

LA SOLUTION DE TÉLÉPHONIE SYTIS AU SECOURS DES MALENTENDANTS

En France, une personne sur cinq entend mal. Elle souffre d'isolement. Le prix des aides auditives reste élevé. Du coup, trop peu en bénéficient. La technologie Sytis est la révolution qu'elles attendaient dans le domaine de la téléphonie : cette application offre à tous les malentendants une meilleure écoute pendant leurs communications téléphoniques.

Par **Jean-Michel RACZINSKI** *

Notre espérance de vie augmente d'année en année. Avec les progrès de la médecine, nous avons la chance de vivre plus longtemps, et ce, dans de meilleures conditions de santé. Cependant, avec l'âge, notre audition se dégrade inexorablement : cela fait partie des choses de la vie ! Nous n'y pouvons rien, ou presque... Chez les plus jeunes, les concerts, la sono à fond dans les boîtes de nuit, l'écoute au casque pendant des heures à des niveaux sonores beaucoup trop élevés accélèrent ce processus de vieillissement de l'oreille. Nous vivons tous dans un monde bruyant. Nos oreilles sont agressées en permanence.

En conséquence, près d'une personne sur cinq entend mal, sans nécessairement le savoir parce que notre cerveau a cette capacité prodigieuse d'adaptation et de

compensation qui fait que nous n'irons consulter un médecin qu'à partir du moment où la gêne sera devenue pour nous un véritable handicap.

Les aides auditives coûtent cher (près de 2 000 euros par oreille pour un appareil de qualité). Elles sont peu remboursées (à peine 120 euros, pour les plus de 20 ans, lorsque la perte auditive est naturelle). Cet appareillage souffre d'une image liée au « troisième âge » ou à un handicap encore entâché d'anciens clichés plus ou moins dégradants. De plus, cette aide auditive, il faut bien le reconnaître, ne donne pas toujours entière satisfaction en raison de la complexité des réglages qui ne permettent pas toujours de parvenir à un résultat optimal.

De ce fait, en dépit des efforts de perfectionnement déployés par certains fabricants, les aides auditives sont peu utilisées : en France, à peine 13 % des déficients auditifs déclarent être équipés d'un appareil auditif.

* Alliance Manager, Arkamys.

Les déficients auditifs sont majoritairement des seniors (en France, près de 30 % des plus de 65 ans). Ils souffrent d'isolement relationnel (nous avons tous des exemples dans notre entourage proche).

UNE SOLUTION AUDITIVE EMBARQUÉE SUR TÉLÉPHONE MOBILE

Chez Arkamys, nous avons décidé de mettre notre expertise et nos compétences en traitement du signal audio au service des personnes malentendantes.

Depuis plus de quinze ans, notre société est en effet présente sur les marchés de la téléphonie mobile et des tablettes, de l'automobile et de la maison connectée. Elle propose, dans un contexte essentiellement international, des solutions brevetées d'amélioration du rendu sonore grâce à un logiciel que ce soit aussi bien pour la voix que pour l'écoute de la musique, *via* haut-parleur ou au casque. Arkamys compte parmi ses clients et ses partenaires les plus grands noms de l'électronique mondiale (Samsung, Sony Ericsson, Alcatel One Touch, LG...).

Il nous est donc apparu tout naturel de développer une solution auditive embarquée sur les téléphones mobiles afin d'améliorer leur rendu sonore en l'adaptant à l'acuité auditive de leurs utilisateurs. Il était tout aussi naturel d'en valider l'intérêt et l'efficacité auprès des déficients auditifs et des seniors, cible de clientèle visée prioritairement.

LE PROJET SYTIS

Le projet Sytis (SYstème Téléphonique Innovant pour la Surdité) est un projet qui est cofinancé par l'Union européenne (FEDER) et le Conseil général de la Seine-Saint-Denis. Il vise à définir et à développer des algorithmes destinés à être embarqués dans des téléphones mobiles afin d'en faciliter l'usage par des personnes souffrant de déficiences auditives ou des seniors. Le projet se positionne en vue d'une validation scientifique et médicale à l'hôpital, en situation réelle et selon l'usage.

