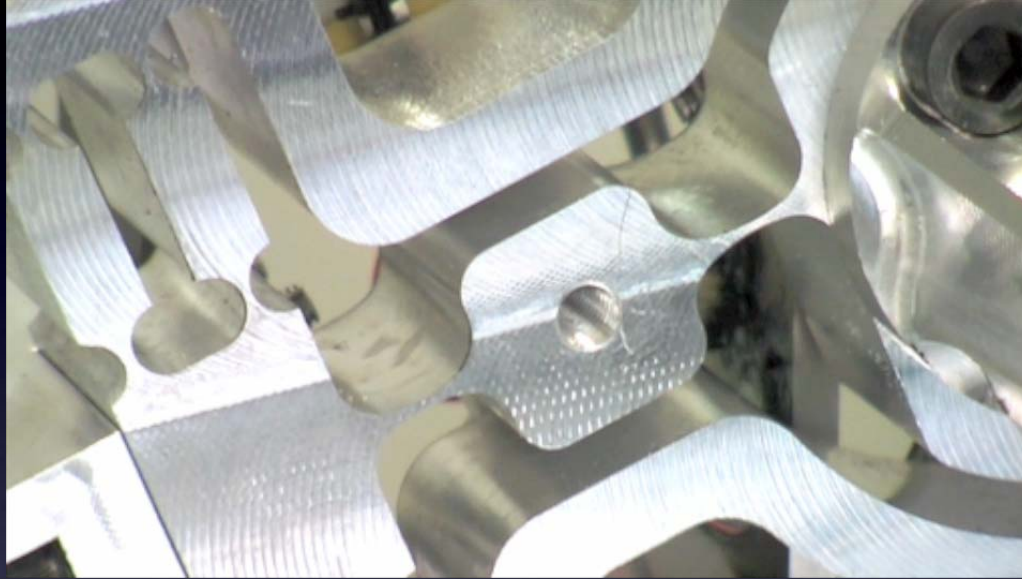


- Mécanisme plan 3 PRR
- Consigne de vitesse :

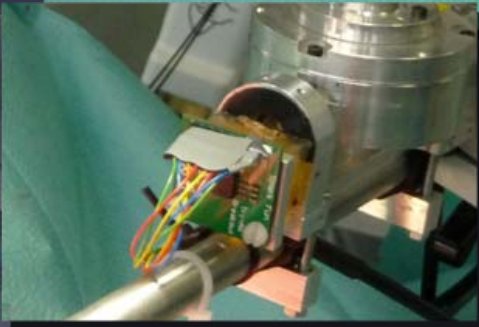
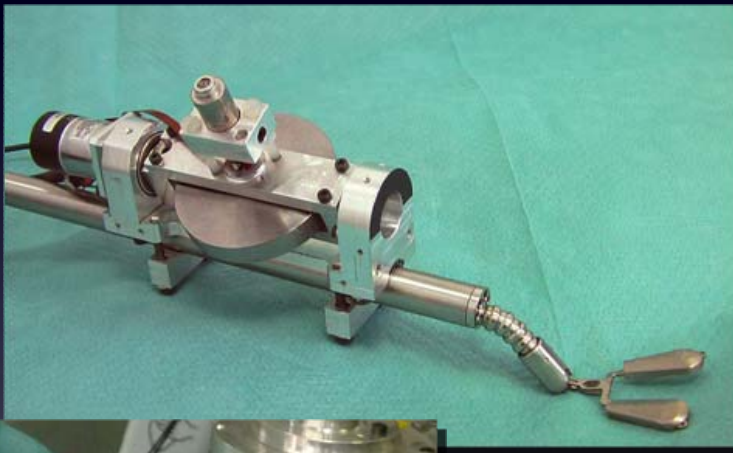
$$\dot{\theta} = \frac{1}{R \sin(\epsilon)} \dot{q}_2$$

