



Association des Morphologistes

98<sup>e</sup> congrès annuel

17-19 mars 2016 - Centre de Congrès Pierre-Paul Riquet - Toulouse

# Fusion d'images d'échographie haute fréquence et micro scanner pour navigation intra cochléaire

Mohamed Akkari<sup>1,2</sup>, Gérard Subsol<sup>3</sup>, Nabil Zemiti<sup>3</sup>, Charlotte Farah<sup>4</sup>, Guillaume Captier<sup>2</sup>, Frédéric Venail<sup>1</sup>

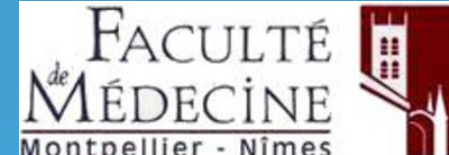
<sup>1</sup>Service d'ORL et CCF, Hôpital Gui de Chauliac, CHU de Montpellier

<sup>2</sup>Laboratoire d'Anatomie, Faculté de Médecine de Montpellier-Nîmes, Université de Montpellier

<sup>3</sup>Equipe de recherche ICAR et DEXTER LIRMM, CNRS UMR 5506/Université de Montpellier

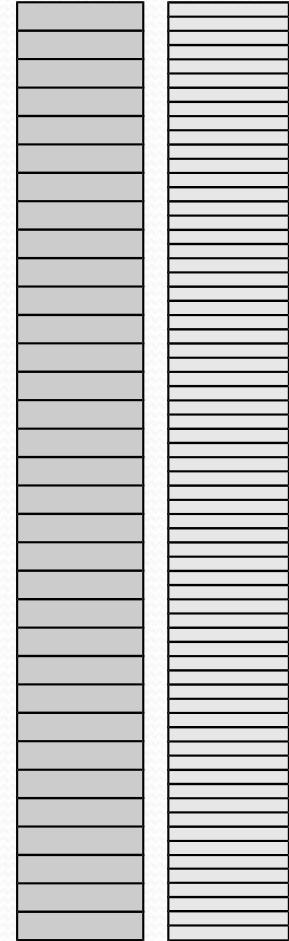
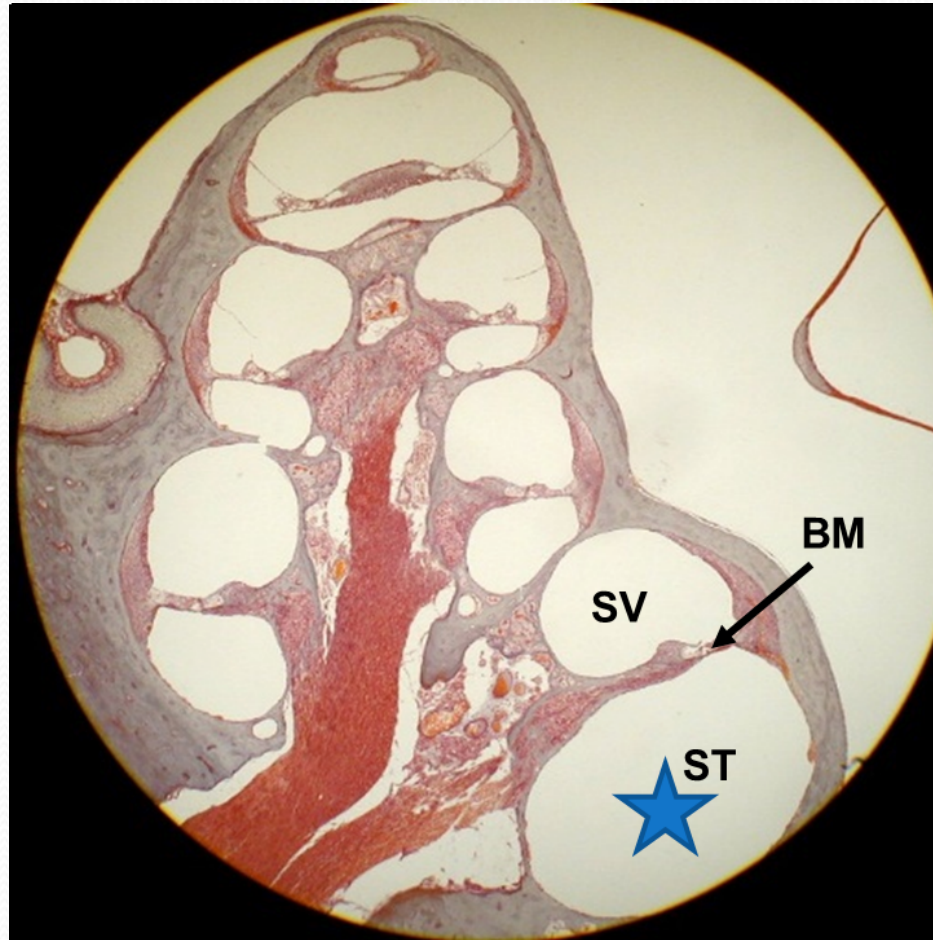
<sup>4</sup>Plateforme Imagerie du Petit Animal de Montpellier (IPAM), UMR CNRS 9214, Inserm U1046, Université de Montpellier

