

FLI – WP3 Imagerie Interventionnelle

Bordeaux, 30 novembre 2015

GUIDANCE

MATTHIEU CHABANAS
TIMC-IMAG, GRENOBLE



HADRIEN COURTECUISSÉ
ICUBE, STRASBOURG



GUIDANCE ?

***G**uidage per-opératoire pour l'exérèse de **tU**meurs cérébrales
basé sur modélisation **bI**omécanique patient-spécifique
Dirigée par l'**imA**gerie **iN**terventionnelle **éC**hographique**E***

- Navigation en neurochirurgie
 - Guidage pour la résection de tumeurs
 - Imagerie US Doppler per-opératoire
 - Modélisation biomécanique

GUIDANCE

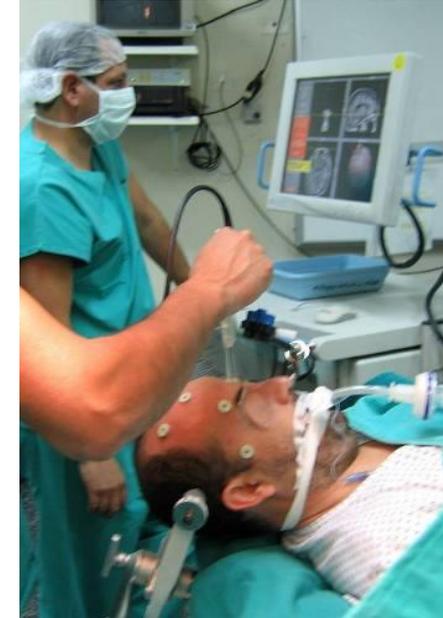
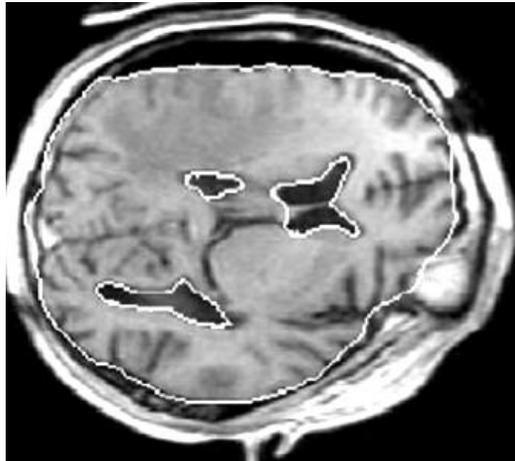
▪ Partenaires

- **TIMC-IMAG** Grenoble, équipe GMCAO
(M. Chabanas, F. Morin, Y. Payan)
- **ICUBE** Strasbourg, équipe AVR
(H. Courtecuisse, F. Morin)
- **SINTEF** Trondheim, Norway
Dept. Medical Technology,
Ultrasound & Image Guided Therapy group
(I. Reinertsen, T. Selbekk)
- **CHU Grenoble**, Service Neurochirurgie
(O. Palombi)



Contexte : navigation en neurochirurgie

- Aujourd'hui, les blocs de neurochirurgie sont très largement équipés de systèmes de neuronavigation
- Phénomène de « *brain shift* » : déformations des tissus suite à la craniotomie (perte de CSF, médicaments, ...)



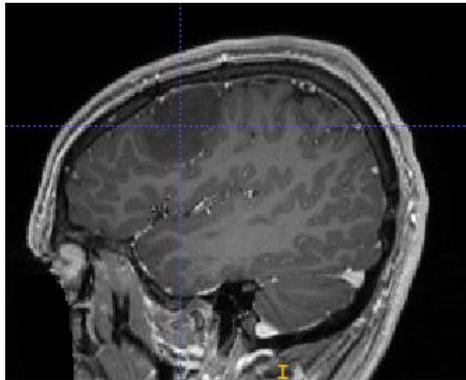
➔ *Perte de précision dans le guidage, la neuronavigation n'est plus utilisée....*

Notre approche : imagerie US / biomécanique

- **Objectifs** : mettre à jour les images (IRM) pré-opératoires pendant l'intervention, pour compenser le *brain shift* puis la résection de la tumeur
- **Principe**
 1. *Modélisation biomécanique des tissus cérébraux*
 2. *Acquisition d'images US pendant l'intervention (mode B + Doppler)*
 3. *Recalage modèle/US basé sur l'arbre vasculaire cérébral*
 4. *Extrapolation des déformations => mise à jour des images*

Notre approche : imagerie US / biomécanique

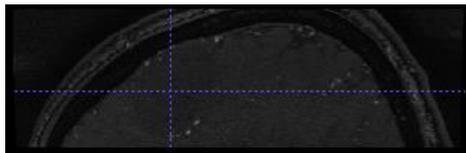
1. Modélisation biomécanique des tissus cérébraux