- ϵ : fixe le taux d'amplification du mécanisme

Prototype

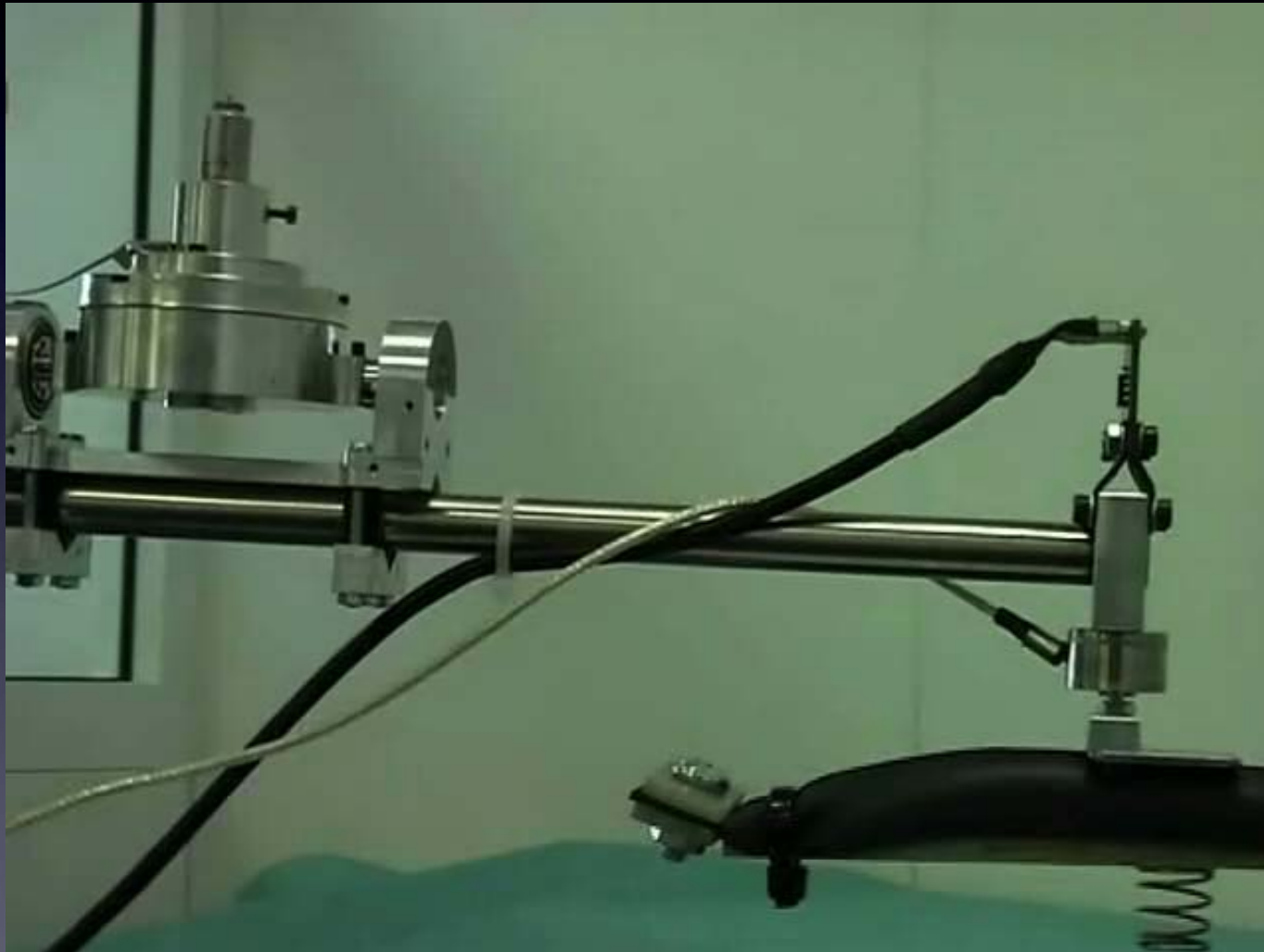