<sup>5</sup>Institut des Neurosciences de Montpellier, unité INSERM U1051



# Introduction

- Cochlée humaine: 6x10 mm
- Imagerie médicale:
  - IRM: **300  $\mu\text{m}$**
  - Cone Beam Computed Tomography (CBCT): **150  $\mu\text{m}$**
- Limites au développement de:
  - Procédures chirurgicales
  - Outils diagnostiques



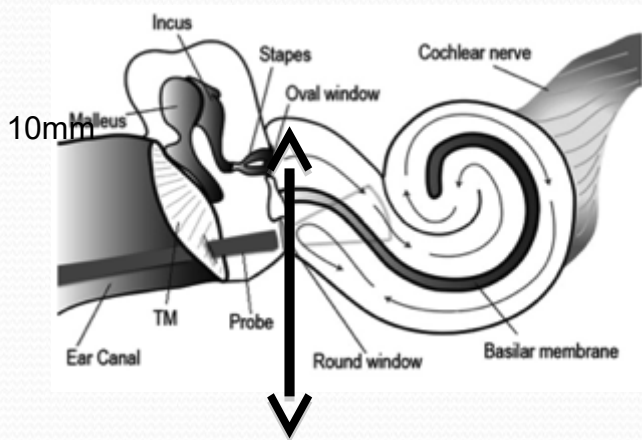
300  $\mu\text{m}$  150  $\mu\text{m}$

*Coupe histologique de cochlée de cochon d'Inde.  
D'après Fankhauser. Histology of the inner ear.*

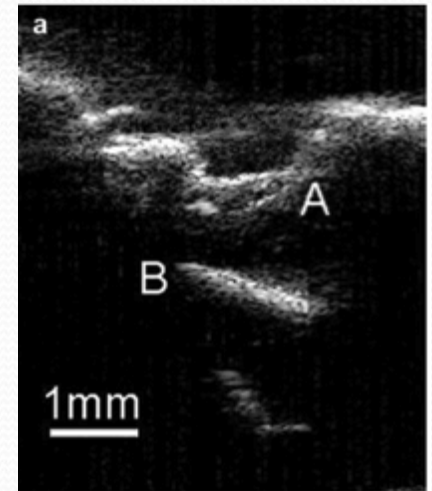
*SC: scala tympani, SV: scala vestibuli, BM: basilar membrane*

# Introduction

- Brown et al (2009):
  - Ultrasonographie (US) haute fréquence (50 MHz) 2D
  - Résolution **50  $\mu\text{m}$** , profondeur **5 mm**



A : fenêtre ronde  
B : membrane basilaire

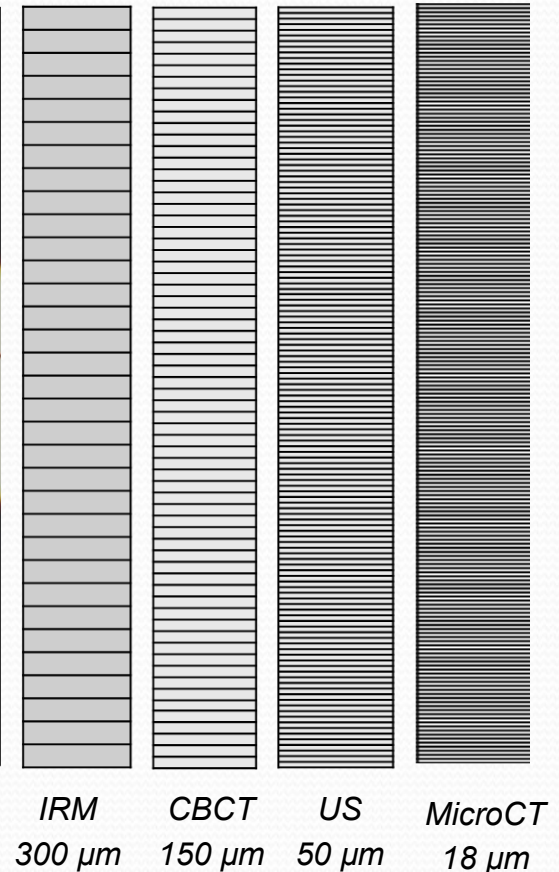
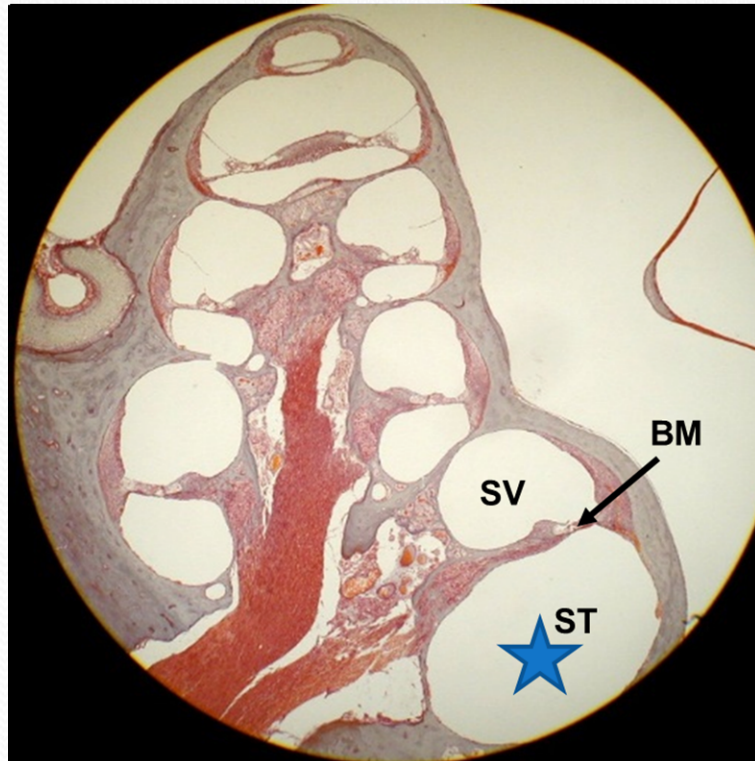


