

# Simulation chirurgicale du clippage anévrysmal: vers un projet de simulateur global en neurochirurgie?

Laurent Thines, M.D, Ph.D

Clinique de neurochirurgie – CHRU de Lille

Inria Lille Nord Europe – Equipe Shacra

Travaux financés par :



Université Numérique Francophone des Sciences de la Santé et du Sport



Université Lille 2  
Droit et Santé



Université Lille Nord de France

Pôle de Recherche  
et d'Enseignement Supérieur



Centre Hospitalier Régional  
Universitaire de Lille



INRIA

LILLE - NORD-EUROPE



hacra

# - Simulateur pédagogique -

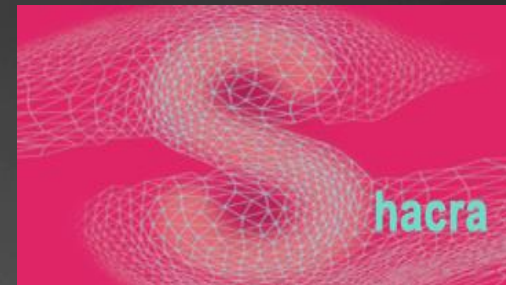
- Collaborations:

- Presage, Faculté de médecine, Lille 2 (Pr Jourdain, Pr Cosson)
- Inria Lille Nord Europe, Equipe Shacra
- Convention Lille 2 - Inria



- Financement:

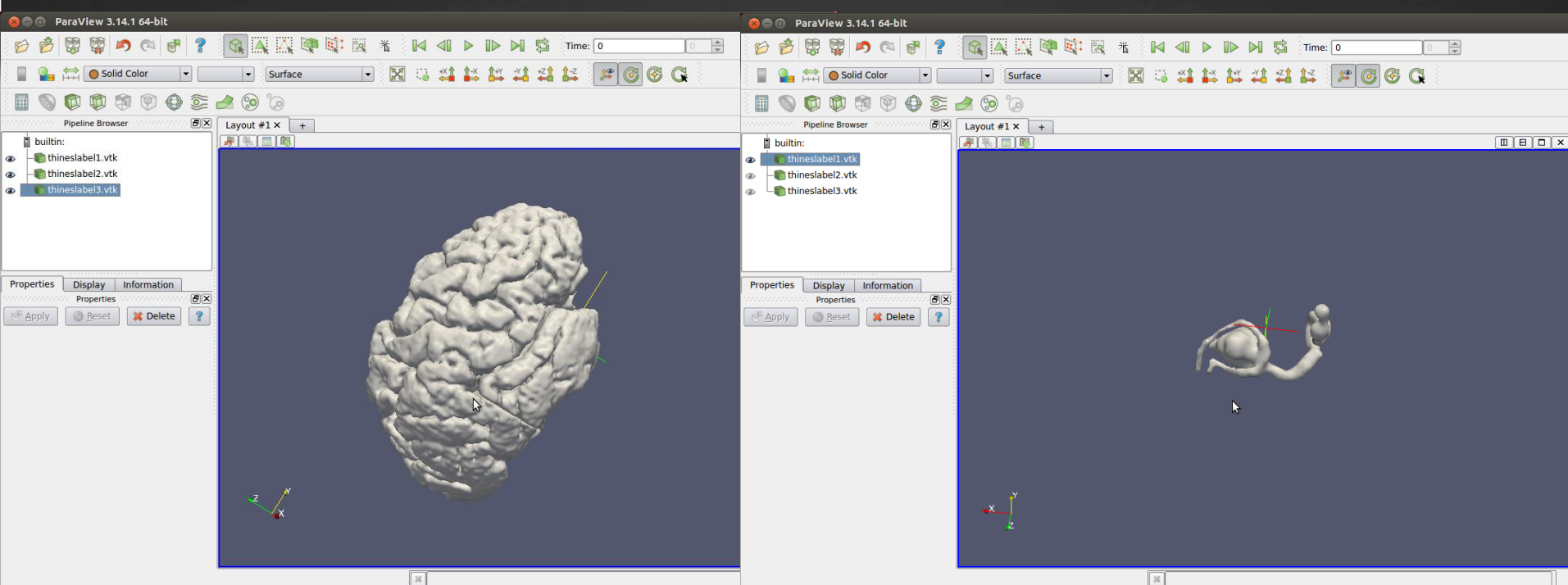
- Appel à projet de l' Unf3s: 20.000€
- Prolongation d'un ingénieur temps plein (mai 2013)