Autour d'Arkamys, qui est une PME parisienne spécialisée dans le traitement du signal audio, le projet réunit le Centre de Ressources et d'Innovation Mobilité Handicap (CEREMH), qui a pour mission de favoriser et d'initier l'émergence de projets innovants dans le domaine de la mobilité, et l'AP-HP (Assistance Publique – Hôpitaux de Paris, Hôpital Avicenne de Bobigny, Service du Professeur Bruno Frachet), un établissement public de santé qui exerce le rôle de centre hospitalier régional pour Paris et l'Île-de-France.

Le projet a été lancé en 2011 pour une durée de trois ans. Il est soutenu par le pôle Cap Digital. Nous en décrivons ci-après les premiers résultats.

Nous nous intéressons à plusieurs populations : des malentendants appareillés, des malentendants non appareillés et des seniors (nous ciblons en priorité les déficiences légères).



Photo 1 : Espace de test de notre solution Sytis.

L'objectif est de trouver pour chaque population quelle solution est utile, pour quelle déficience et pour quel usage (écoute au casque, *via* haut-parleurs, communication, musique, radio...). Le projet s'inscrit dans le cadre d'une recherche expérimentale centrée sur l'usage, qui a pour but d'explorer et de mesurer les améliorations potentielles apportées par des algorithmes intégrés dans le téléphone mobile.

UNE SOLUTION, DEUX APPLICATIONS

La solution Sytis se compose de deux applications. La première a pour but de définir le profil auditif de l'utilisateur : il s'agit de mesurer sa capacité d'audition dans les conditions réelles d'usage afin d'en déduire la correction à apporter pendant les appels téléphoniques. Cette mesure d'audition sera réalisée une seule fois au moment de la prise en main du téléphone, avant son utilisation en communication. Elle peut être répétée ultérieurement afin d'affiner la correction

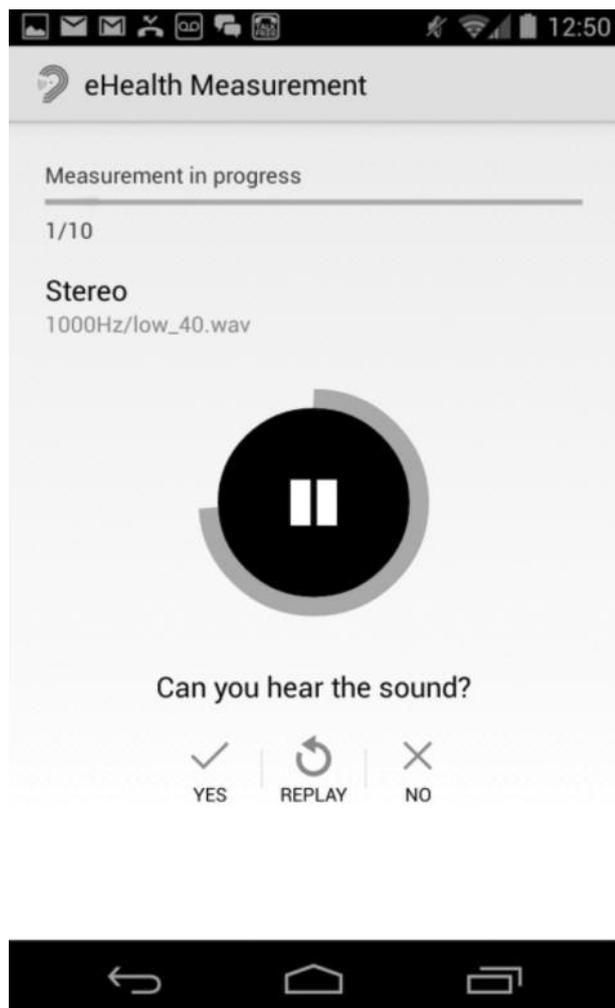
ou pour tenir compte de l'évolution de l'audition de l'utilisateur.

