



ASSISTANCE
PUBLIQUE HÔPITAUX
DE PARIS



Inserm
Institut national
de la santé et de la recherche médicale



Institut Pasteur



Assistance robotisée à la chirurgie de l'oreille moyenne et de l'implantation cochléaire

Yann Nguyen, Isabelle Mosnier, Hannah Daoudi, Renato Torres,
Marine Veleur, Olivier Sterkers, Evelyne Ferrary

AP-HP, GHU « Sorbonne Université »; site Pitié Salpêtrière; DMU «ChIR» Chirurgie Innovation et recherche, Service ORL, Paris.
Sorbonne Université/ Inserm / Pasteur : UMR-S 1120, Génétique et physiologie de l'audition, Equipe T12S « Technologies innovantes et thérapies translationnelles de la surdité »

Contraintes spécifiques

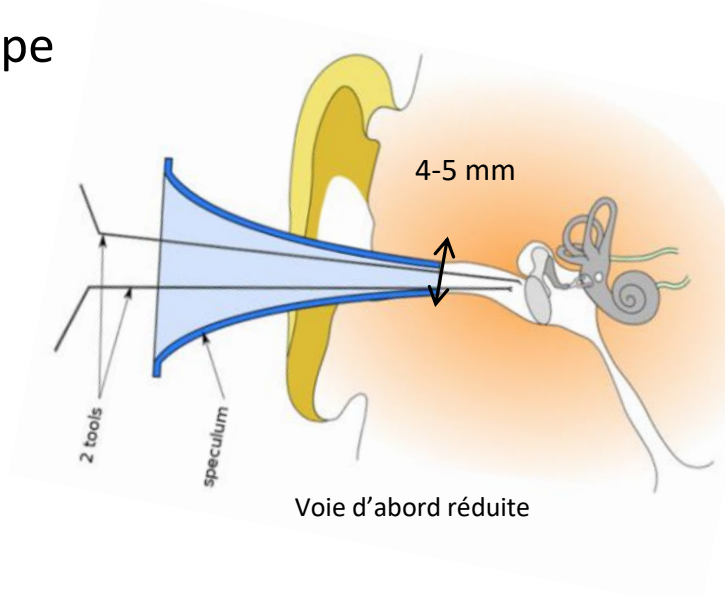
Exposition chirurgicale et espace de travail réduit

Effectuée sous microscope ou endoscope

Un seul opérateur

Structures neurosensorielles à risque

Dextérité élevée



Courbe d'apprentissage longue

Risques fonctionnels pour l'audition et le n.facial

Représentation mentale 3-D

Stressant pour le chirurgien senior

Allongement de la durée opératoire



osselets et prothèses ossiculaires

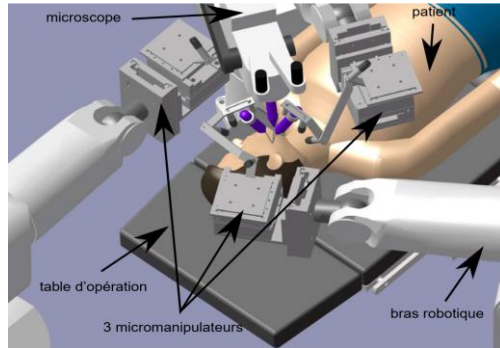


Installation standard en chirurgie otologique

Création du projet RobOtol en 2006

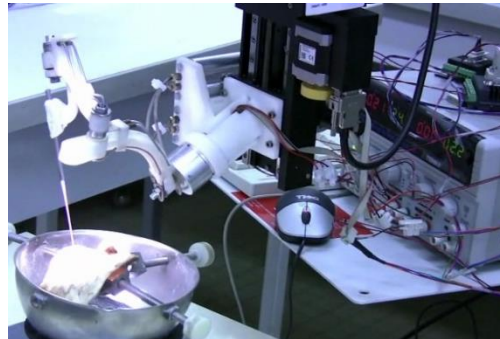


Membres de l'équipe UMR-S 867 Chirurgie otologique mini-invasive robotisée Inserm/Université Paris 7



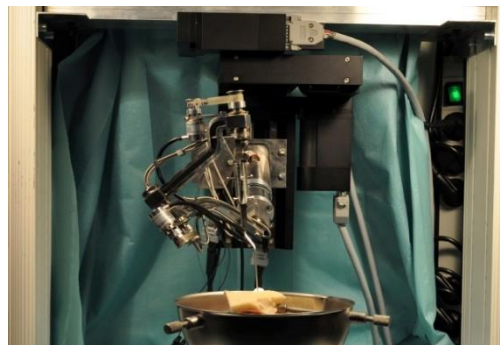
Start 2006

- Collaboration ORL-Roboticiens
- Cahier des charges et design



Mk1 in 2009

- 6 ddl
- Impression 3D du bras
- Transmission par cable Bowden
- Uniquement micro-crochet



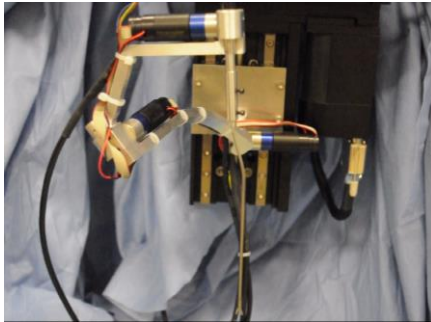
Mk2 en 2011

- Bras rigide en métal
- Encoders sur actionneur rotatoires
- Frein électromagnétique

Collaborations
ISIR, UPMC/Paris 6

- Miroir M et al, EUCOMES, 2008
Miroir M et al, Biorob, 2008
Miroir M et al, IEEE/RSJ IROS, 2010
Kazmitcheff G et al, IEEE/RSJ IROS 2011
Nguyen Y et al, Surg Innov, 2011
Miroir M et al, ScientificWorldJournal, 2012

1. RobOtol From prototyping to industrialization : 2011-2016



Mk3 in 2013

- 7 ddl
- Transmission directe
- Maintenance simplifiée
- Instruments actifs et aspiration