- Déformation conique → identification des structures?
- US 3D de la cochlée: jamais évaluée

# Introduction

- Aspect « temps réel » et résolution de l'échographie + rendu anatomique du scanner

- Micro CT:
  - 9-36  $\mu\text{m}$



# Objectifs

- Confirmation des données de la littérature:
  - Echographie 2D
  - Micro CT
- Intérêt de l'échographie 3D de la cochlée
- Faisabilité d'une fusion d'images US 3D/Micro CT

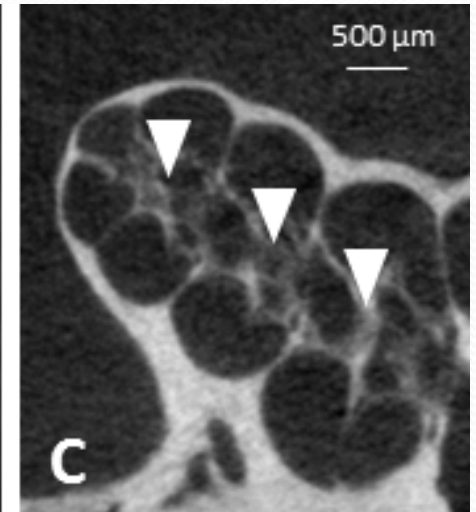
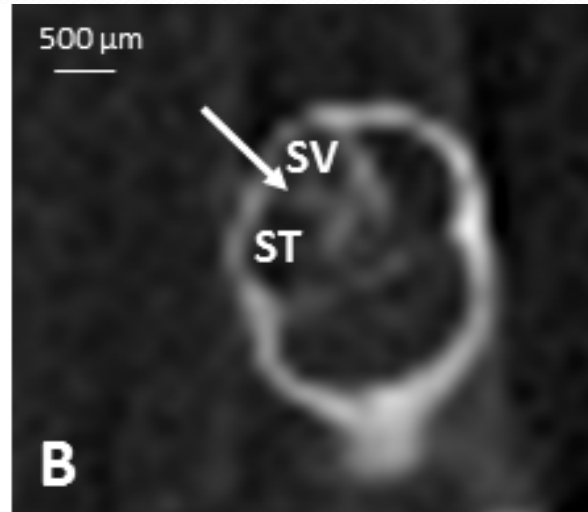
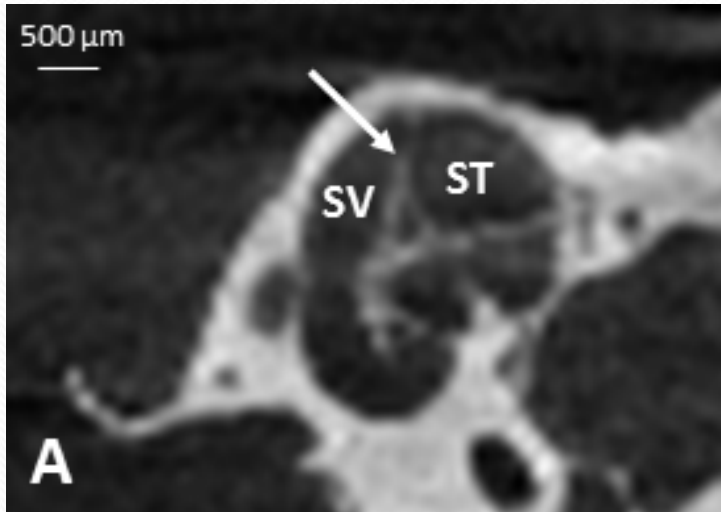
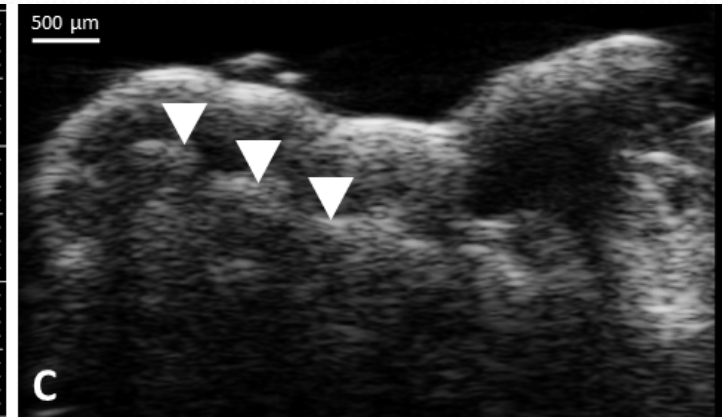
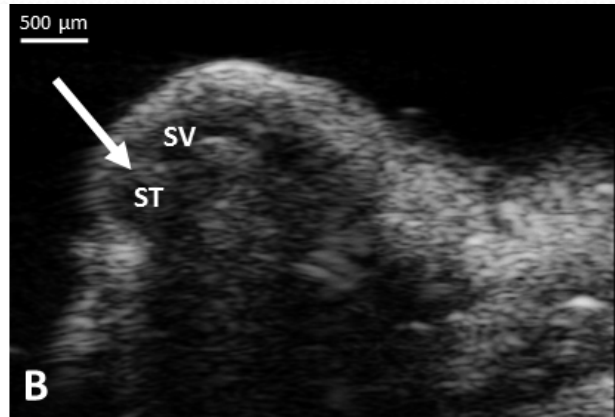
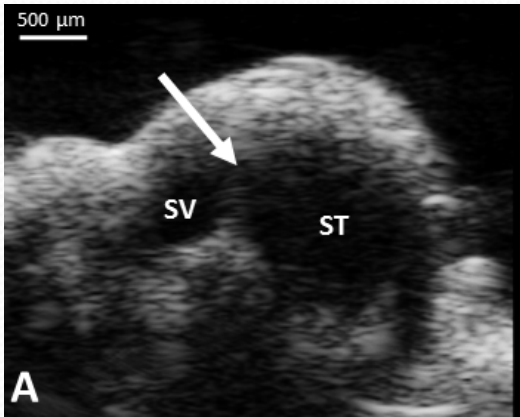
# US 2D et micro CT