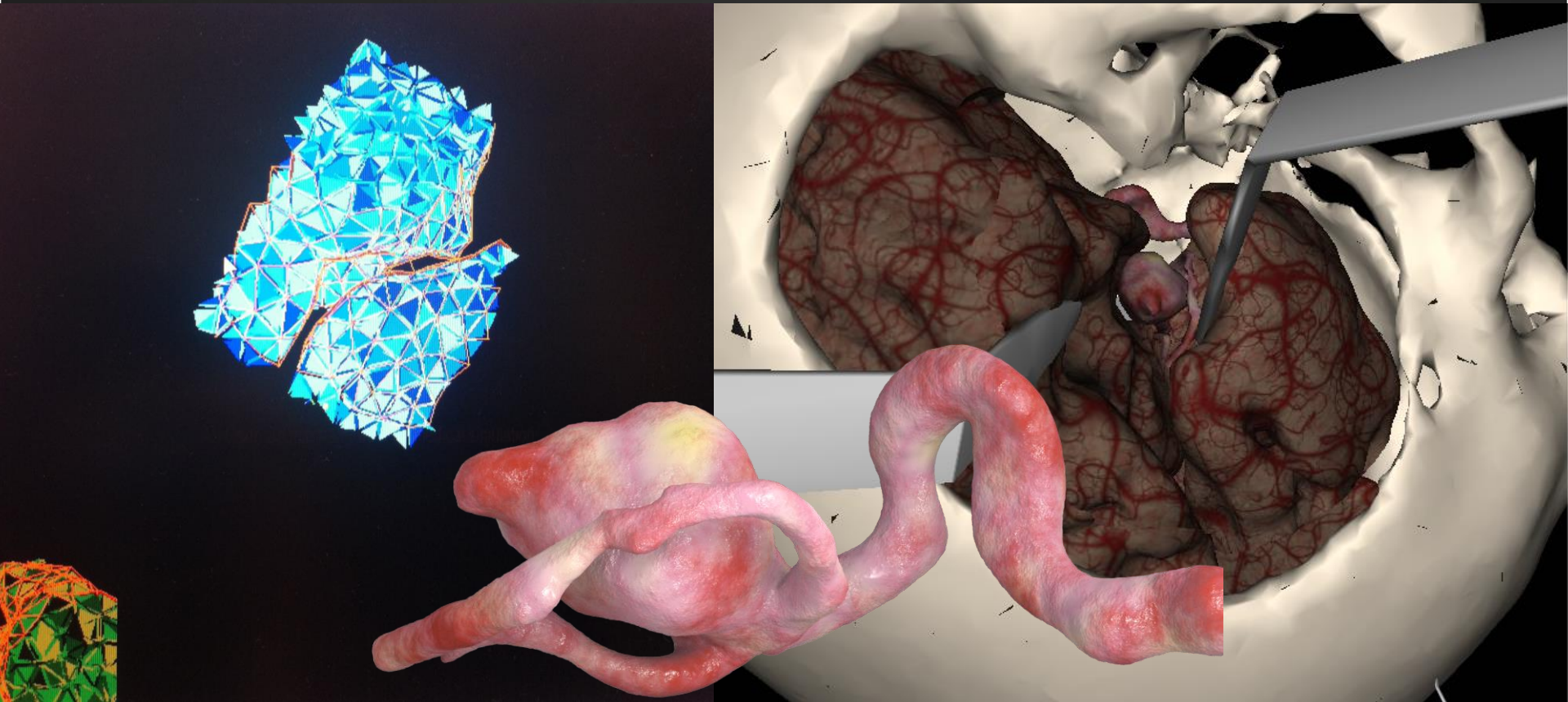
- Equipe Shacra: C Duriez, J Dequidt, E Coevoet

# Modélisation de la scène

- Segmentation des données avec ITK-snap<sup>®</sup>:
  - ✓ Cerveau, artères: manuel, différenciation des lobes
  - ✓ Crâne, clips et pincettes: semi-automatique (« bubbles »)
- Exportation en format .vtk: maillage surfacique (triangles) avec Paraview<sup>®</sup>

