

La modélisation multiphysique au service des malentendants

Les fabricants de prothèses auditives annoncent de nouvelles technologies pour répondre à un marché en forte croissance. Widex, l'un d'entre eux, utilise les capacités de manipulation d'équations arbitraires du logiciel Comsol pour optimiser ses produits.

Les déficients auditifs sont de plus en plus nombreux. Logique : la génération Baby Boom arrive aujourd'hui à l'âge où les problèmes auditifs surviennent. L'American Academy

of Audiology estime à plus de 36 millions cette population. Notons également que plus de la moitié des gens rencontrant ce type de difficulté ont moins de 65 ans, dont environ 12 % d'enfant entre 6 et 19 ans !

Un marché porteur donc pour les fabricants d'aides auditives.

Les demandes des patients vis-à-vis de ses équipements sont connues : plus d'efficacité pour plus de discrétion. Avec le modèle BTE (derrière l'oreille), un tube relie l'électronique de traitement à une pièce moulée à l'intérieur du canal auditif. Inévitablement, une faible partie des sons amplifiés fuit vers l'extérieur de l'oreille et sont à nouveau amplifiés en boucle (feedback) si l'appareil n'est pas correctement conçu. Ces fuites peuvent également provenir du tube lui-même. Avec pour conséquence des effets de larsen et de grésillement désagréables. Les ingénieurs tentent d'éliminer ces problèmes en travaillant à la fois sur le choix des matériaux du tube, sur le positionnement des microphones et enfin

sur les algorithmes de traitement feedback afin de réduire le gain des fréquences critiques.

Vers la personnalisation des prothèses

Entreprise danoise fondée en 1956, Widex détient environ 10 % de part de ce marché des aides auditives. Elle emploie 1850 salariés et dispose de filiales sur toute la planète. Elle lance en 1997 la première prothèse totalement digitale CIC (completely in the canal). En 2006, Inteo est le premier modèle doté d'un dispositif intégré de traitement du signal.

Dans un marché en croissance, mais fortement concurrentiel, la société n'a d'autre choix que l'innovation et le développement de sa R&D. « La modélisation numérique avec un outil comme Comsol nous a permis d'optimiser la stabilité et la fiabilité des algorithmes de traitement du feedback. Auparavant, ceux-ci étaient établis sur des mesures réelles utilisant les deux microphones des prothèses. Mais, ce type de



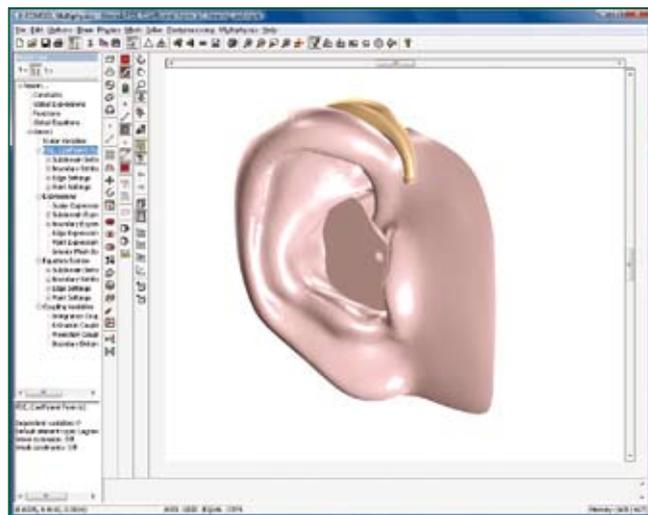
Les prothèses auditives BTE transfèrent le son capté par deux microphones vers l'oreille interne à travers un tube et une terminaison moulée.

mesure ne permettait pas d'étudier des paramètres comme la forme du pavillon auriculaire ou le positionnement de l'appareil sur celui-ci, paramètres qui influent directement sur l'optimisation des algorithmes... » explique M. J. Herring Jensen de Widex.

« Désormais, nous pouvons modéliser des détails très difficiles à mesurer expérimentalement comme les pertes acoustiques du tube et de sa terminaison à l'intérieur de l'oreille, ou encore les vibrations structurelles de la prothèse » rajoute-t-il. Si, actuellement tous les modèles d'une même gamme utilisent globalement les mêmes algorithmes de traitement du feedback, il sera bientôt possible de les personnaliser pour chaque client, grâce à l'utilisation d'un scan de leur zone auditive.