- Cochlée gauche de cochon d'Inde ex vivo
- Echo Vevo 2100 Imaging System®
  - Sonde 40 MHz
- Skyscan 1076®
  - Résolution 18  $\mu\text{m}$

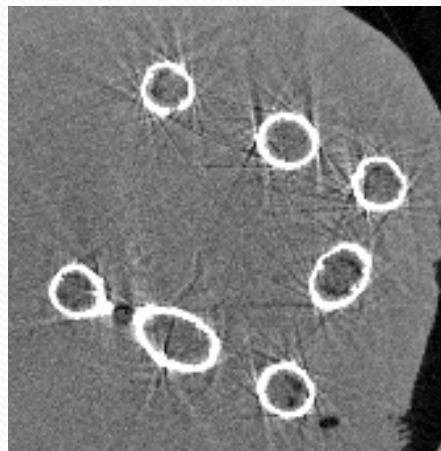
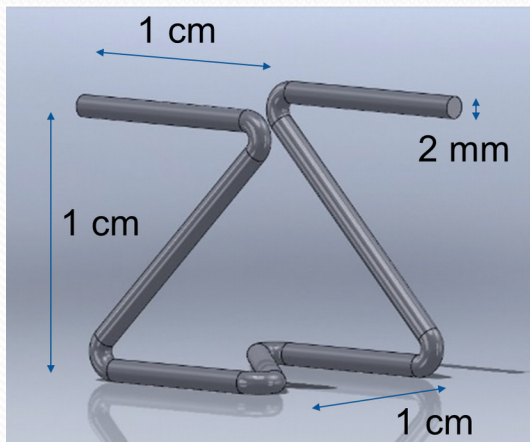


# US 2D et micro CT



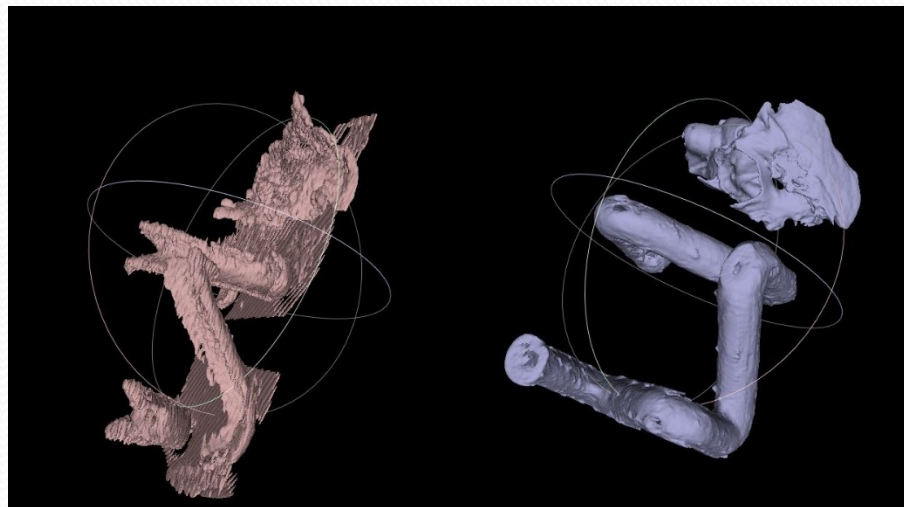
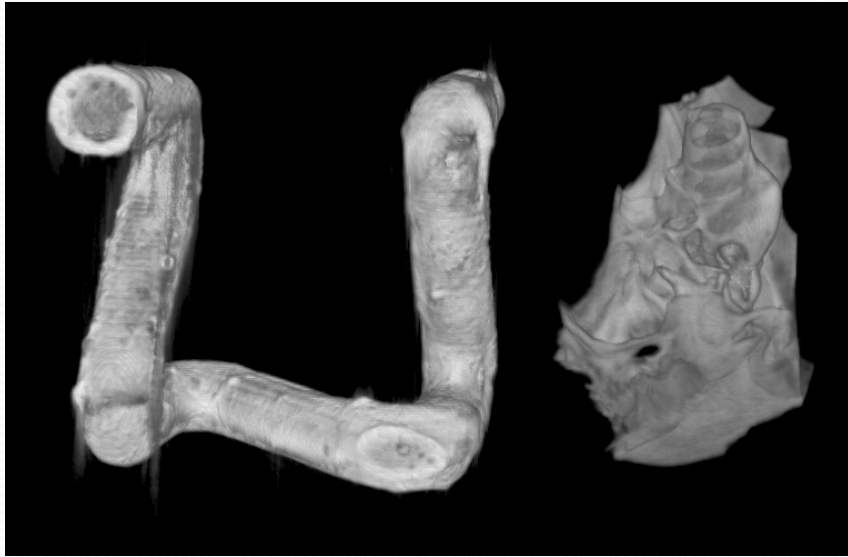
# Préparation pour recalage

