

# 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  
**D**irigée 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)



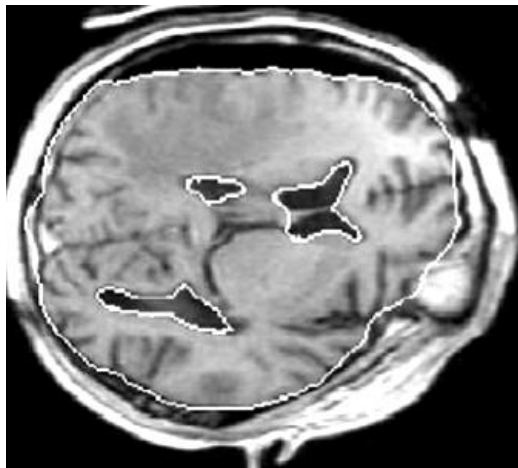
- **SINTEF** Trondheim, Norway  
Dept. Medical Technology,  
Ultrasound & Image Guided Therapy group  
(I. Reinertsen, T. Selbekk)



- **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....*

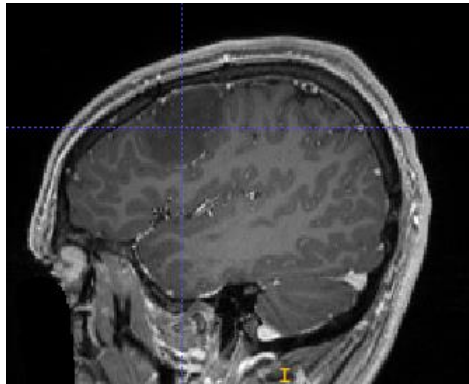


# Notre approche : imagerie US / biomécanique

- **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

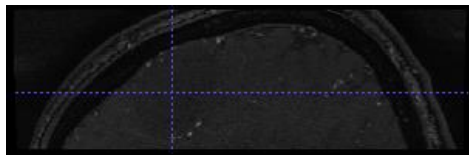
## 1. Modélisation biomécanique des tissus cérébraux



