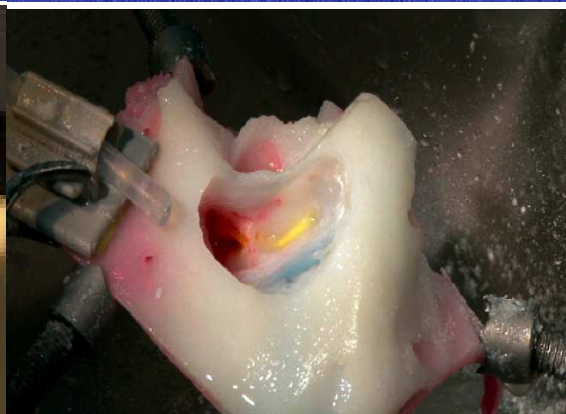
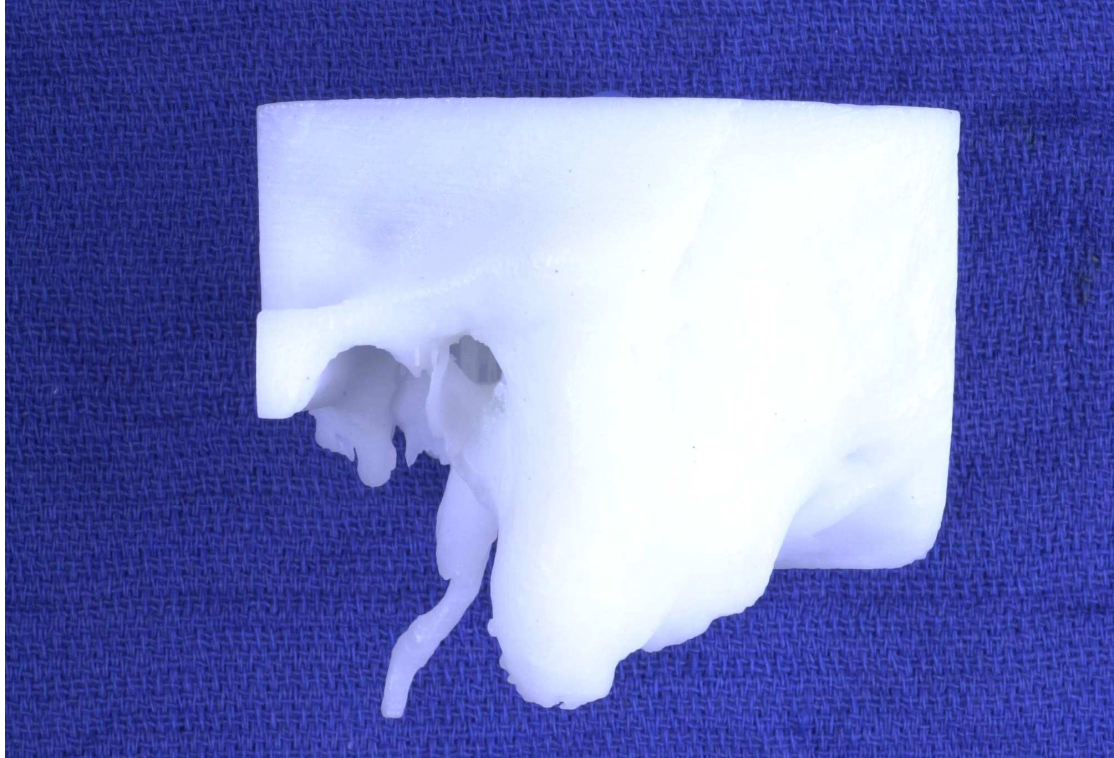


# TEMP'OS



L'Ensemble des communications et posters ont été effectuées par :

D. Bakhos (1, 2), A. Robier (1, 2), S. Velut (2), E. Lescanne (1, 2)

(1) Service ORL et CCF, CHRU de Tours, France

(2) Université François-Rabelais de Tours, France

**Publication :**

*Otology & Neurotology*  
00:00-00 © 2009, Otology & Neurotology, Inc.

## Three-Dimensional Modeling of the Temporal Bone for Surgical Training

\*†David Bakhos, †‡Stéphane Velut, \*†Alain Robier, \*Musaed Al zahrani,  
and \*†Emmanuel Lescanne

**Communication à l'American Otologic Society (Phoenix, 2009)**

**et au CAS-H (Paris, 2009)**

### **Three-Dimensional Modeling of the Temporal Bone for Surgical Training**

**Introduction:** The anatomy of the temporal bone can only be mastered by repeated surgical and anatomic dissections and surgical teaching initiative had a major effect on outcomes. The aim of this study was to investigate the validity of an artificial temporal bone model devoted to surgical training and education.

**Material and method:** A helical computed tomography (CT) scan was used to acquire high resolution data of cadaveric temporal bone. DICOM data were converted in .stl files after data processing. Cadaveric temporal bones were prototyped using stereolithography. The validation of the prototype needed several steps. First of all we have studied on CT scan the positional relationship between the facial nerve and other structures of the cadaveric temporal bones and prototyped bones. Otoendoscopy of the middle ear and the internal acoustic canal, and visualization of anatomic landmarks during temporal bone drilling of the cadaveric temporal bones and prototyped bones were also performed.