IRM T1



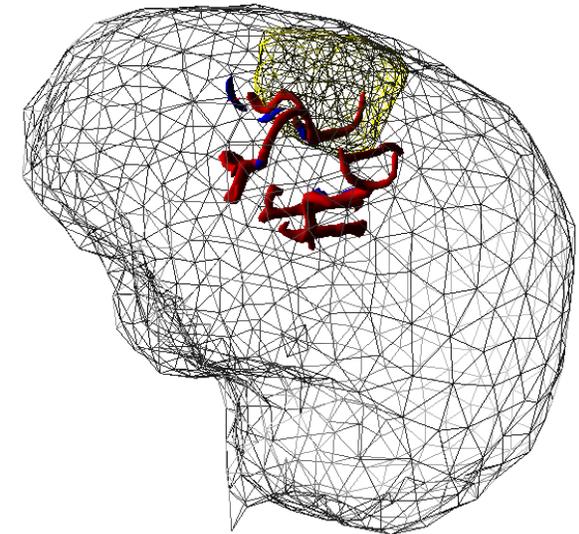
Cortex, tumeur
Conditions aux limites



IRM angio



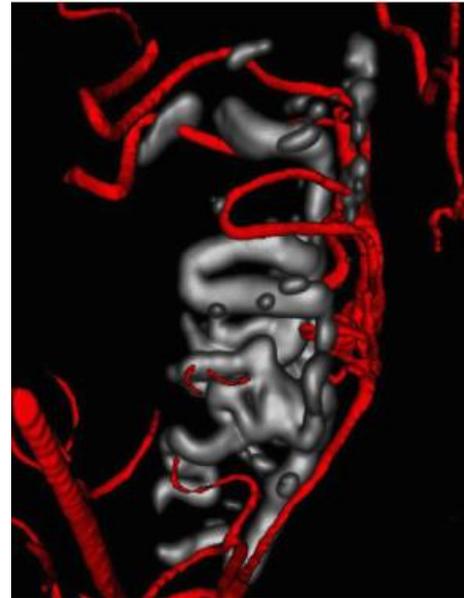
Arbre vasculaire
cérébral



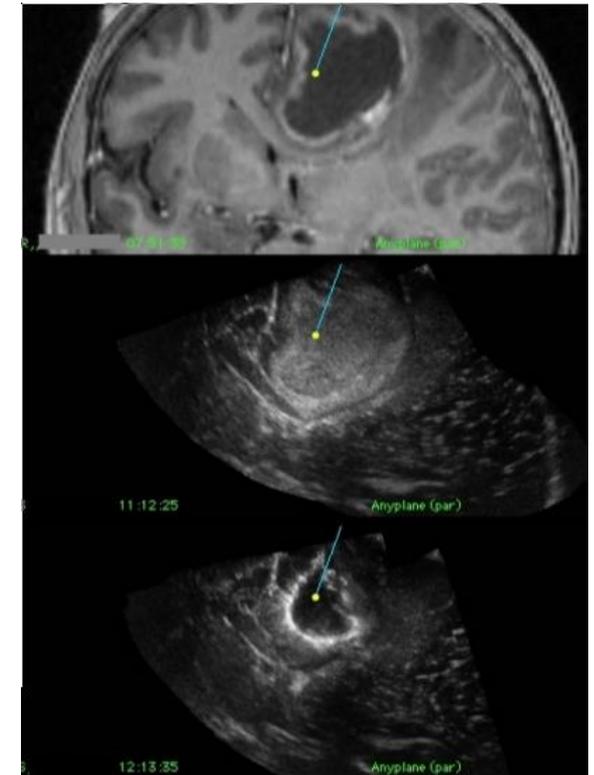
Modèle 3D
(Corotational FEM)