Gyrolock : Principe

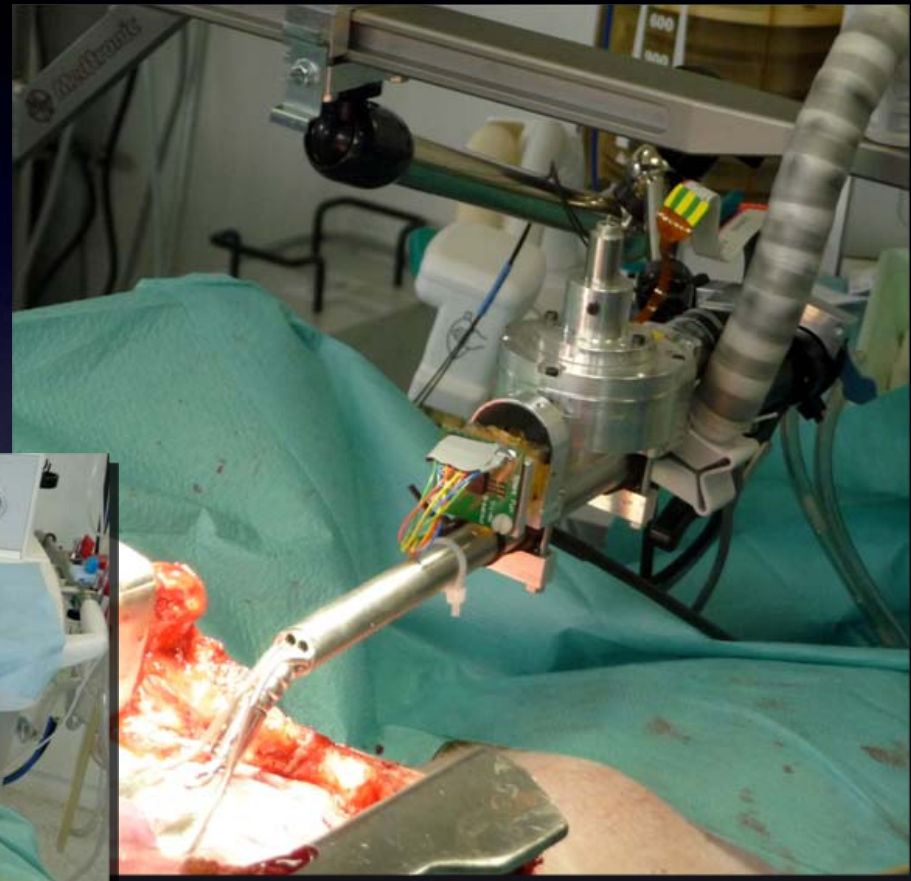
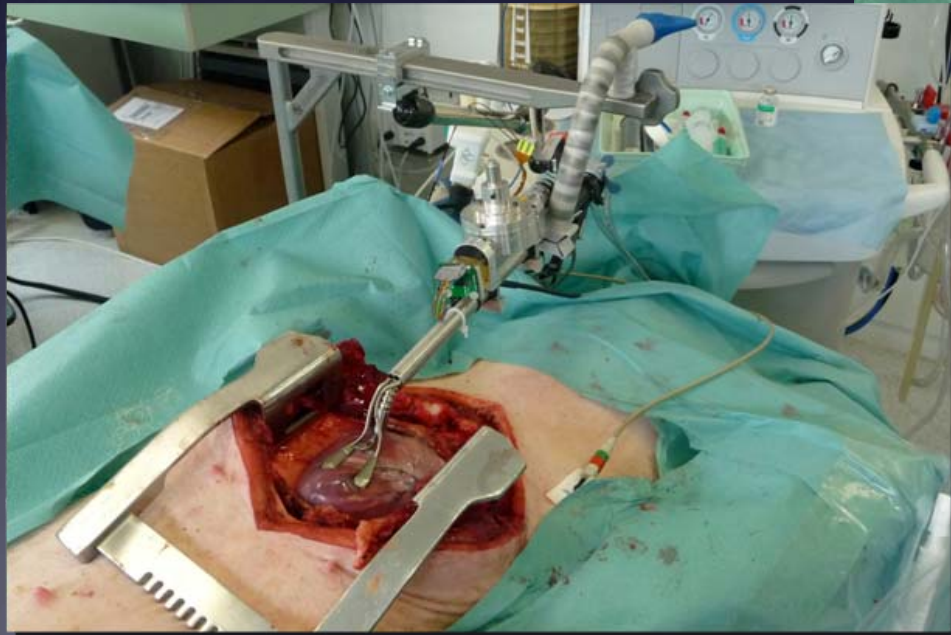