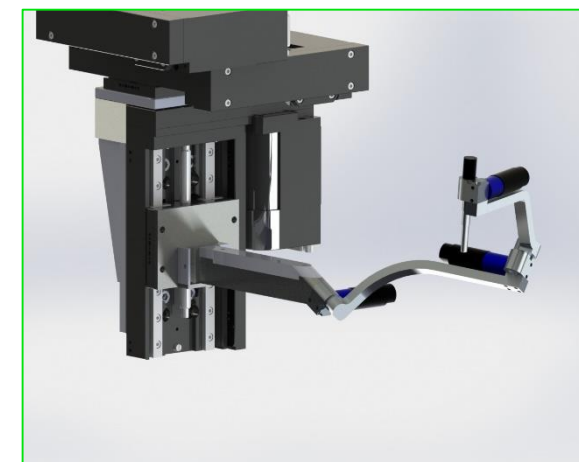
Mk4 in 2016

- Protection par coque
- Housse stérile
- Changement rapide des instruments



CE Marking
in 2016

- Utilisation clinique possible
- Ouverture vers d'autres équipes
- Levée de capitaux externes



Bras porte endoscope

Bras porte instruments



 COLLIN



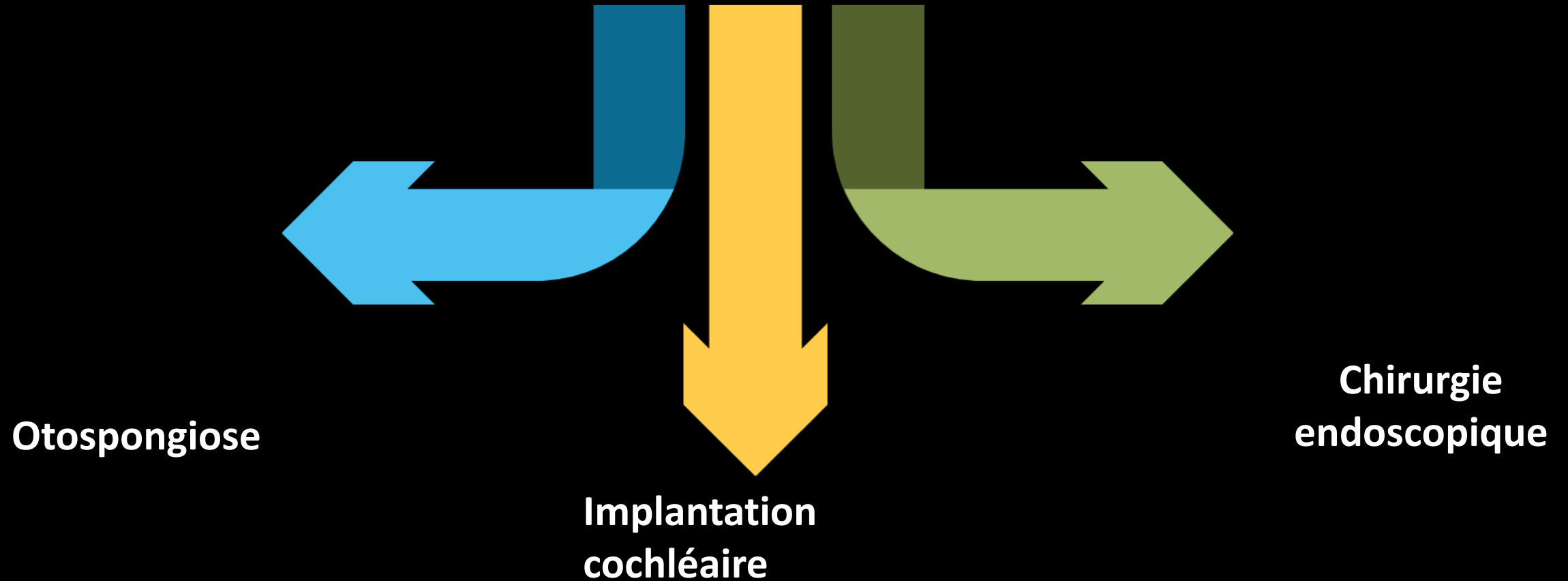
- Housse et raccord dédiés
- Capacité d'emport augmentée
- Port d'optique 0 et 30°, longueur 25 cm
- Intérêt du blocage des translations

- Housse et raccord dédiés
- Bras affiné pour libérer le champ de vision
- Instruments passifs, canules d'aspiration et porte Laser
- Intérêt du blocage des translations