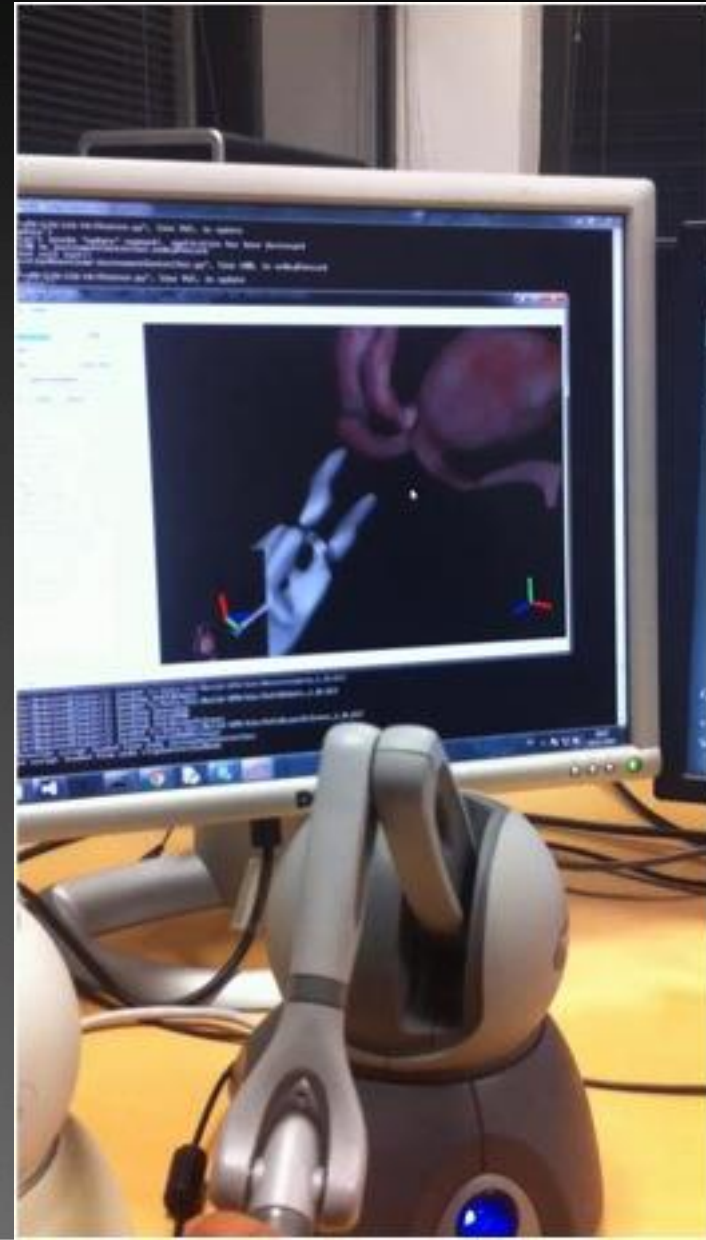
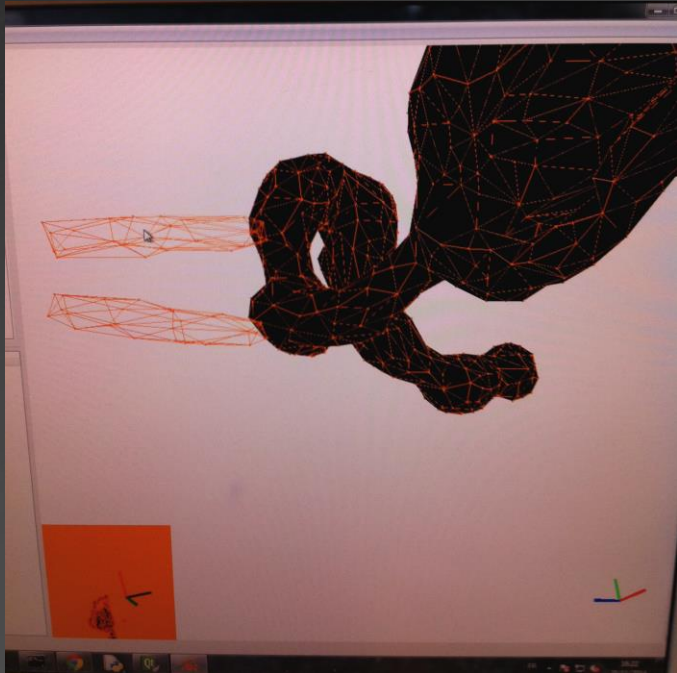