- Dispositif pluggé sur le stabilisateur actuel
- Suppression des mouvements cardiaques
- Utilisation de l'effet gyroscopique
- Accéléromètre évalue les imperfections de stabilisation

Gyrolock

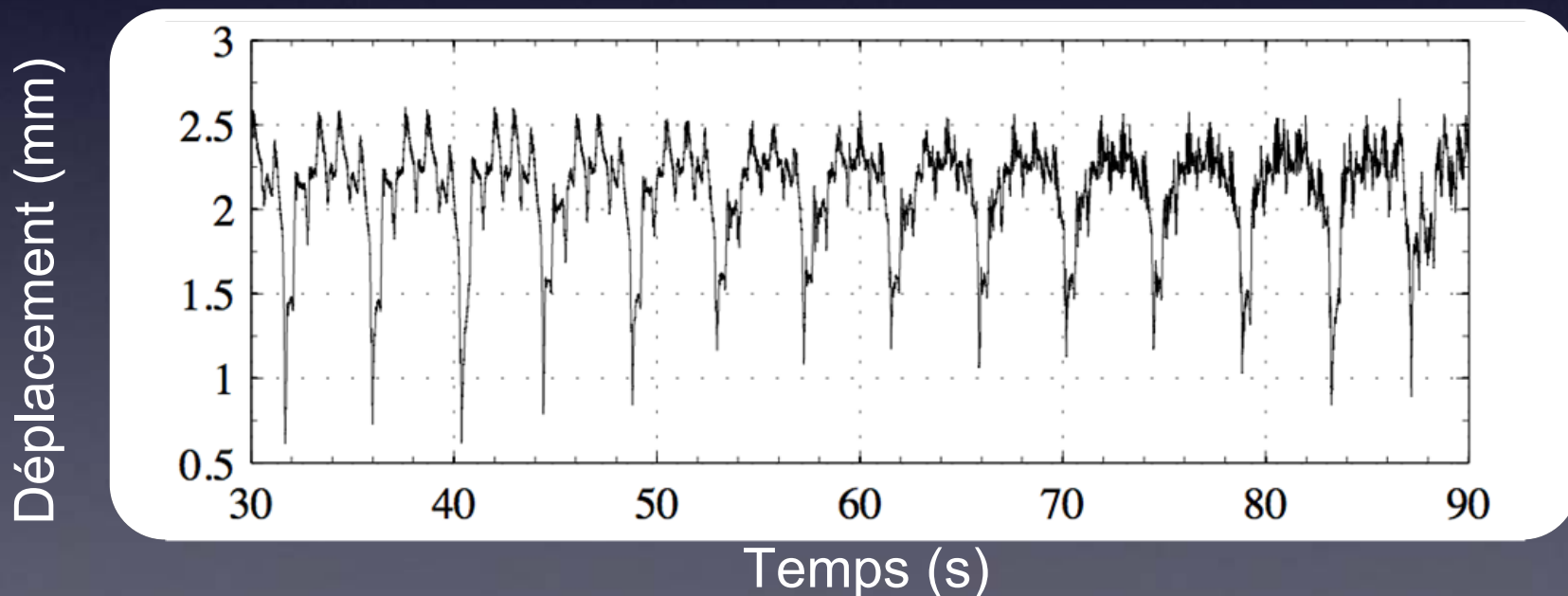


Gyrolock



Gyrolock

- Réduction des mouvements dus au rythme cardiaque
- Premiers 4 harmoniques de déplacement réduit de 65 %



Radiologie interventionnelle