La deuxième application est activée automatiquement pendant les appels téléphoniques de façon totalement invisible pour l'utilisateur : elle corrige la voix de son correspondant (le signal entrant) afin de l'optimiser de façon personnalisée, en fonction du profil auditif de l'utilisateur du téléphone.

DÉFINIR UN PROFIL AUDITIF

L'application de mesure du profil auditif se décline en deux versions.

Une première version reprend l'audiogramme classique que nous connaissons tous : l'application fait entendre une série de sons purs (sinusoïdes) de fréquences fixes, à différents niveaux sonores. L'utilisateur indique pour chacune des huit fréquences s'il entend correctement le son produit. Le volume augmente à chaque test tant que l'écoute n'est pas satisfaisante.



Illustrations 1 et 2 : Écrans de définition du profil auditif sur *smartphone*.

La deuxième version tient compte du fait que la capacité d'audition varie peu d'une fréquence à une fréquence voisine. Le niveau d'écoute proposé est adapté en fonction des réponses précédentes, et l'on obtient ainsi le profil adéquat plus rapidement.

À la fin de l'opération, l'utilisateur enregistre son profil sous le nom de son choix (il est à noter qu'il est également possible d'enregistrer directement dans son téléphone mobile les données d'un audiogramme réalisé par son médecin, l'ORL ou par un audioprothésiste).

Notre application de mesure a été développée et validée sous Android, mais elle sera facilement exportable sous d'autres environnements (iOS ou Windows mobile). Bien qu'elle s'en inspire fortement, ce n'est pas un audiogramme au sens strict, puisqu'elle ne réalise pas une mesure absolue avec des équipements calibrés pour une utilisation médicale. En revanche, elle permet d'obtenir une mesure plus représentative des conditions d'utilisation du téléphone au quotidien du fait qu'elle s'appuie sur l'ensemble de la chaîne de reproduction sonore du téléphone, ce qui lui permet de pallier des défauts dus à une qualité trop souvent médiocre des composants (résultant de la nécessité de compresser les coûts).

UNE CORRECTION RENDUE TRANSPARENTE

Le cœur du projet Sytis réside dans la correction du signal vocal reçu. Une fois validée par l'utilisateur, cette opération est totalement transparente : intégré dans le processeur du téléphone, le traitement s'applique sur le signal du correspondant pour tous les appels téléphoniques entrants comme sortants.

Nous avons implémenté trois types de traitement : une correction d'égalisation, un module de réduction de bruit et un module de traitement de la dynamique. L'égaliseur compense les pertes pour chacune des huit fréquences mesurées pendant l'acquisition du profil auditif de l'utilisateur ; le réducteur de bruit annule les sons qui ne sont pas détectés comme étant de la parole et le module de traitement de la dynamique amplifie les sons de faible intensité par rapport à des sons d'un niveau nominal. Ce dernier traitement, non linéaire et réglé de façon indépendante sur trois bandes de fréquence distinctes, est particulièrement pertinent pour des personnes souffrant de surdité légère qui entendent mal des signaux de faible intensité, mais entendent parfaitement des signaux à volume fort ou moyen.

Aux fins d'une expérimentation approfondie sur des patients sélectionnés dans le cadre du projet Sytis et afin d'aboutir à un meilleur contrôle des opérations, nous avons doté l'application de réglages permettant de doser chacun des trois types de traitement du son précités.