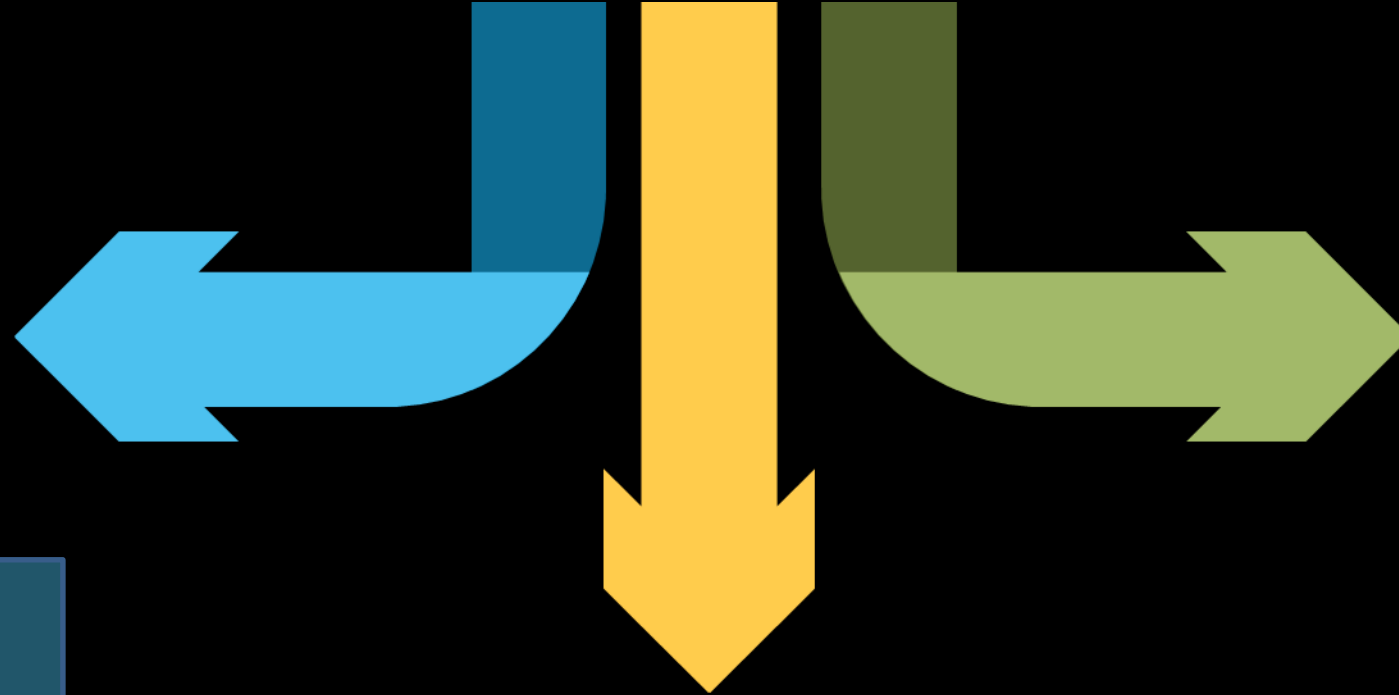
Premier patient opéré en février 2018 : pose d'aérateur transtympanique



Chirurgie otologique robotisée: bénéfices attendus dans 3 indications



Chirurgie otologique robotisée: bénéfices attendus dans 3 indications



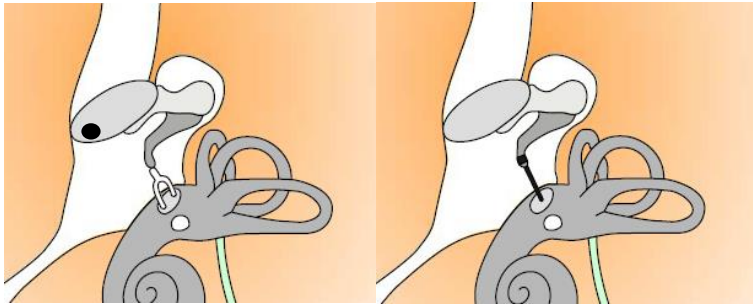
Otospongiose

Précision du laser
Platinotomie contrôlée
Serrage optimal du piston

Implantation cochléaire

Chirurgie endoscopique

Chirurgie de l'otospongiose



Avant

Après

Chirurgie de remplacement de l'étrier

Guidage laser

- ø 200 µm KTP Laser guidé par le robot
- Section du tendon et de la branche postérieure de l'étrier, platinotomie
- Serrage du piston en nitinol (Nitibond®, Kurz)