- Retouche des maillages avec Meshlab<sup>®</sup> et Blender<sup>®</sup>:
  - ✓ Lissage et simplification
  - ✓ Réduction du nb d'éléments et optimisation des temps de calcul
- Lobes cérébraux: maillage volumique (tétraèdres), librairie CGAL
- Texture de surface des maillages: Modo<sup>®</sup> et Photoshop<sup>®</sup>



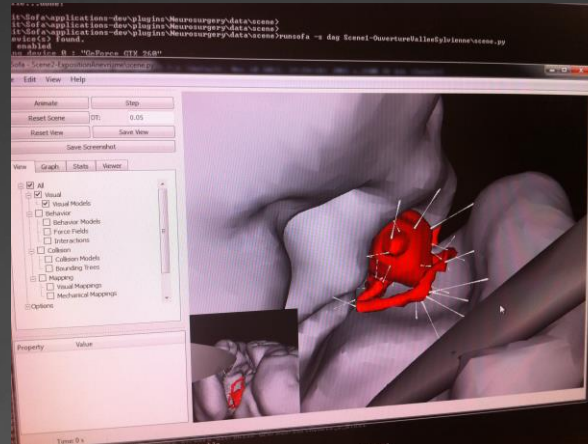
# Architecture de simulation

- Création des scènes de simulation avec les composants de base de Sofa<sup>®</sup>:
  - ✓ Biomécanique (lobes) – solvers - contact - visualisation - communication avec l'omni
  - ✓ Interactions avec les instruments
  - ✓ Module de Young du cerveau à 1000Pa (300Pa à 3000Pa)
  - ✓ Pression intrartérielle à 0.2Pa (adapté au rendu)



## • Programmation spécifique en C++<sup>®</sup>:

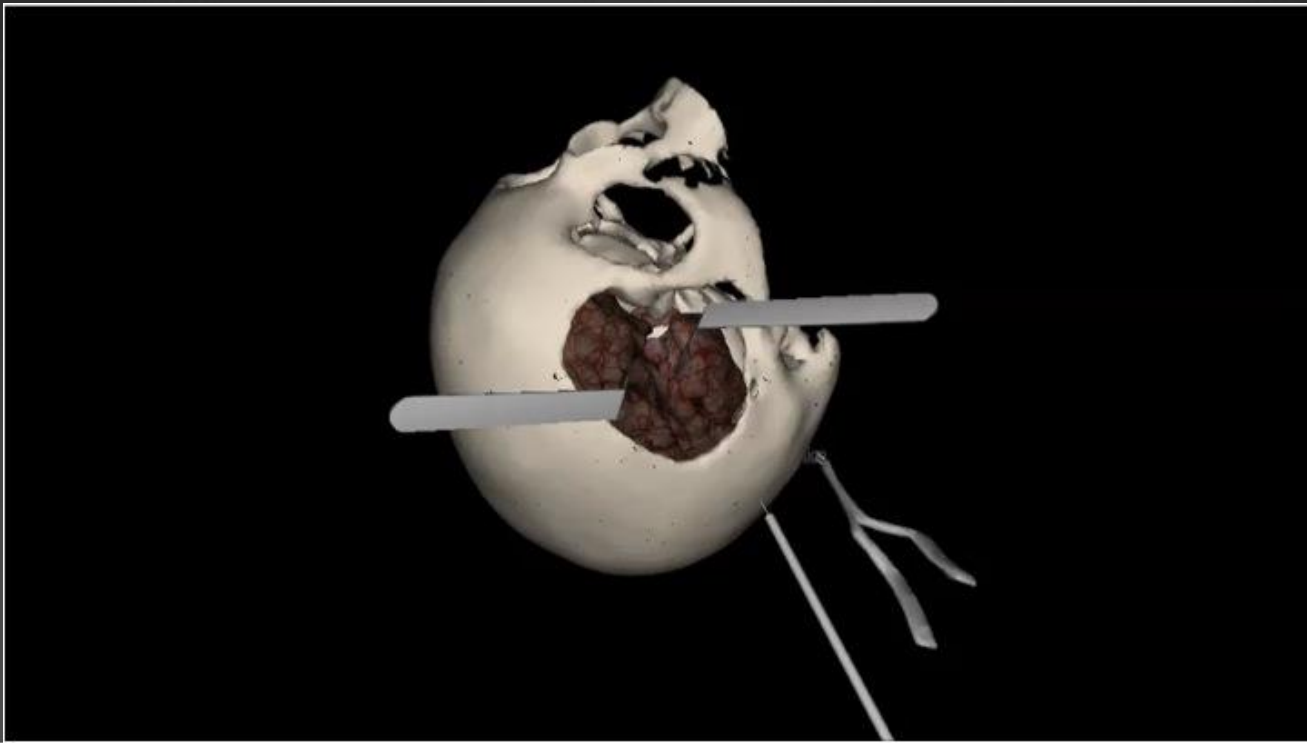
- ✓ Utilisation en même temps de 2 bras articulés avec retour de force: Phantom Omni, Sensable<sup>®</sup>
- ✓ Génération de brides entre deux objets et « découpe »: comportement au contact et la visualisation de la coupure
- ✓ Simulation de saignement
- ✓ Interaction entre l'omni et l'ouverture du clip