- Mire fiduciaire 3D
- Gel d'Agar
- Moteur 3D couplé à la sonde
  - Acquisitions (axe des z): 0.064 mm
  - Distance parcourue: 31.75 mm



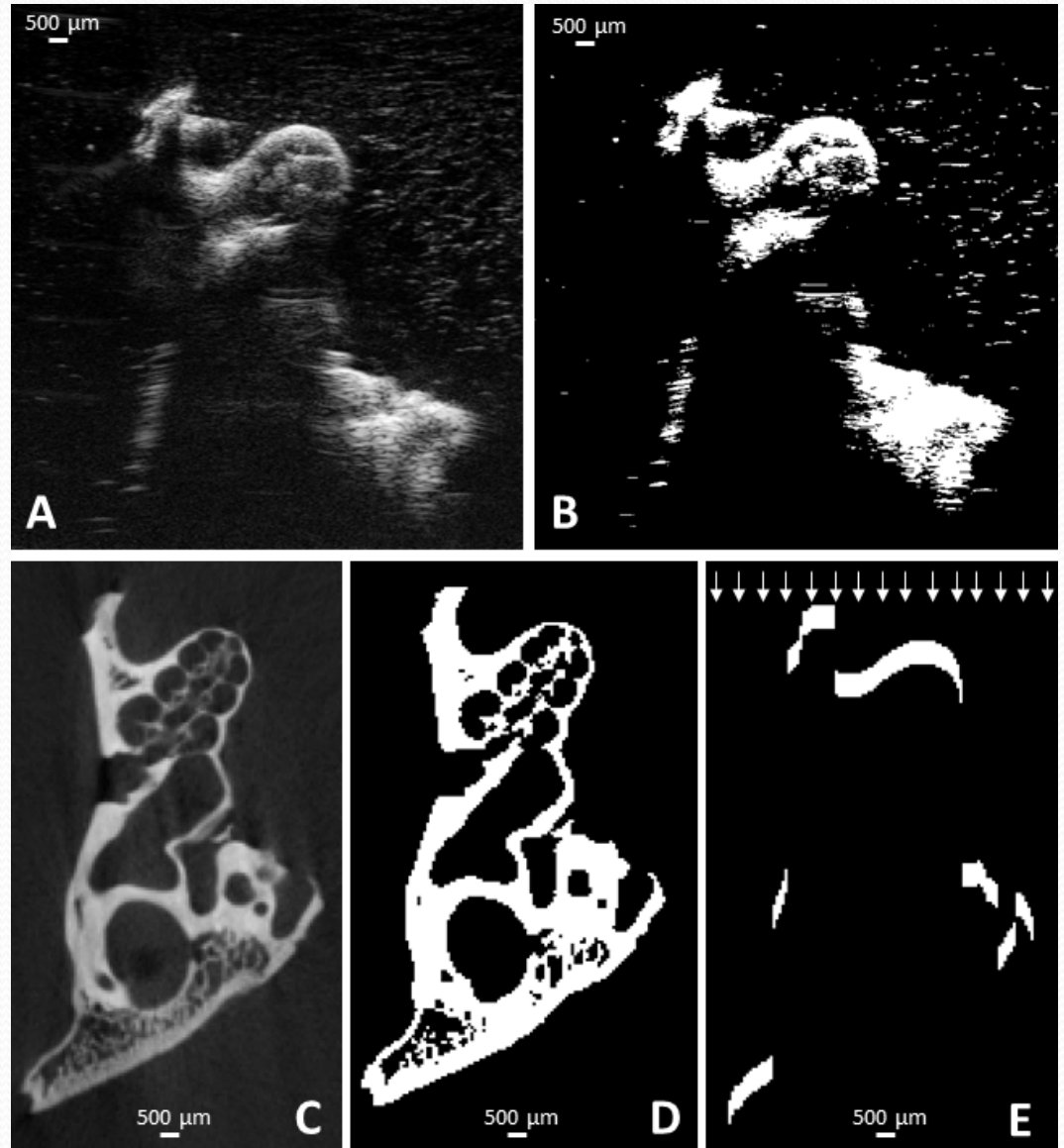