Suppression des tremblements

Haute précision de mouvement

Stabilité sur la cible entre les tirs



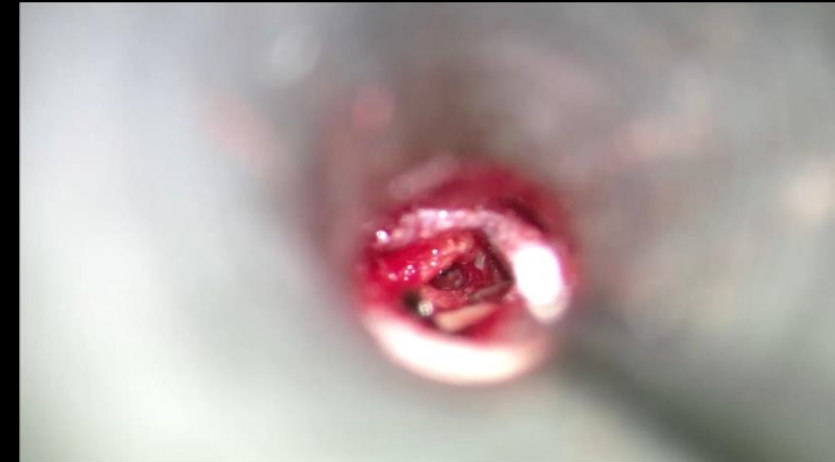


Section du tendon et branche post



Manuelle

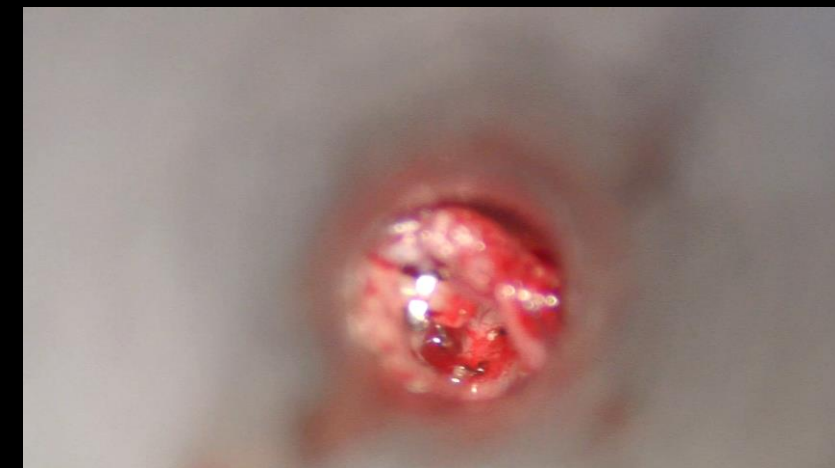
Platinotomie



Serrage du piston



Robot



Chirurgie otologique robotisée: bénéfices attendus dans 3 indications



Otospongiose

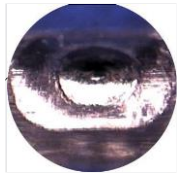
**Chirurgie
endoscopique**

Implantation cochléaire

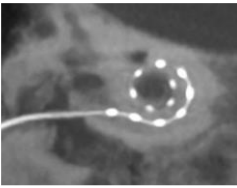
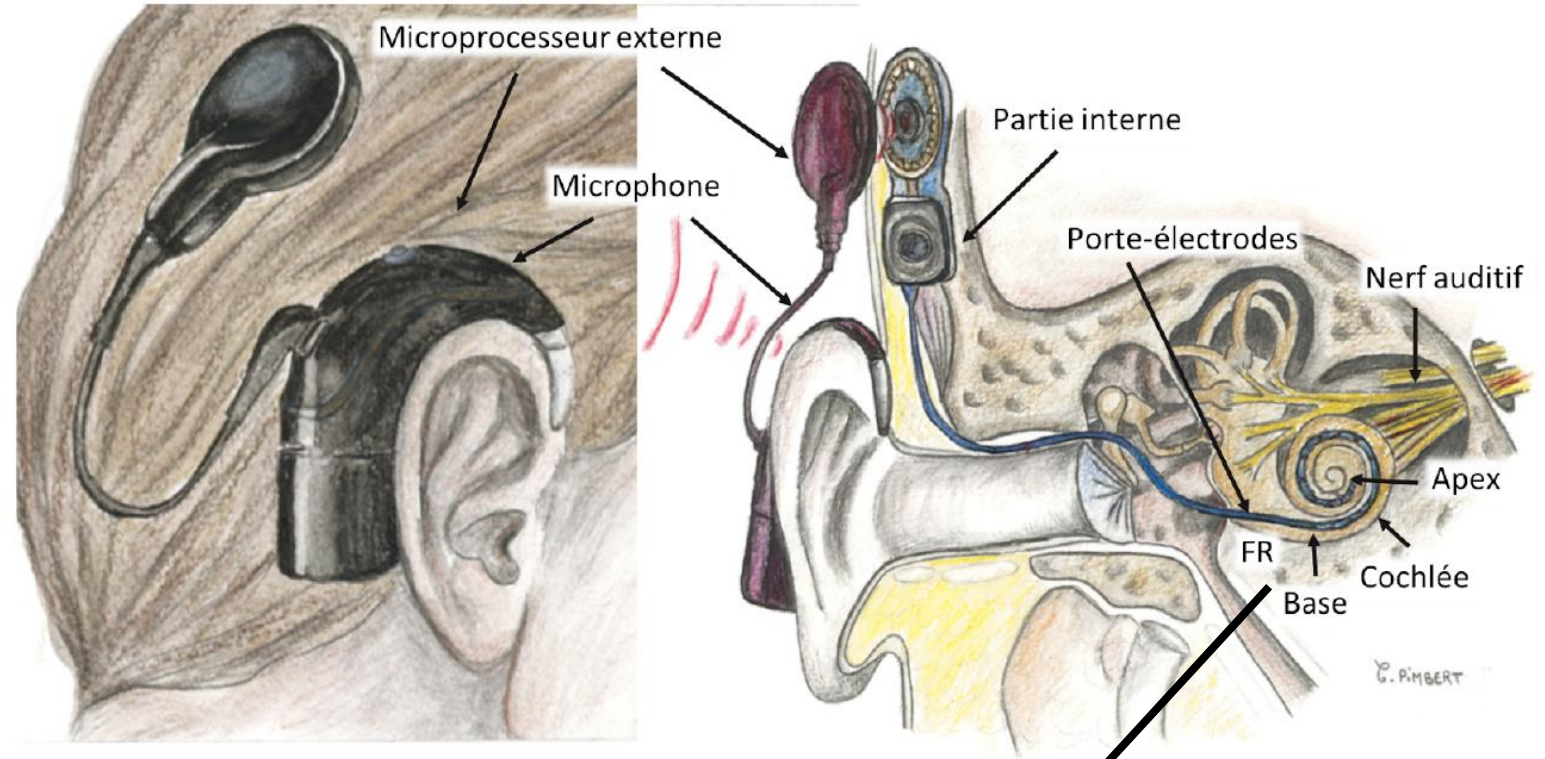
Diminution du taux de translocation
Meilleure préservation de l'audition
résiduelle
Couplage à la navigation et à l'EcochG

Implant cochléaire : mieux préserver les structures

Modèle MED-EL



Electrodes



1^{ère} mondiale en Juillet 2019 : implantation au robot

Le Monde

Un implant cochléaire posé par un bras robotisé « made in France »

First in man: Juillet 2019

> 200 implantation au robot à PSL à ce jour



- Indication : toutes les implantations cochléaires (y compris les révisions ou les malformations)
- Limites : disponibilité de l'outil
- Non indiqué lorsque l'on s'attend à une insertion avec une résistance élevée (méningite, otosclérose, ossification partielle).