# Outils de manipulation

---

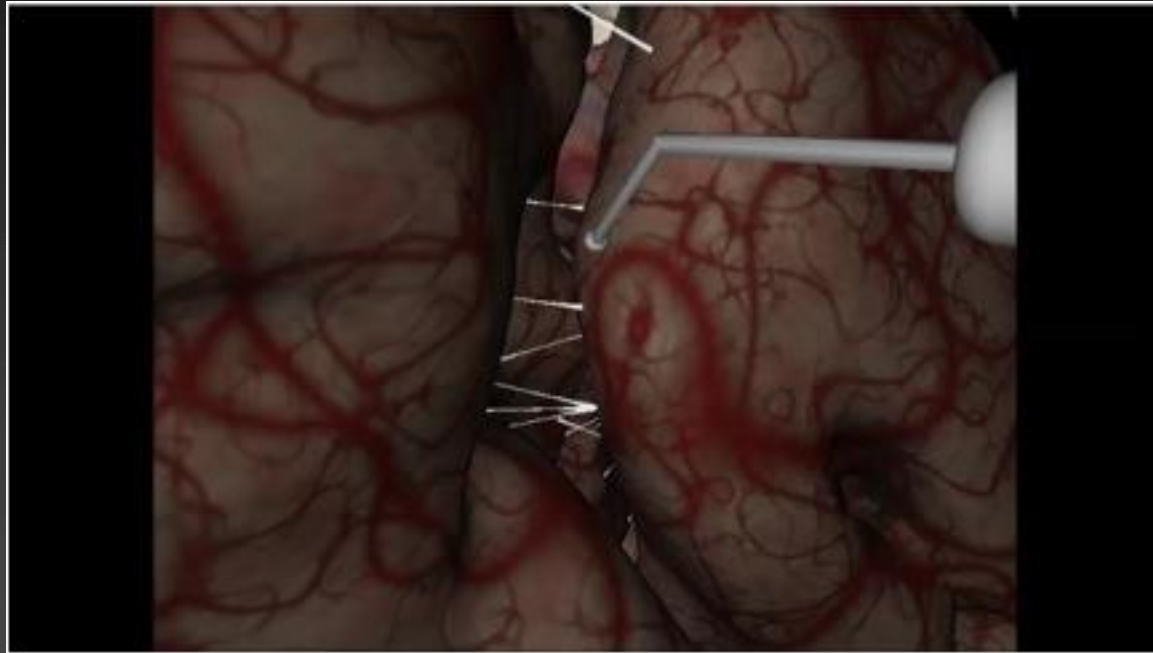
- Modélisation des instruments: Freecad<sup>®</sup>
- Scripts spécifiques en Python<sup>®</sup>:
  - ✓ Interface de changement d'outil et de clip
  - ✓ larguer/ récupérer le clip
- Rendu final: QT creator<sup>®</sup> (Linux) puis Visual studio<sup>®</sup> 2012 (Windows) cf. introduction des Omni.