Notre approche : imagerie US / biomécanique

2. Imagerie Ultrasons intra-opératoire - SINTEF



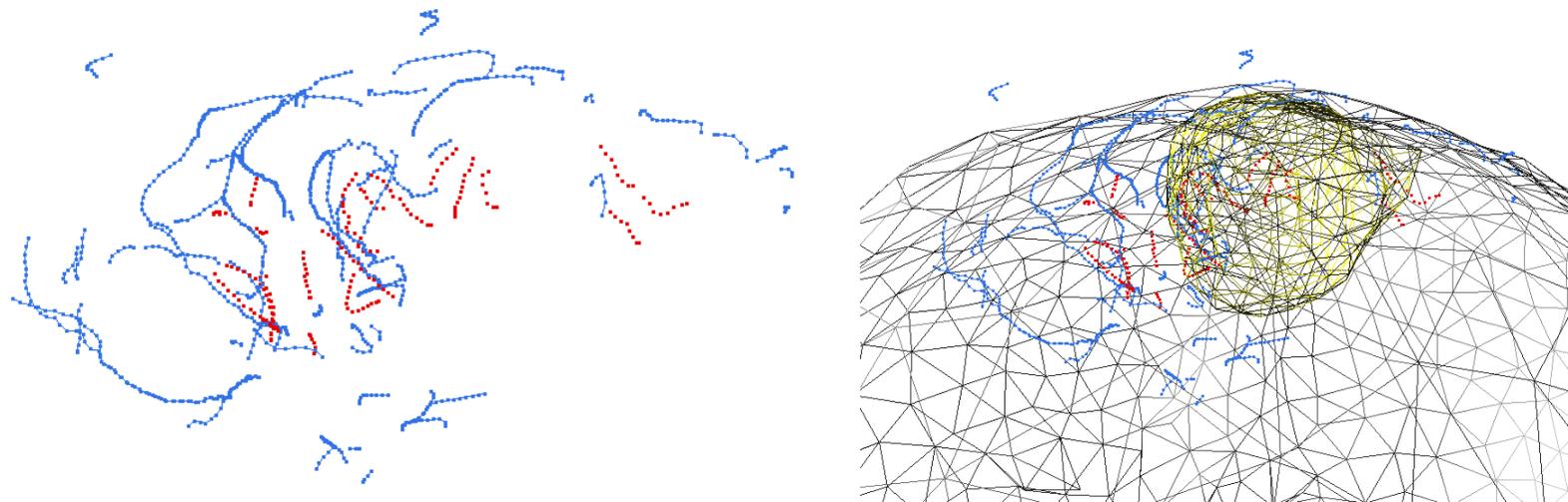
Doppler
=> arbre vasculaire



Mode B

Notre approche : imagerie US / biomécanique

3. *Recalage Modèle / US intra-opératoire*

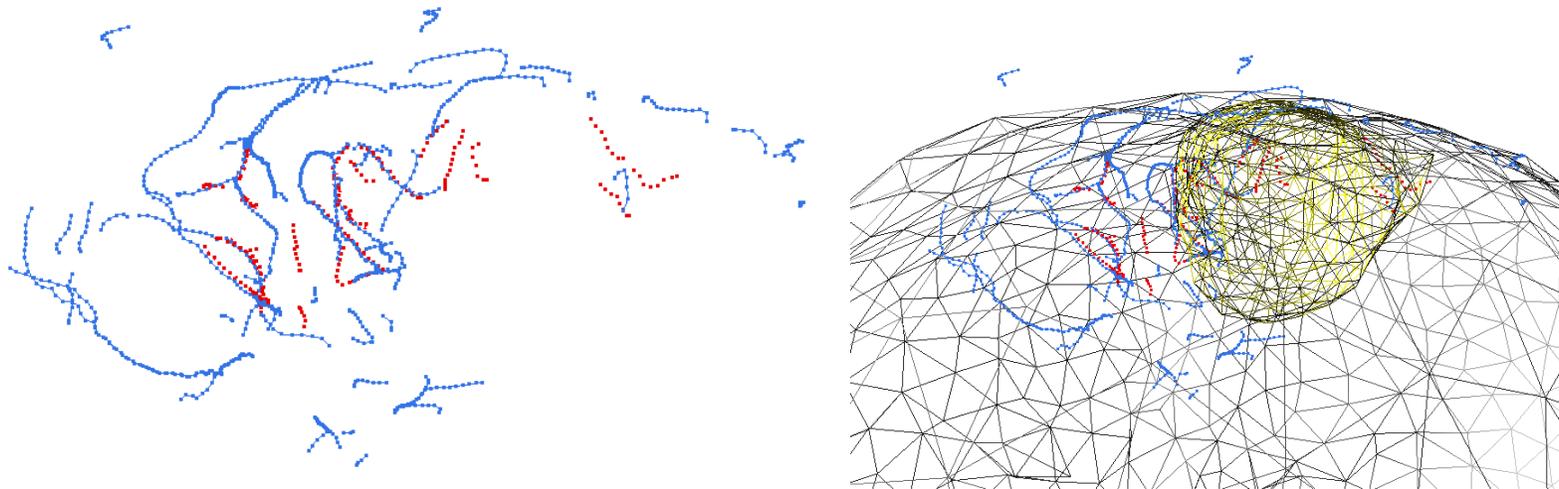


- Squelettisation des vaisseaux
- Recalage élastique via le modèle FEM:
 - ICP - like
 - Lagrangiens
 - Résolution dynamique