Insertion robotisée : technique chirurgicale

RobOtol

Manuelle

Daoudi *et al.*, *Otol Neurotol*, 2021



Chirurgie otologique robotisée: bénéfices attendus dans 3 indications



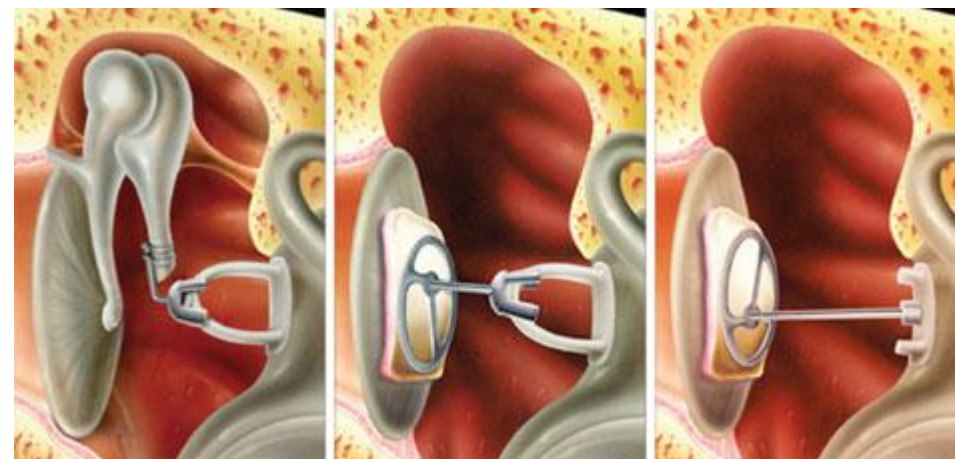
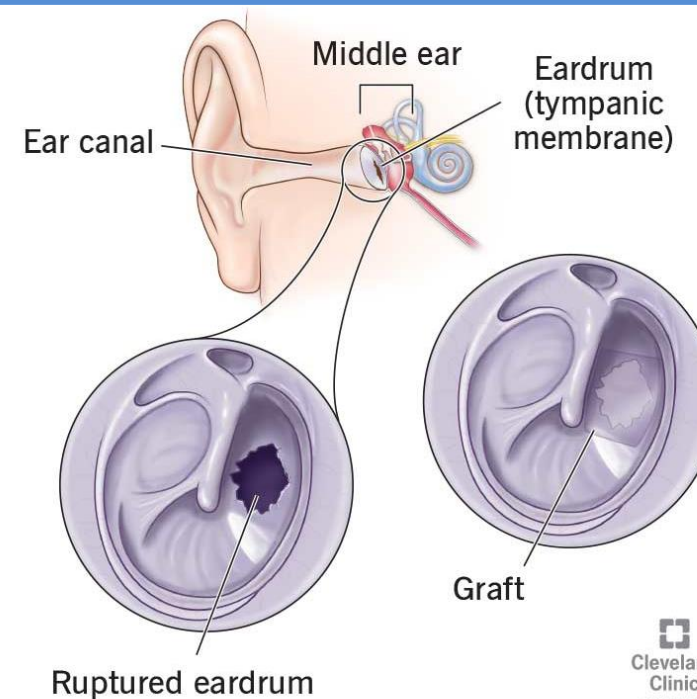
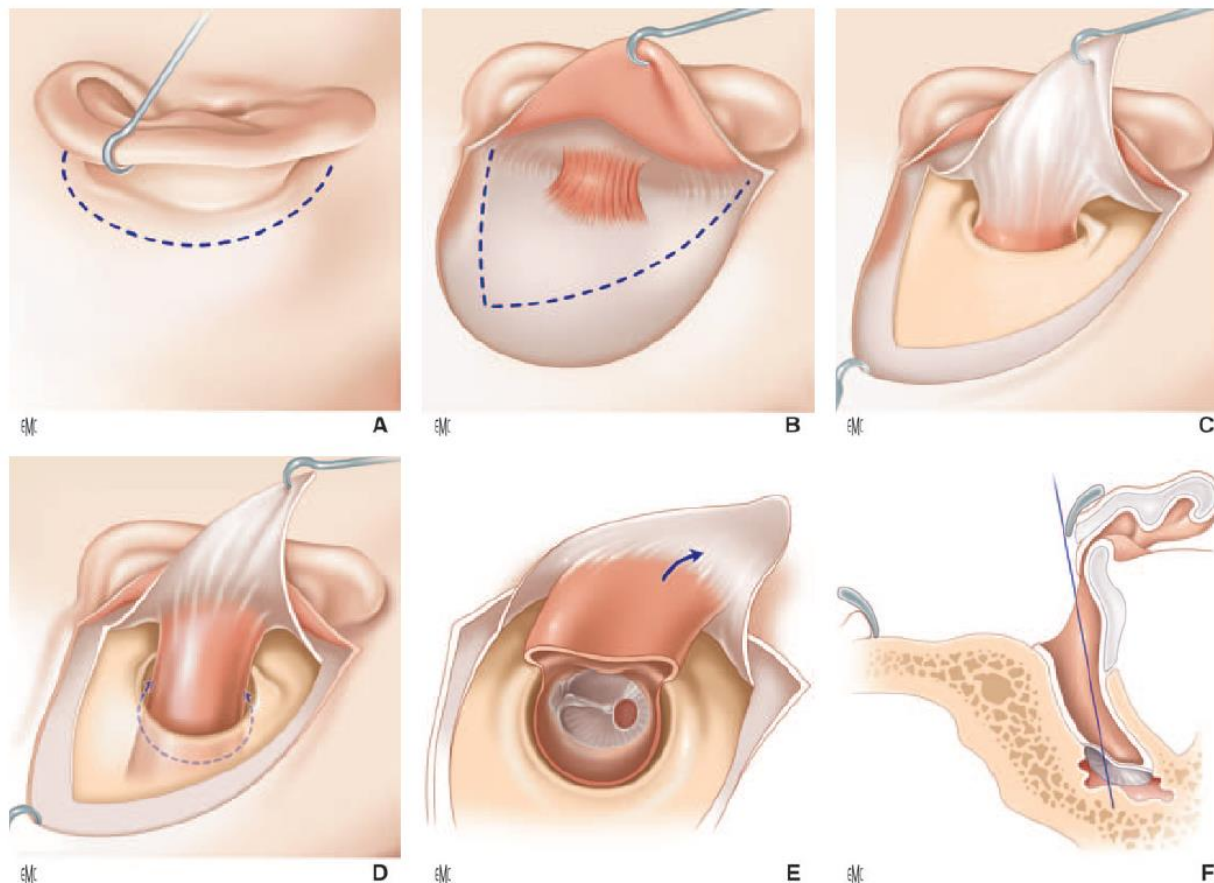
Otospongiose

**Implantation
cochléaire**

**Chirurgie
endoscopique**

Amélioration de la vision
Gestuelle à deux main
Couplage à la navigation
Réalité augmentée

La chirurgie de l'oreille moyenne : tympanoplastie, ossiculoplastie



Deguine O., Calmels M. N., and Deguine C. Tympanoplasties "EMC."
(2007): 46-060.