IRM T1



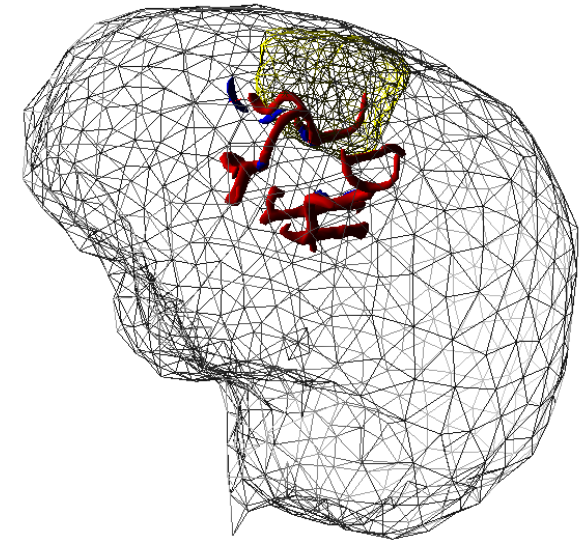
Cortex, tumeur  
Conditions aux limites



IRM angio



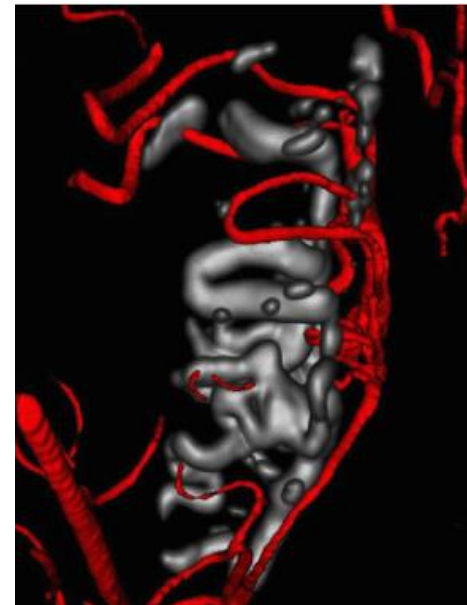
Arbre vasculaire  
cérébral



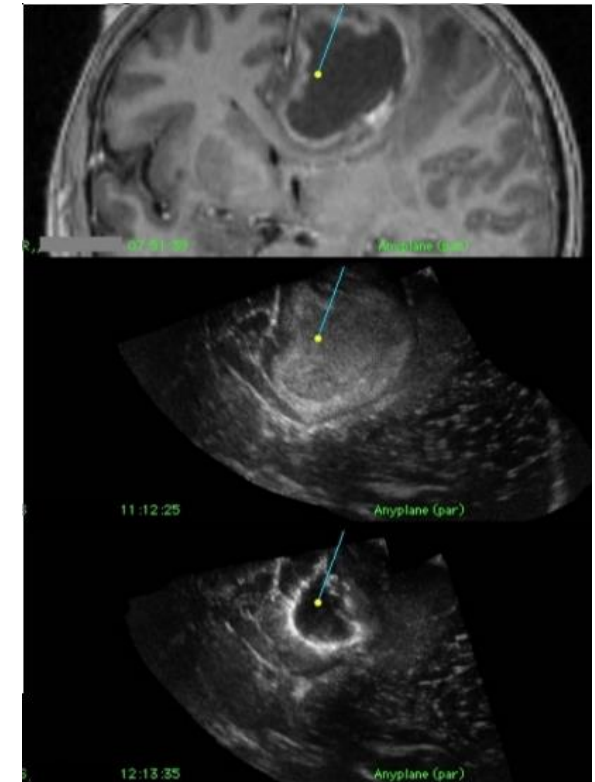
Modèle 3D  
(Corotational FEM)