# US 3D et micro CT



# Traitement des images

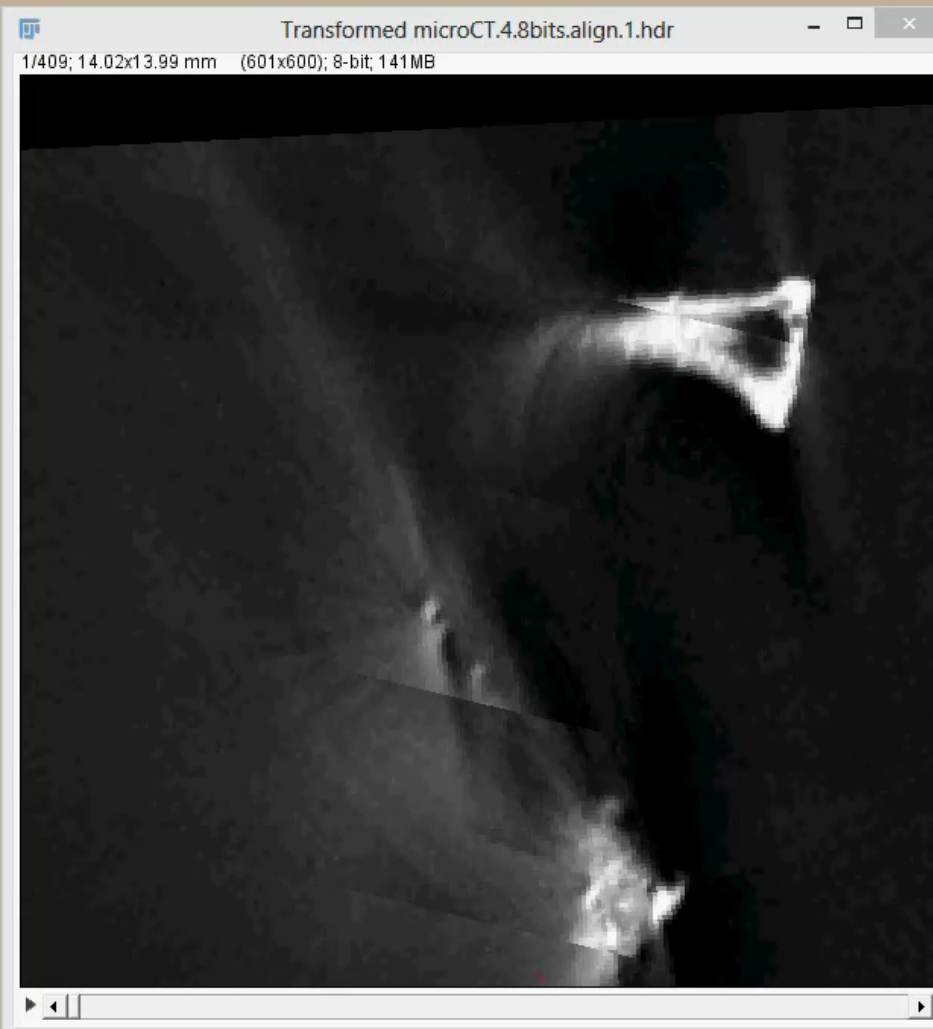
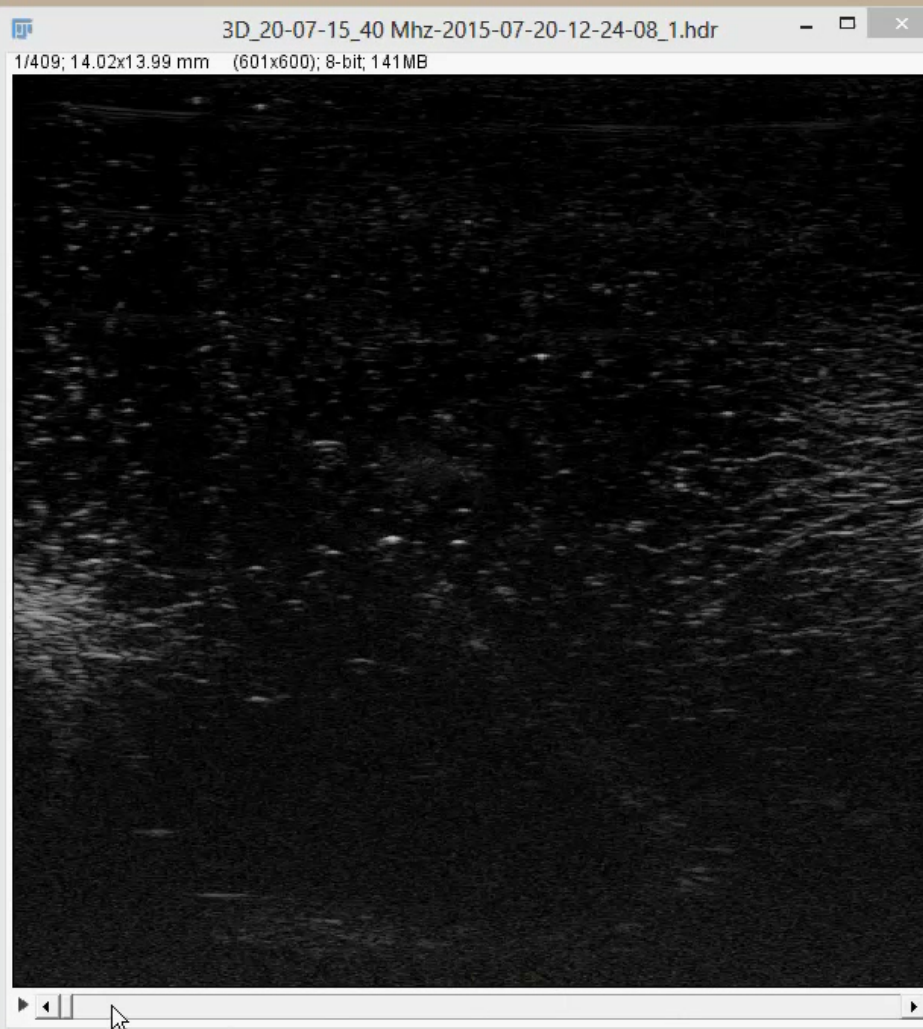
- Images natives
- Segmentation (seuillage)
- Simulation US (atténuation)