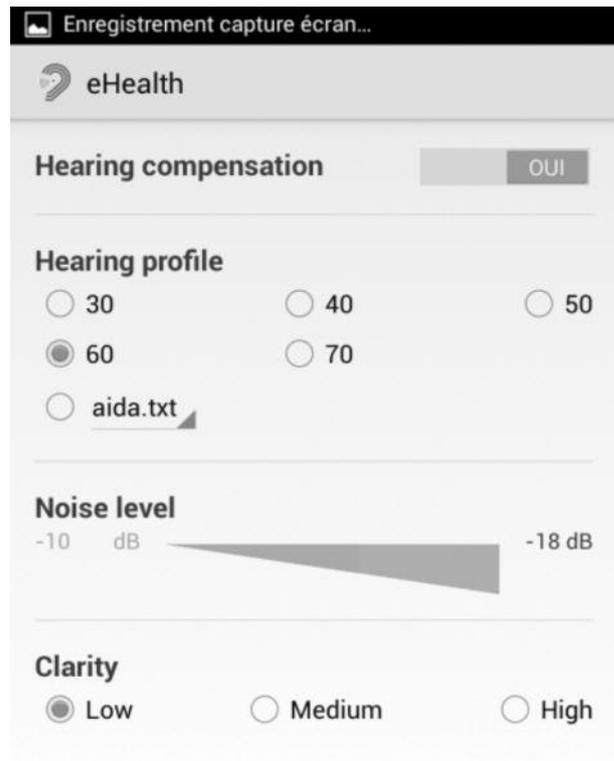


Illustration 3 : Écran de réglage du signal vocal reçu.