# Scénarii pédagogiques

---

## Abord superficiel de la vallée sylvienne

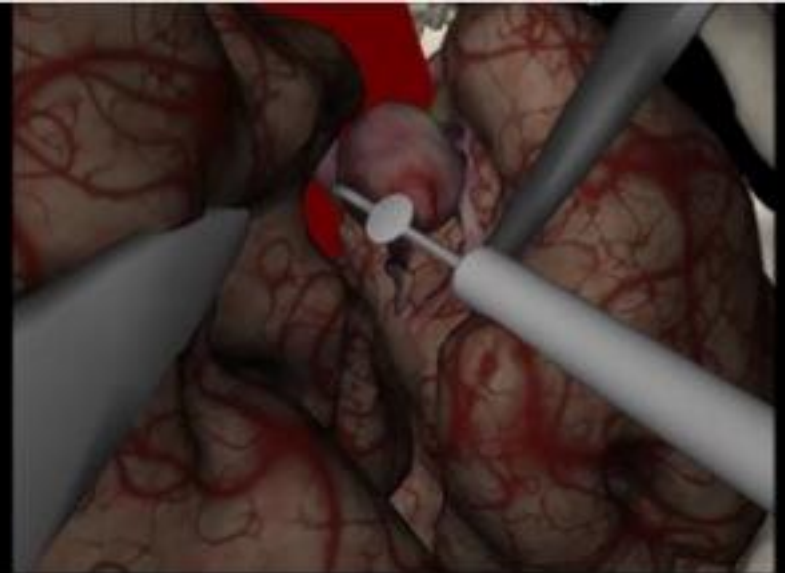
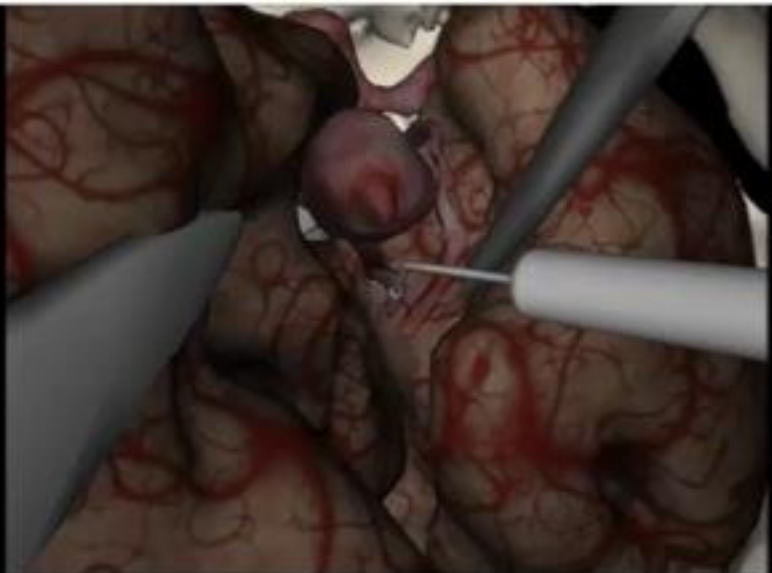