**Results:** Seven normal CT scan of cadaveric temporal bone were selected to make prototyped bone using stereolithography. Measurements of volume and distance showed no significant difference between prototypes and cadaver temporal bones. Classical mastoid surgical procedures were performed in the anatomy department: exposing sigmoid sinus, facial nerve, labyrinth, dura mater, jugular bulb, and internal carotid artery. Two simulations of implantable middle ear prosthesis were made successfully.

**Conclusion:** These prototypes made using stereolithography appear as a good anatomic model for surgical training. This model could be also interesting for surgical planning in congenital ear anomalies before middle ear prosthesis implantation.

**Communication au 115 ème congrès de la SFORL (Paris, 2008)**

**et aux assises de la surdité (Annaba, Algérie, 2009)**

### **Modélisation tridimensionnelle d'un os temporal en résine pour l'entraînement chirurgical**

**Introduction :** L'anatomie de l'os temporal est complexe. La possibilité de s'entraîner au laboratoire sur des rochers de sujets anatomiques permet d'améliorer les performances du jeune chirurgien. Les résultats anatomiques ou fonctionnels dépendent de l'expérience du chirurgien. Actuellement, pour entraîner le chirurgien, la simulation chirurgicale est peu développée or il existe des restrictions éthiques aux dons du corps. Le prototypage rapide qui permet la fabrication de prototypes à partir de fichiers d'imagerie médicale est une des solutions à ce problème. . Le but de cette étude était de valider un prototype d'os temporal pour l'entraînement au fraisage.

**Matériel et méthode :** Des acquisitions tomodensitométriques d'os temporaux de sujets anatomiques ont été effectuées. Le fichier DICOM a ensuite été converti en un fichier .stl pour créer le prototype. Les prototypes d'os temporal ont été fabriqués par stéréolithographie. Une comparaison entre le fichier d'origine et celui du prototype a été faite d'après la mesure des distances et des volumes au scanner puis par des endoscopies de la cavité tympanique et du conduit auditif interne. Enfin, le fraisage des prototypes a recherché les éléments anatomiques de l'os temporal de synthèse.

**Résultats :** Quatorze acquisitions en tomodensitométrie ont été sélectionnées pour préparer les modèles. Sept fichiers DICOM ont été retenus. Après traitement d'images, 7 fichiers au format .stl ont été obtenus. Sept prototypes ont été fabriqués. Le calcul de distance moyenne entre les fichiers DICOM des rochers témoins (Rx) et du prototype correspondant (STLx) ne trouvait pas de différence significative lors des mesures NF-CAE, NF-SSi, NF-BLM, SSi-BLM, de la longueur intra pétreuse du nerf facial et de son diamètre. Le pourcentage de différence de volume moyen était de 17,6% variant de 0,6 à 39%. Il a été possible d'injecter le canal facial de tous les prototypes. L'endoscopie de l'oreille moyenne et du méat auditif interne était satisfaisante. Les repères anatomiques (courte apophyse de l'enclume, nerf facial, canaux semi-circulaires, dure-mère temporale et sinus latéral) des os temporaux retrouvés lors du fraisage des prototypes ont contribué à leur validation. Un prototype a été retenu compte tenu de la finition de la chaîne ossiculaire et du méat acoustique interne lors de l'endoscopie. Deux essais de simulation chirurgicale pour la pose de prothèse d'oreille moyenne ont été réalisés avec succès.

**Conclusion :** Sous réserve d'un traitement d'image, la stéréolithographie permet la construction d'os temporal de haute précision. Les prototypes obtenus sont des modèles qui permettent de simuler des gestes de microchirurgie telle la pose de prothèses implantables d'oreille moyenne. Cette technique de prototypage rapide est prometteuse pour l'entraînement chirurgical. Par ailleurs, elle permet de réaliser un pré-plannig chirurgical dans certaines situations comme les anomalies anatomiques afin de prévoir les difficultés qui seront rencontrées lors de la chirurgie.

## Communication au 116<sup>ème</sup> congrès de la SFORL (Paris, 2009)

### Aplasia et implant d'oreille moyenne: intérêt de la simulation chirurgicale

**Introduction:** L'anatomie de l'os temporal est complexe. La possibilité de s'entraîner au laboratoire sur des rochers de sujets anatomiques permet d'améliorer les performances du jeune chirurgien. Les résultats anatomiques ou fonctionnels dépendent de l'expérience du chirurgien. Cependant la possibilité de s'entraîner sur un os temporal d'enfant avec une aplasia d'oreille moyenne est actuellement impossible. Nous présentons un cas de simulation chirurgicale pour la pose d'un implant d'oreille moyenne dans le cadre d'une aplasia de l'oreille moyenne.