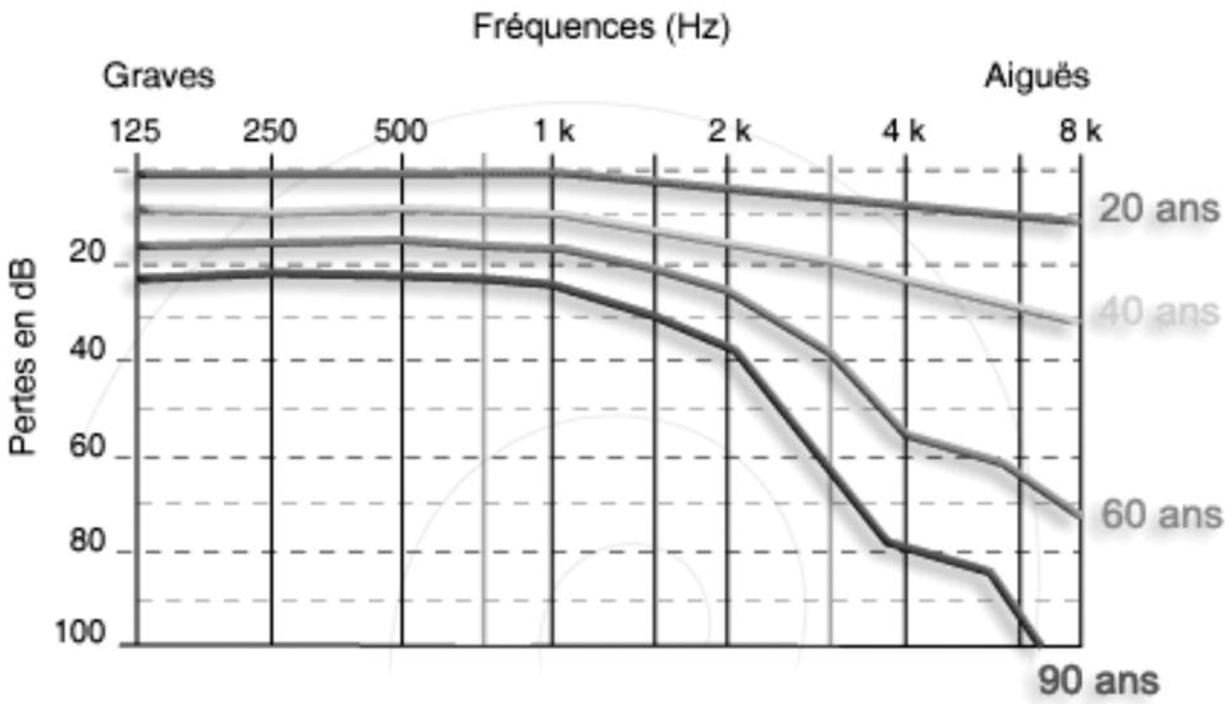
UNE UTILISATION SIMPLE

Mais le marché est aussi demandeur de solutions simples ne nécessitant aucun réglage. C'est pourquoi nous avons implanté des *presets* liés à l'âge. Nous nous basons pour ce faire sur des courbes normalisées qui décrivent les pertes moyennes d'audition de la population en fonction de l'âge et qui nous fournissent des profils auditifs de référence.

L'utilisateur peut ainsi changer facilement de *preset* et valider (ou non) son propre profil auditif, celui-ci devant lui offrir le meilleur confort d'écoute.

DE PREMIERS RÉSULTATS PLUS QUE PROMETTEURS

Nous travaillons, dans le cadre du projet Sytis, avec une cohorte d'une quarantaine de patients volontaires présentant des déficiences auditives allant de pertes



Graphique 1 : Perte moyenne de l'audition en fonction de l'âge.



Illustration 4 : Écran de communication.