# Notre approche : imagerie US / biomécanique

## 2. Imagerie Ultrasons intra-opératoire - SINTEF



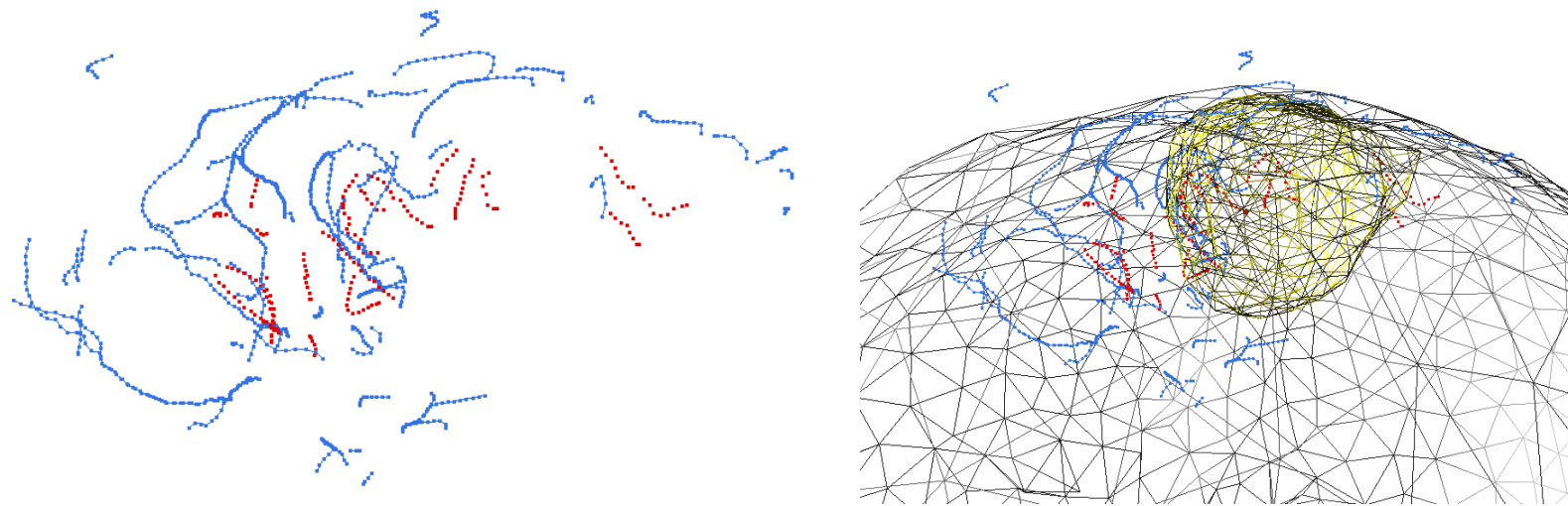
**Doppler**  
**=> arbre vasculaire**



**Mode B**

# Notre approche : imagerie US / biomécanique

## 3. *Recalage Modèle / US intra-opératoire*



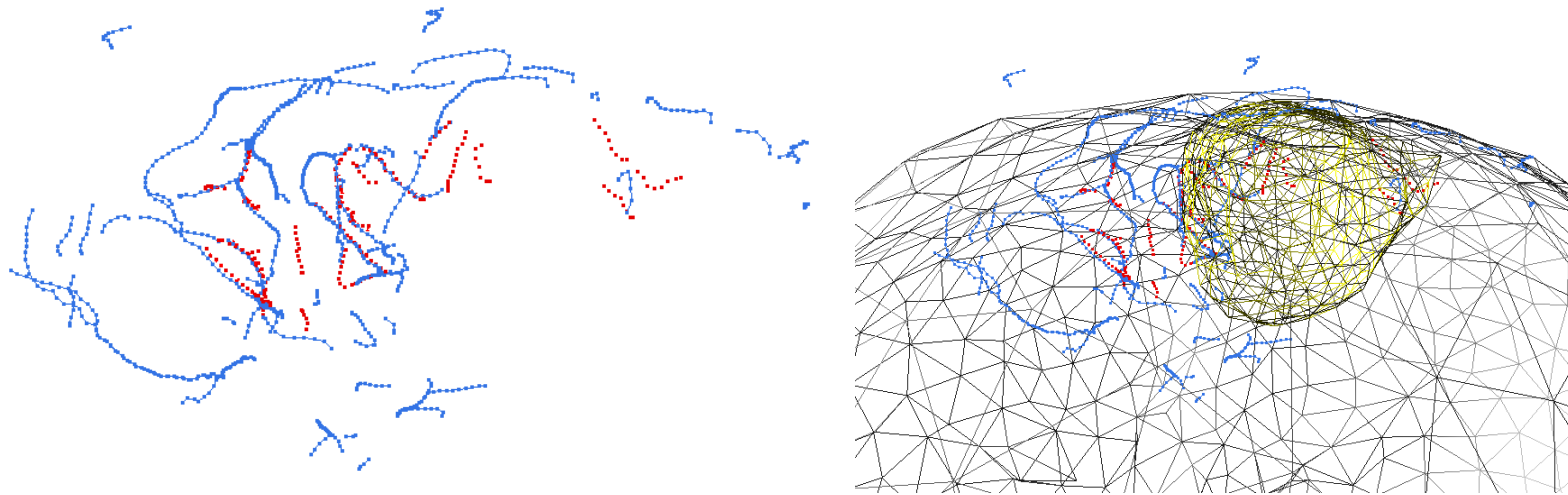
**Recalage élastique des arbres vasculaires**

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



# Notre approche : imagerie US / biomécanique

## 3. *Recalage Modèle / US intra-opératoire*

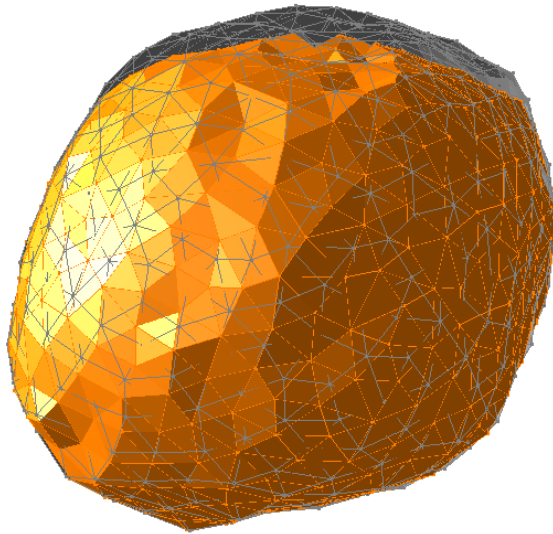


**Recalage élastique des arbres vasculaires**

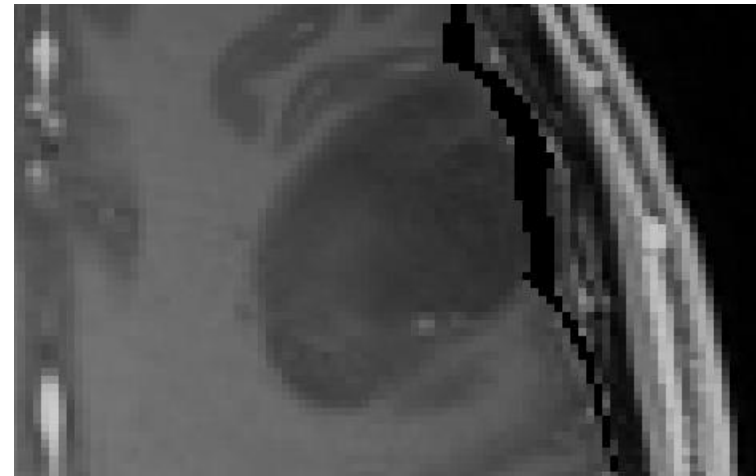
- Squelettisation des vaisseaux
- Recalage élastique via le modèle FEM:
  - ICP - like
  - Lagrangiens
  - Résolution dynamique