**Matériel et méthode:** A partir de l'acquisition tomодensitométrique d'un os temporal d'enfant porteur d'une aplasia d'oreille moyenne nous avons converti le fichier DICOM en fichier .stl après un traitement d'image. Ce fichier .stl a permis la fabrication par stéréolithographie d'un prototype d'os temporal.

**Résultats:** Le prototype d'os temporal en stéréolithographie a été fraisé au laboratoire d'anatomie. Après réalisation d'une tympanotomie postérieure, la prothèse d'oreille moyenne a pu être fixée à la branche descendante de l'incus. Cette simulation pré-chirurgicale a permis un pré-planning chirurgical afin d'anticiper les difficultés qui pouvaient être rencontrées lors de la mise en place d'une prothèse implantable d'oreille moyenne.

**Conclusion:** Sous réserve d'un traitement d'image, la stéréolithographie permet la construction d'os temporal de haute précision. Les prototypes obtenus sont des modèles qui permettent de simuler des gestes de microchirurgie telle la pose de prothèses implantables d'oreille moyenne. Cette technique de prototypage rapide est prometteuse pour l'entraînement chirurgical. Par ailleurs, elle permet de réaliser un pré-planning chirurgical dans certaines situations comme les anomalies anatomiques afin de prévoir les difficultés qui seront rencontrées lors de la chirurgie.

## Communication à l'Otoforum (Toulouse, 2010)

### Evaluation d'un prototype d'os temporal par un panel d'otologiste

**Introduction :** L'expérience chirurgicale a un rôle primordial dans le succès d'une intervention. La fabrication d'un os temporal en résine pour l'entraînement au fraisage est une alternative aux contraintes actuelles de bloc opératoire, de temps de travail et de dons du corps. Récemment, nous avons proposé un prototype fabriqué par stéréolithographie. L'objectif de notre étude a été de tester un prototype auprès d'un panel d'otologistes experts.

**Matériel et méthode :** Vingt prototypes d'os temporal ont été envoyés à 20 otologistes avec une grille d'évaluation. Tous les prototypes ont été colorés avec la dure-mère en rose, le sinus latéral en bleu et le canal du nerf facial a été injecté en jaune. La grille d'évaluation comportait 20 items, chacun noté de 0 à 3. Les principaux critères suivants ont été analysés : identification des balises anatomiques lors du fraisage, qualité du fraisage et principaux temps du fraisage de l'os temporal.

**Résultats :** Dix sept prototypes ont été fraisés et 17 réponses nous sont parvenues (85%). La moyenne des évaluation était de 16/20 (+/- 2,4). Les principales remarques notées par les évaluateurs étaient la qualité de finition de la chaîne ossiculaire, l'absence de mobilité et le repérage du canal facial en troisième portion. Les qualités de ce prototype relevées par les évaluateurs étaient un fraisage ressemblant, une bonne visualisation de la dure mère temporale et du sinus latéral et la possibilité de réaliser les différents temps du fraisage.

**Conclusion :** L'évaluation de ce prototype par des experts extérieurs montre un prototype apte à l'entraînement au fraisage de l'os temporal pour des débutants avec l'absence de contraintes de lieux. Elle révèle aussi les limites de la fabrication avec l'absence de mobilité de la chaîne ossiculaire.

### Surgical planning for congenital atresia

**Introduction :** Surgery for congenital aural atresia (CAA) remains a difficult procedure. The lack of landmarks, anomalous of facial nerves and middle ear anatomy as well as the limited space for middle ear reconstruction make it difficult to reconstruct sound conduction system even with the development of new techniques with active middle ear implant for hearing rehabilitation. The aim of this study was to investigate the validity of an artificial temporal bone devoted to surgical planning for CAA

**Material and method :** In an other study, we obtained prototypes of temporal bone, made with stereolithography, respecting its dimensions and anatomy. Training for drilling and surgical simulation has been possible on the selected prototypes. *Bakhos et al, Otol Neurol, 2010*. To obtain prototype temporal bone of CAA, a helical computed tomography (CT) scan was used to acquire high resolution data of children with CAA. DICOM data were converted into .stl files after data processing. CAA temporal bones were prototyped using stereolithography. The validation of the prototype needed several steps. First of all, we have studied on CT scan the positional relationship between the facial nerve and other structures of the CAA and prototyped temporal bones. Visualization of anatomic landmarks during temporal bone drilling of the prototyped temporal bones were also performed

**Results :** Four CT scan of CAA temporal bones were selected to make prototype temporal bones using stereolithography. Measurement of distances and volumes showed no significant difference between CAA and prototyped temporal bones.

At dissection, the texture of the resin, during drilling was suitable with formation of bone powder. The resistance of this resin was quiet lower than the human bone. We were able to identify the sigmoid sinus and the tegmen without opening them. The facial canal was identified in all the prototype. Leakages of yellow-acrylic paint (facial canal injection) in the middle ear were noted in 4 prototypes. Four simulations of implantable middle ear prosthesis were made successfully.

**Conclusion :** These prototypes made using stereolithography appear as good model for surgical planning in CAA. The models can be useful for presurgical planning and simulation and can also be used to inform patients about surgery.