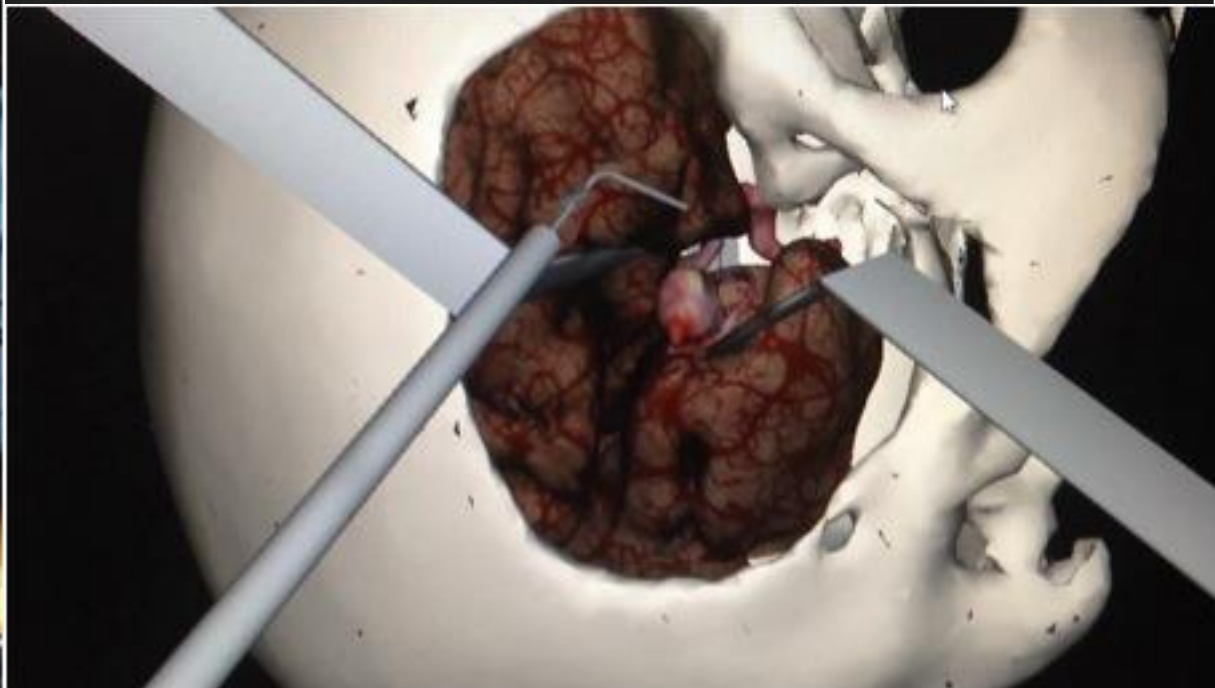
## Dissection de l'anévrisme



# Rupture anévrysmale et clampage temporaire



# Clippage anévrysmal



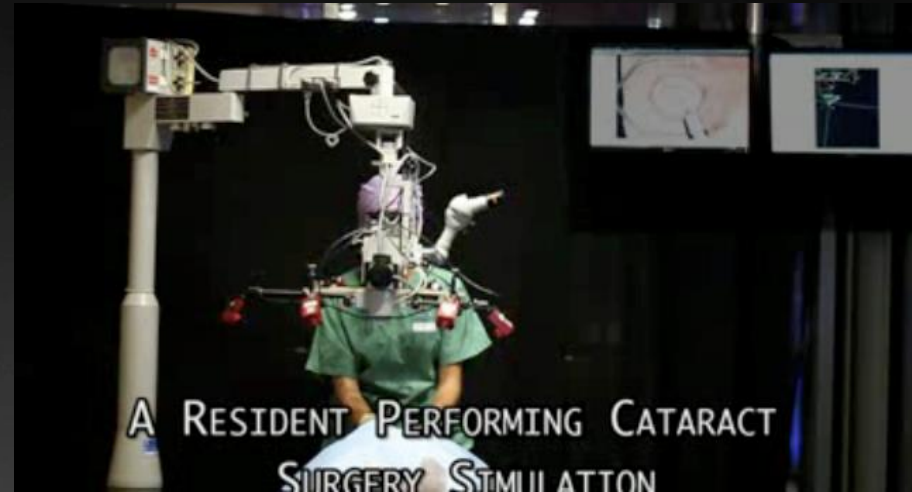
# Evaluation de la pratique

---

- Session encadrée par un instructeur:
  - ✓ Orientation de la tête, qualité de la voie d'abord
  - ✓ Travail bi-manuel, gestion du zoom - profondeur de champ
  - ✓ Gestion du sac anévrismal et choix du clip le plus adapté
  - ✓ Perméabilité des collatérales
  - ✓ Gestion de la rupture anévrismale (déclenchée ou provoquée)
  - ✓ Gestion du clampage temporaire (chrono)
  - ✓ Temps de réaction
- Session solo:
  - ✓ Tâches à effectuer pour un tps donné: ex – nb brides / min
  - ✓ Tâches à effectuer sans complication: ex – rupture
  - ✓ Fiche d'autoévaluation / scores / courbe de progression

# Conclusion

- Prototype quasi opérationnel
- Optimisation vitesse de calcul
- Bras haptiques de qualité sup
- Amélioration vision 3D / profondeur (lunettes 3D stéréo)
- Injection dans un micro binoculaire et mannequin – tête  
= réalisme microchirurgical



# Avenir: une plate-forme globale de simulation en neurochirurgie

- Applications directes envisageables:
  - ✓ DVE et ventriculo-cisternostomie endoscopique, DBS, ostéosynthèse rachidienne, tumeur
- Partenariats:
  - ✓ Institutionnel: SFNC, Collège, Universités
  - ✓ R & D: Inria Nord Europe / InSimo
  - ✓ Industriel: instrumentation / microscope
  - ✓ Pédagogique: Ecoles de chirurgie, ateliers de la société, JNE
- Financement:
  - ✓ Collège, SFNC, industriel, UNF3S
- Moyens humains:
  - ✓ Ingénieurs: Inria, InSimo
  - ✓ Masters 2 de sciences chirurgicales