La chirurgie endoscopique robotisée mini-invasive

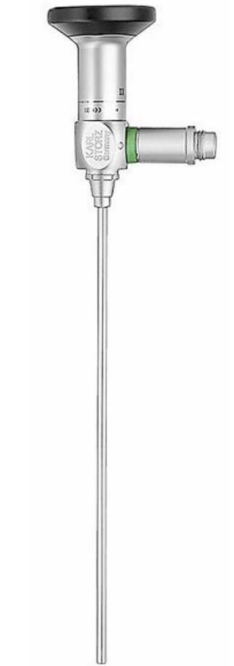
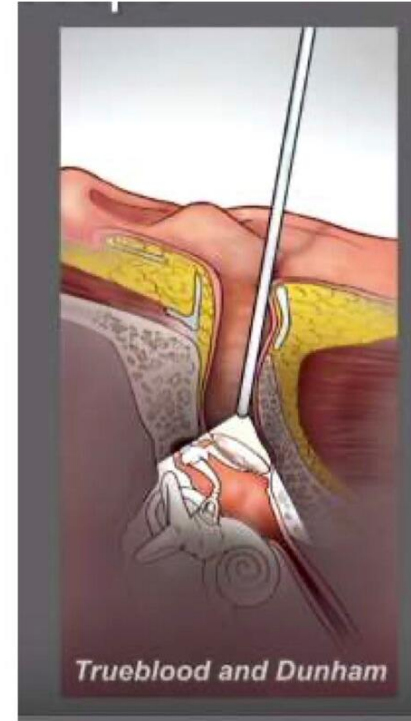
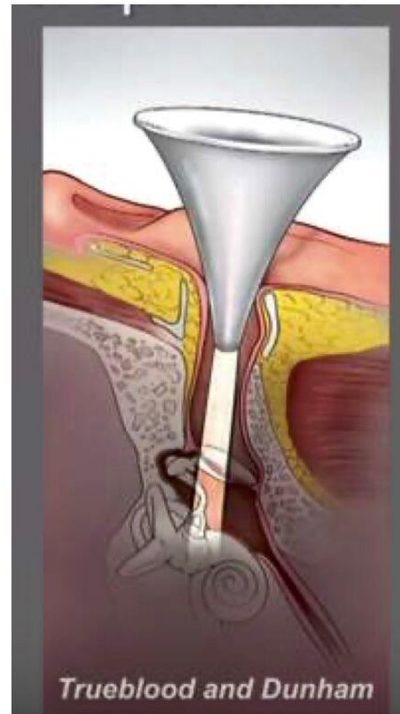
Bénéfices de l'endoscope

Meilleure visualisation des cavités de l'oreille moyenne

Taux élevé de voies du conduit

Moins de fraisage du cadre

Procédure plus courte ?



Que peut on attendre de la chirurgie endoscopique robotisée ?

Bénéfices de l'endoscope

- Meilleure visualisation des cavités de l'oreille moyenne
- Taux élevé de voies du conduit
- Moins de fraisage du cadre
- Procédure plus courte ?



Chirurgie endoscopique conventionnelle

Pour :

- Mouvement rapide, dans et hors de l'espace de travail
- Réduction du risque de collision entre l'outil et l'endoscope
- Réduction des couts

Contre :

- Risque de collision avec les structures de l'oreille moyenne
- Technique à une main
- Gestion des saignements chronophage
- Utilisation difficile de moteurs (besoin de piézo)
- Une courbe d'apprentissage longue



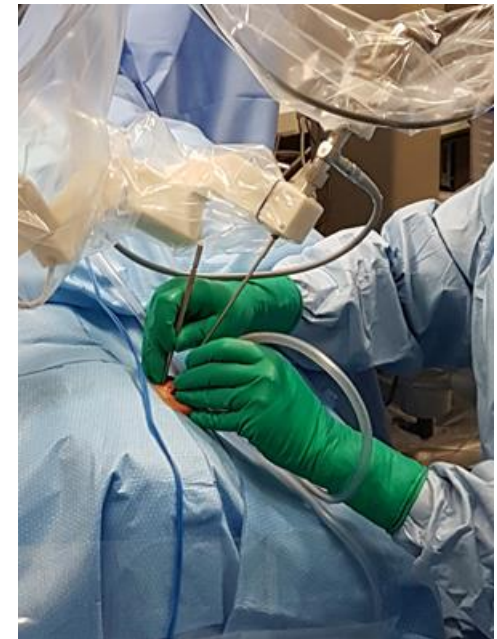
Chirurgie endoscopique robotisée

Pour :