# Recalage

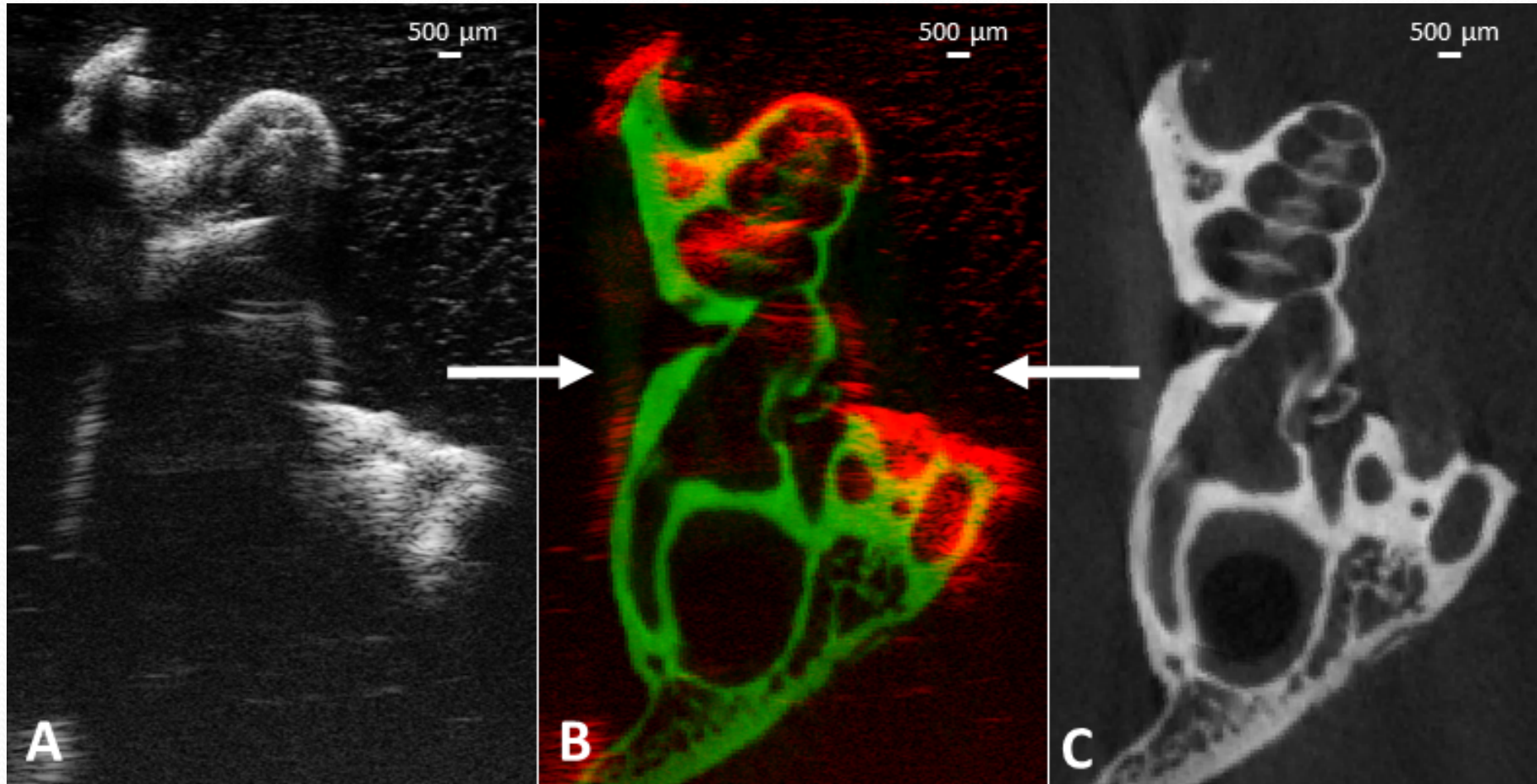
## Evaluation qualitative

- Recalage rigide basé sur le critère de corrélation



# Recalage

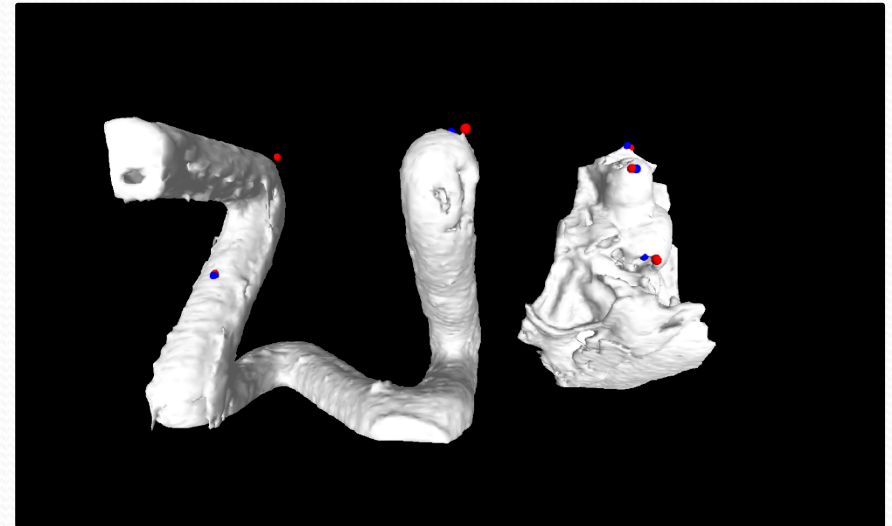
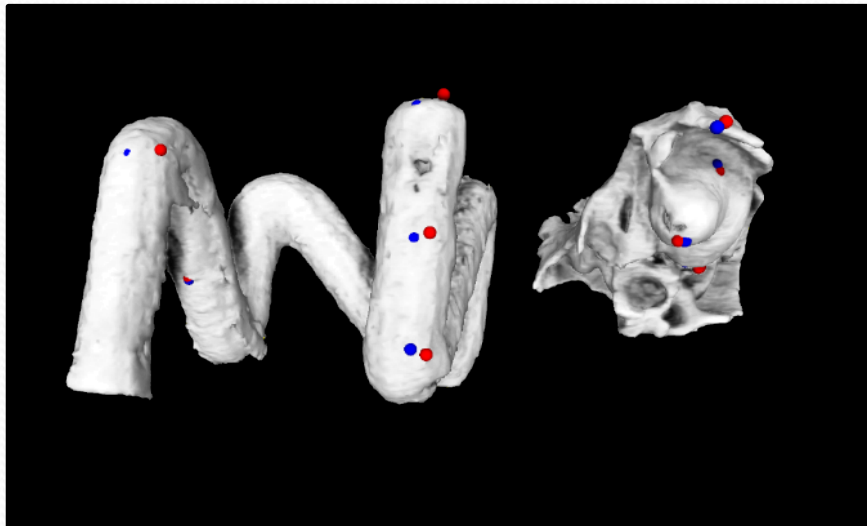
## Evaluation qualitative



# Recalage

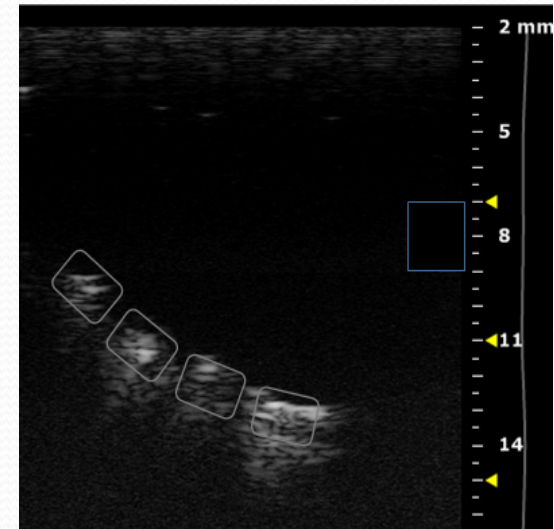
## Evaluation quantitative

- 2 observateurs
- 12 points de repère dans chaque modalité (24 points par expert), répétition 5 fois (120 points par expert au total)
- Concordance intra et inter observateur: 0.99  $p < 0.001$
- Calcul de la distance d'erreur:
  - $0.17 \pm 0.03$  mm [0.10-0.25] (cochlée)
  - $0.38 \pm 0.07$  mm [0.22-0.54] (mire)



# Conclusions

- US 2D et micro CT → architecture interne de la cochlée
- US 3D → meilleure orientation dans l'espace
- Fusion US/micro CT → faisable
- Applications cliniques:
  - Implantation cochléaire (IC) minimal-invasive
  - Perfusion médicamenteuse intra-cochléaire
  - Diagnostic de pathologies de l'oreille interne



# Perspectives

- Amélioration de l'algorithme de recalage
- IC ex vivo et confirmation histologique
- Fusion US/CBCT
- Essai sur cochlée in situ (sonde miniaturisée)
- Robotisation du contrôle échographique?