Recalage élastique des arbres vasculaires

Notre approche : imagerie US / biomécanique

3. *Recalage Modèle / US intra-opératoire*

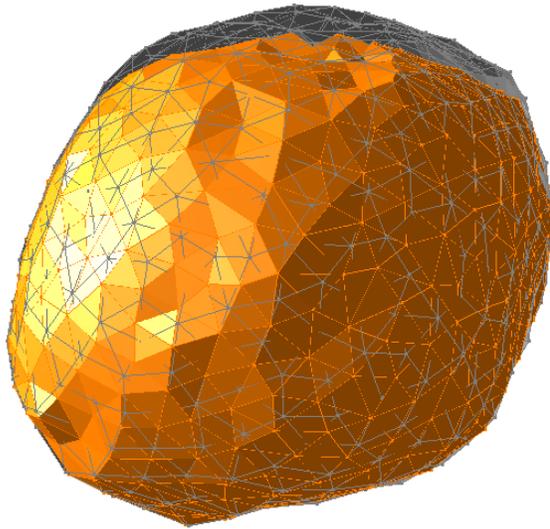


Recalage élastique des arbres vasculaires

- Squelettisation des vaisseaux
- Recalage élastique via le modèle FEM:
 - ICP - like
 - Lagrangiens
 - Résolution dynamique

Notre approche : imagerie US / biomécanique

4. Mise à jour des images IRM



**Déformations sur
l'ensemble des tissus**



**Compensation du
*brain shift***

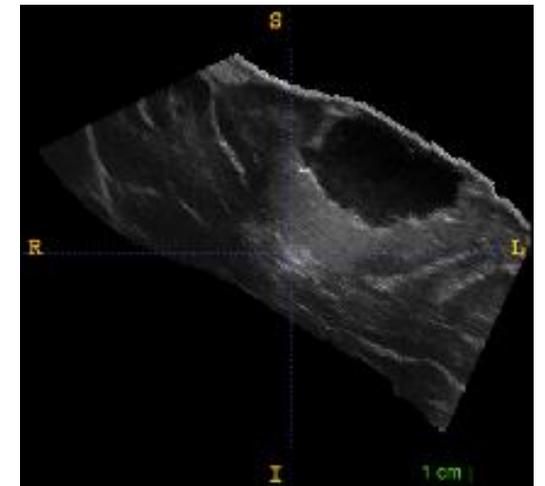
Notre approche : imagerie US / biomécanique

- **Résultats actuels**

- Protocole complet : IRM pré-op / US per-op / modélisation
- Evaluation rétrospective (1 patient) : amélioration par rapport au recalage basé uniquement sur l'image
- Compatible avec la pratique clinique: temps traitements, *low cost*
- Soumis à *IPCAI'2016*

- **La suite**

- Cas supplémentaires
- Suivi US + Simulation de la résection de la tumeur



Projet FLI : imagerie intra-opératoire US/IRM

- **Acquisition de nouvelles données cliniques pour l'évaluation**
 - **Protocole SINTEF actuel, basé sur Ultrasons Doppler + mode B**

Projet FLI : imagerie intra-opératoire US/IRM

- Acquisition de nouvelles données cliniques pour l'évaluation
 - Protocole SINTEF actuel, basé sur Ultrasons Doppler + mode B
 - Ultrasons avec Elastographie ShearWave



Aixplorer
SuperSonic Imagine

Projet FLI : imagerie intra-opératoire US/IRM

- Acquisition de nouvelles données cliniques pour l'évaluation
 - Protocole SINTEF actuel, basé sur Ultrasons Doppler + mode B
 - Ultrasons avec Elastographie ShearWave
 - IRM intra-opératoire 1.5 T



FLI WP3 Bordeaux 30 nov 2015

Clinattec Grenoble
CEA / INSERM / UJF

Projet FLI : résultats attendus

- Imagerie IRM (1 ou 2 acquisitions)
 - Données **groundtruth** : contours tumeur, résection totale, ...
 - Validation / limites de l'imagerie US : précision, artefacts, ...
 - Evaluation de la compensation du *brain shift* et du suivi de la résection
- Elastographie
 - Rhéologie patient-spécifique pour le modèle biomécanique
 - Apport pour la localisation précise de la tumeur

Projet FLI : travail essentiel à réaliser

- Echographe *Aixplorer*
 - Récupération des données (intégrée)
 - Marqueurs pour navigation de la sonde
 - Intégration au SDK *CustusX* du SINTEF

- Dossier étude clinique
 - Pr. Olivier Palombi, CHU Grenoble
 - Soumission DRCl + commission Clinattec

FLI WP3 – Projet GUIDANCE

- **Merci de votre attention!**

Matthieu.Chabanas@imag.fr

Hadrien.Courtecuisse@icube.unistra.fr