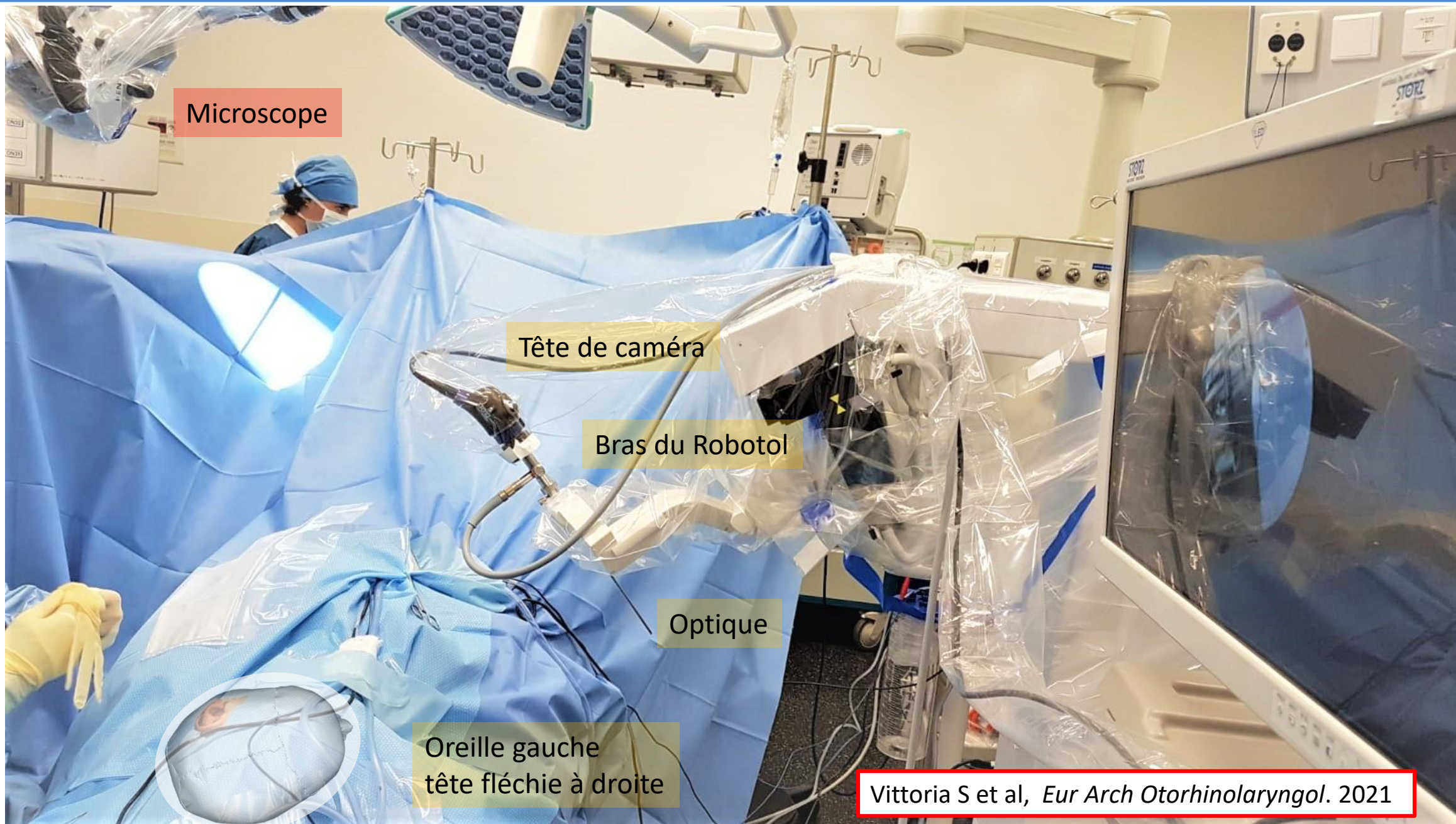
- Technique à deux mains
- Courbe d'apprentissage plus courte
- Aspirations
- Compatible avec le fraisage

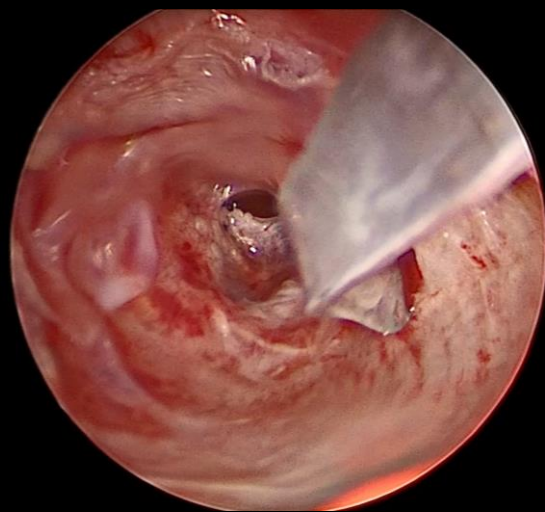
Contre :

- Cout additionnel
- Collision avec les outils dans le CAE
- Risque de collision du patient avec le robot en cas de réveil partiel