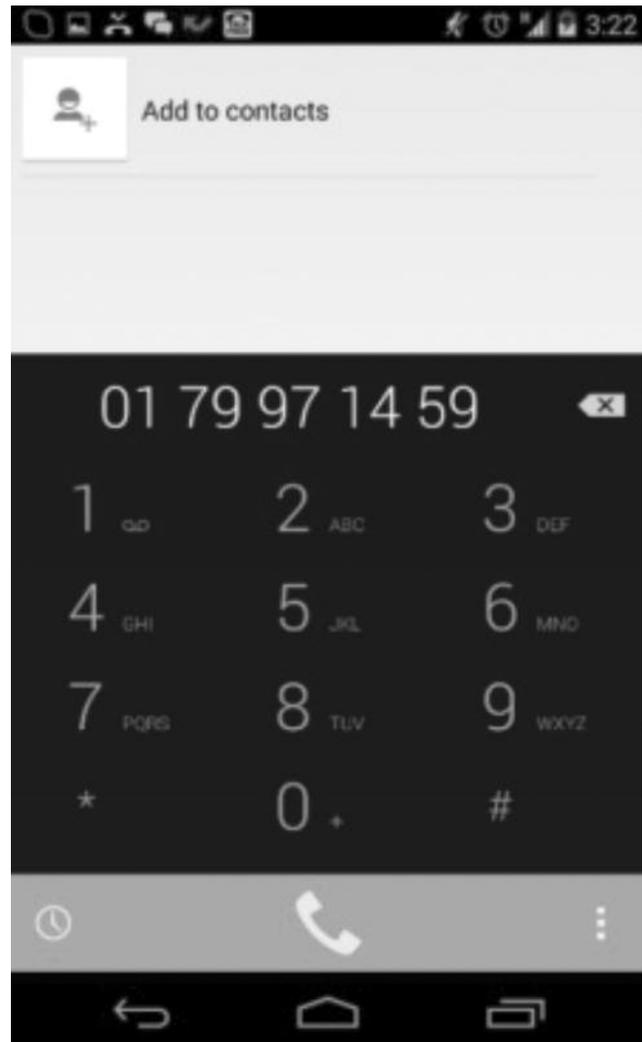
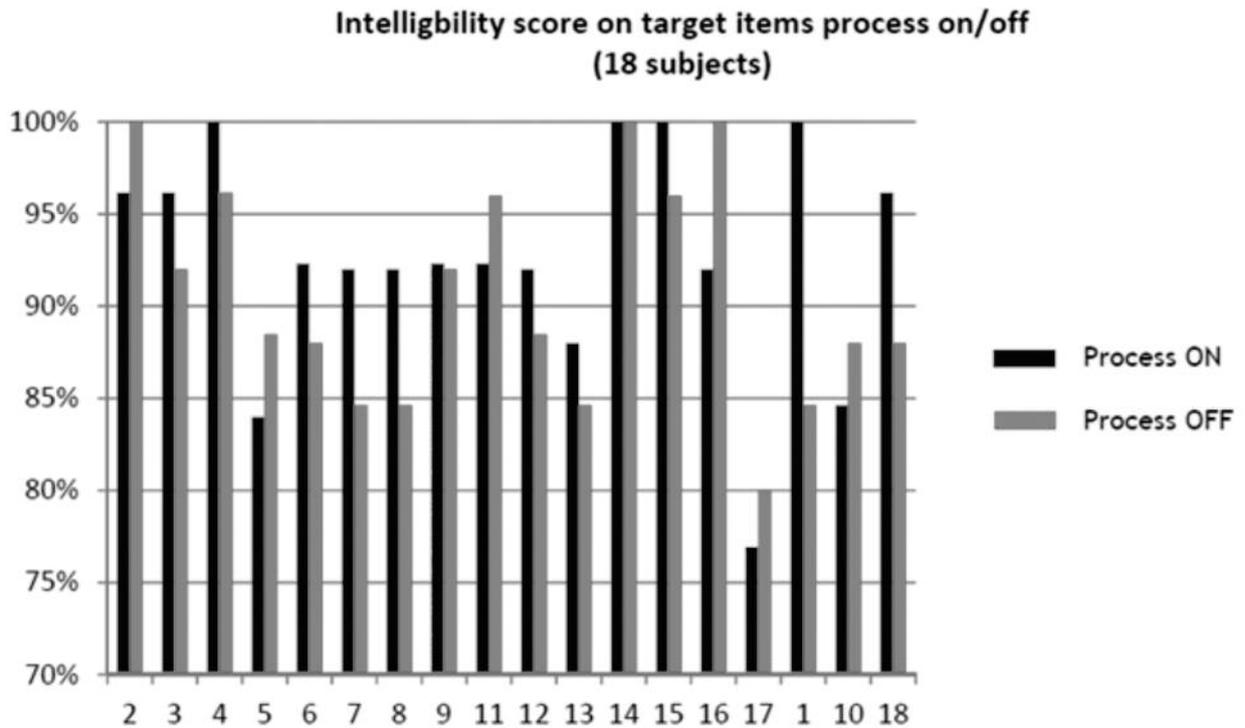
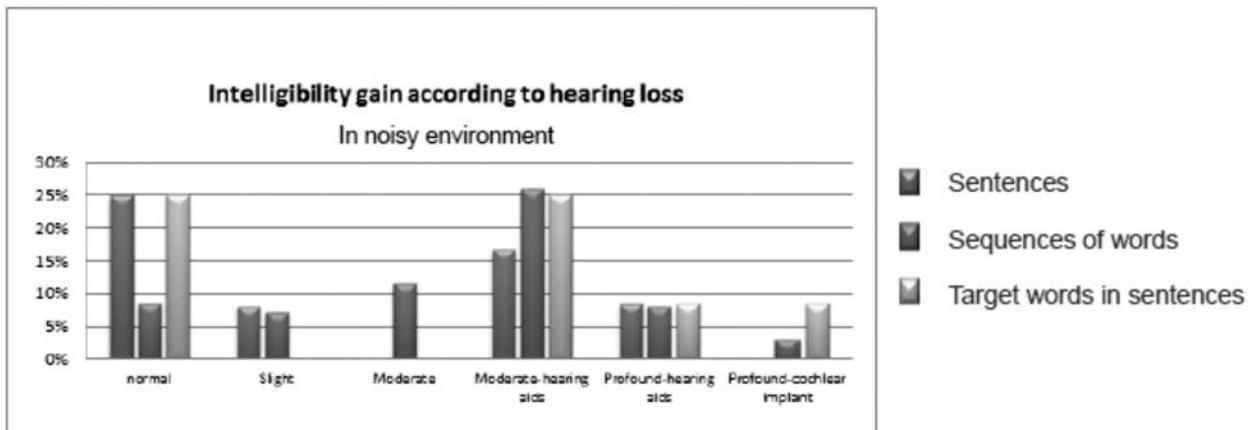