Comportement acoustique thermovisqueux

« Comsol Multiphysics s'est révélé particulièrement pertinent pour nos études, traitant essentiellement d'acoustique thermovisqueuse. Tout simplement parce que les équations correspondantes ne sont pas décrites dans les logiciels commerciaux que nous connaissons. La possibilité d'implémenter dans Comsol notre propre système d'équations est vital pour le développement de nos prothèses auditives. En outre, la liberté de définir des conditions limites



Import de modèle d'oreille Pro/E dans l'environnement Comsol Multiphysics.

arbitraires s'est avéré très utile » détaille M. J. Herring Jensen.

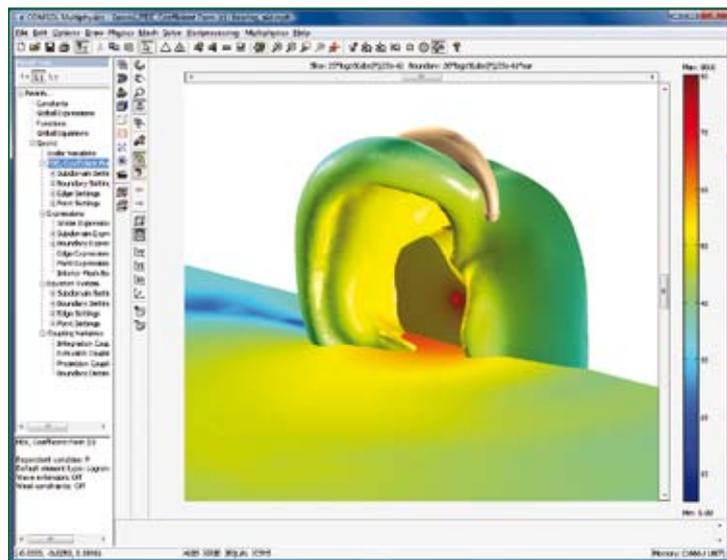
Le module d'import CAO a permis aux ingénieurs de Widex de lire les fichiers CAO provenant des études géométriques effectuées sous Pro/Engineer. Le modèle peut ensuite être construit à partir des modes d'application PDE de Comsol. Les résultats de simulation sont enfin transférés dans un environnement spécifique d'analyse fondé sur Matlab de The MathWorks. Bilan ? Des résultats très proches pour les niveaux de pression décrits par la simulation et les tests pratiqués sur des oreilles plastiques.

La simulation numérique a permis à Widex d'améliorer certains aspects de sa prothèse. C'est le cas par exemple de la stabilité mécanique ; ceci sans influencer sur la meilleure position des microphones. C'est notamment la possibilité d'étudier numériquement

les effets « d'ombre de l'oreille » qui a autorisé cette optimisation. Ce phénomène correspond au fait que les sons provenant de certaines directions sont bloqués. « La simulation a aussi été très utile pour optimiser la position des trous d'évacuation de l'air dans le dispositif. On les ajoute pour limiter l'atténuation des fréquences basses et l'occlusion. » C'est une sensation que l'on retrouve

quand on sent dans son oreille une surpression ou un blocage du son (par exemple quand un chanteur place un doigt dans son oreille pour s'isoler de l'environnement sonore) tout en percevant l'écho du son ou des sons intérieurs, comme celui de mâcher de la nourriture.

« La simulation numérique permet une meilleure compréhension de l'acoustique de l'oreille, notamment comment un son est affecté par sa mesure avec une prothèse auditive. Nous pouvons développer des tests virtuels en modifiant la géométrie de ce dispositif, et déterminer les paramètres pertinents. Si pour le moment nous limitons le modèle à celui d'une oreille en lien avec un plan, notre ambition est d'inclure dans les modèles ultérieurs une simulation de la tête entière pour observer son influence sur le son incident » conclut M. J. Herring Jensen. ♦



La simulation permet d'évaluer l'effet « d'ombre de l'oreille » à une fréquence 1 KHz, visible derrière le pavillon.