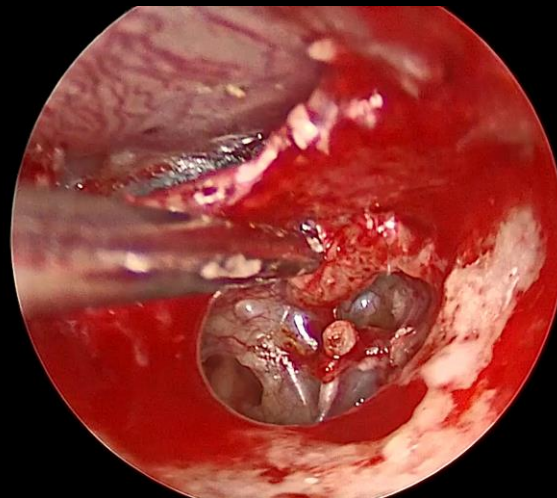








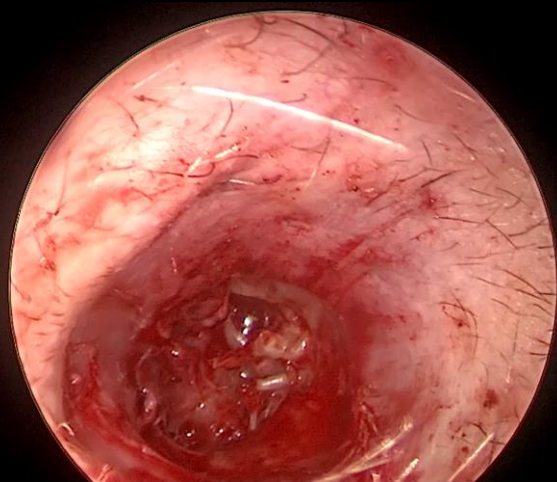
Incision dans le CAE



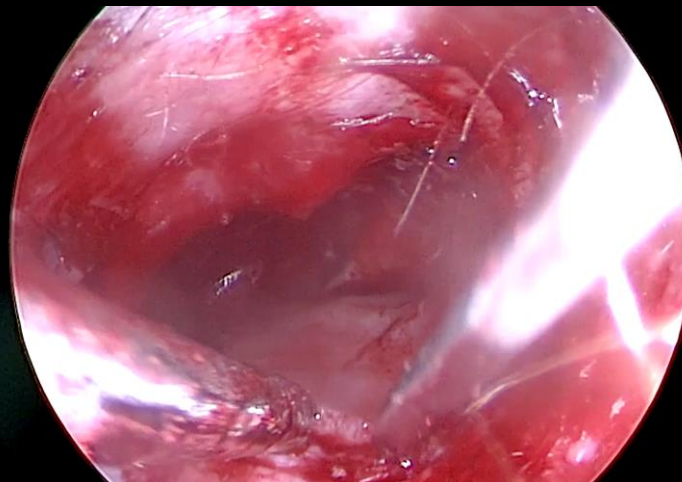
Dissection manche du marteau



Fraisage dans le CAE



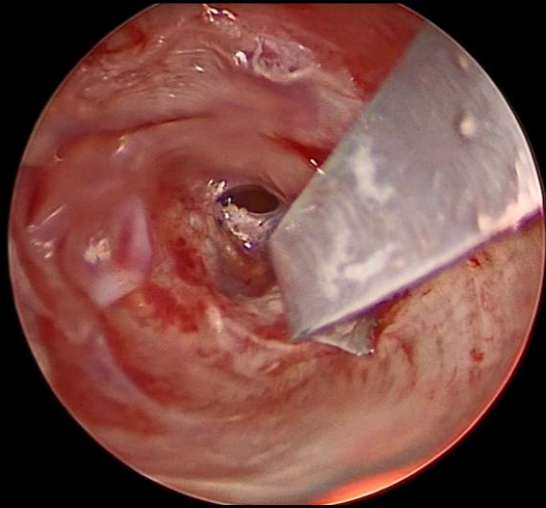
Ossiculoplastie par ciment



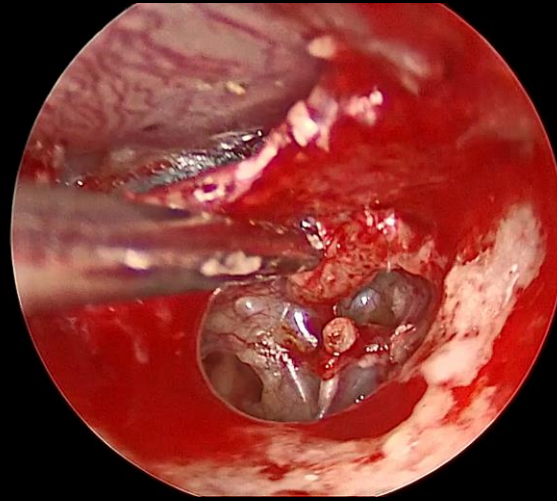
Renforcement du tympan
par du cartilage



Mise en place
d'une aponévrose temporale



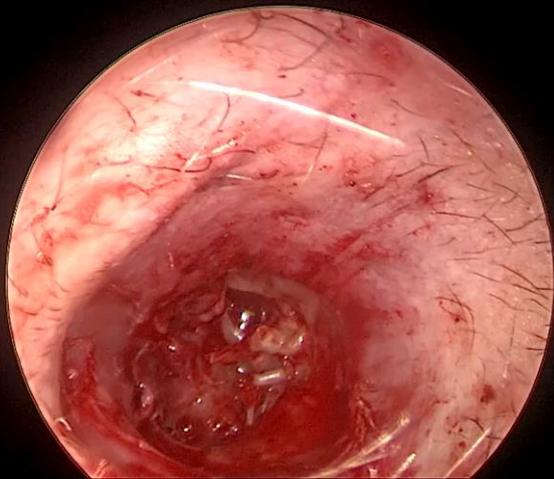
Incision dans le CAE



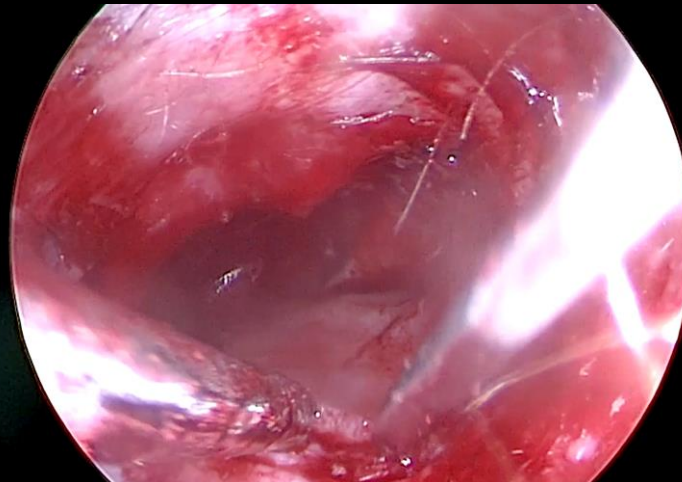
Dissection manche du marteau



Fraisage dans le CAE



Ossiculoplastie par ciment



Renforcement du tympan
par du cartilage



Mise en place
d'une aponévrose temporale

- Le RobOtol est maintenant devenu **un dispositif courant** de notre bloc opératoire.
- Il assure **confort et sécurité** dans la chirurgie de l'**otospongiose**
- Il permet une **diminution du traumatisme** lors de l'**implantation cochléaire**
- Il **facilite l'apprentissage** de la **chirurgie endoscopique**



OTOLOGY IN PARIS

Otology videos brought to you by University hospitals in Paris, France

YT channel created by Yann Nguyen and François Simon



- Des équipes référentes en Otologie nous font confiance dont 4 à l'AP-HP
- **Plus de 900 patients ont été opérés** sur les 2 dernière années
- Le RobOtol est maintenant utilisé par **20 équipes dans le monde** dont 14 en France



Chirurgie robotisée d'implantation cochléaire
Pr Van Den Abbeele CHU Robert Debré