# Notre approche : imagerie US / biomécanique

## 4. *Mise à jour des images IRM*



**Déformations sur  
l'ensemble des tissus**



**Compensation du  
*brain shift***

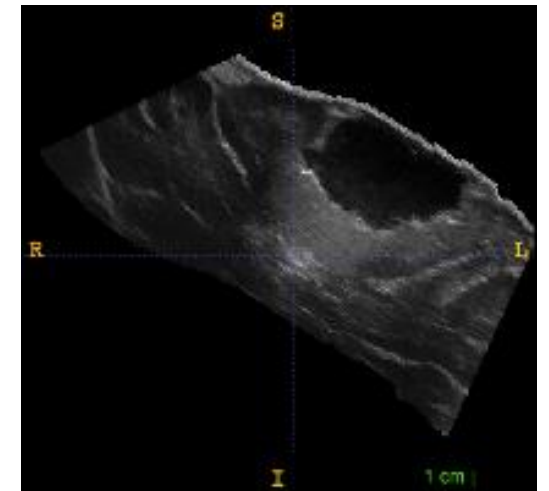
# Notre approche : imagerie US / biomécanique

- **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

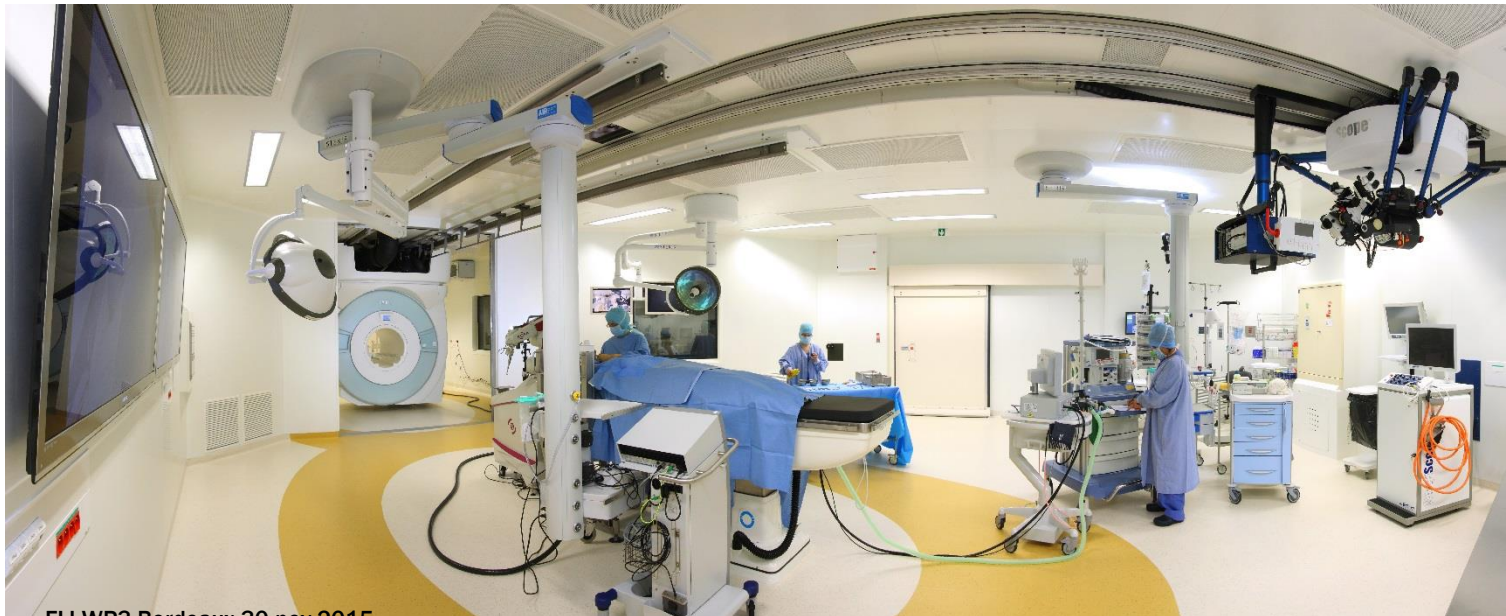
- Acquisition de nouvelles données cliniques pour l'évaluation
  - Protocole SINTEF actuel, basé sur Ultrasons Doppler + mode B
  - Ultrasons avec Elastographie ShearWave



*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](mailto:Matthieu.Chabanas@imag.fr)

[Hadrien.Courtecuisse@icube.unistra.fr](mailto:Hadrien.Courtecuisse@icube.unistra.fr)