Illustration 5 : Écran de communication.



Graphique 2 : Gain d'intelligibilité selon les sujets.



Graphique 3 : Gain d'intelligibilité selon les déficiences auditives.

légères à sévères. Certains sont appareillés. Nous travaillons aussi avec des implantés cochléaires et des normo-entendants (Ndlr : des personnes n'ayant aucun problème auditif).

Nous avons réalisé une première série de tests à l'hôpital, dans un environnement calme, à l'aide d'une application PC destinée à déterminer les traitements pertinents à embarquer sur téléphone mobile. Nous avons pour objectif de mesurer le gain d'intelligibilité réalisé pendant les conversations téléphoniques. Nous avons élaboré à cette fin un protocole basé sur une série de phrases de référence, que chaque patient entend aléatoirement, avec et

sans traitement. Ces phrases sont construites de manière à ce que l'on puisse en valider le sens global ou simplement la compréhension de certains mots cibles. Ces tests sont menés par des orthophonistes expérimentés, dans le silence comme en environnement bruyant.

Les traitements choisis ont été chargés sur un *smartphone* Android que nous avons confié à nos patients pour qu'ils puissent l'utiliser dans les conditions de leur vie courante. Les premiers résultats (plus que prometteurs) montrent des gains d'intelligibilité de l'ordre de 25 %. Des résultats détaillés complets seront publiés à la fin de l'expérimentation.

VERS L'ÉTAPE INDUSTRIELLE ET LA MISE DE L'APPLICATION À LA DISPOSITION DU GRAND PUBLIC

Sans attendre l'aboutissement du projet, les contacts pris avec plusieurs constructeurs de *smartphones* nous ont conduits à implanter la technologie Sytis sur les composants utilisés dans cette industrie.

Sytis n'est pas à proprement parler un dispositif médical, mais notre application apporte davantage qu'un simple confort d'écoute. Notre solution s'inscrit dans cette tendance nouvelle de personnalisation des appareils connectés et de prise en compte des paramètres de santé de l'individu afin d'offrir de nouveaux services centrés sur la personne, davantage adaptés à ses spécificités, et donc plus performants.

Notre technologie ouvre l'accès à davantage de communication dans de meilleures conditions pour un grand nombre de personnes, et pour un faible coût. Gageons qu'elle saura trouver son marché dans un futur proche.

Remerciements

L'auteur souhaite remercier les financeurs du projet pour leur soutien constant (la DIRECCTE Île-de-France (Feder) et le Conseil général de la Seine-Saint-Denis), les partenaires du projet Claude Dumas (au CEREMH) et Bruno Frachet (à l'AP-HP). Nos remerciements particuliers à Vincent Péan (en charge des protocoles et des tests patients) et à Frédéric Amadu, responsable Innovation au sein d'Arkamys.

BIBLIOGRAPHIE

[HAF] Le handicap auditif en France.

<http://earlib.com/documents/DOC %2016.pdf>

[HEAR-IT] <http://www.hear-it.org/fr/La-surdite-liee-a-l-age>

[VADA] Vivre avec des difficultés d'audition

<http://www.drees.sante.gouv.fr/vivre-avec-des-difficultes-d-audition,11279.html>

[ISO 7029 :2000 (fr)] Acoustique - Distribution statistique des seuils d'audition en fonction de l'âge.