

## LES ACTES DU COLLOQUE

# « Santé auditive, objets connectés et e-santé »

tenu le 7 mars 2017  
au Ministère de la Santé

organisé par l'Association  
Journée Nationale de l'Audition

### « Santé auditive Horizon 2025 »

Depuis 20 ans, l'association JNA est visionnaire en révélant la santé auditive comme un facteur clé de l'état général de vie et de santé. La santé auditive est de plus en plus considérée comme un élément clé de l'hygiène de vie et de l'Ageing. Les biotechnologies et les avancées de la recherche pharmacologique et génique vont accélérer son intérêt aux yeux des populations et des pouvoirs publics. Pourquoi ?

Ensemble, ouvrons les futurs.

*Pr Jean-Luc Puel,  
Président de l'association et le collectif d'experts de la JNA*



<b>Ouvertures</b>	<b>3</b>
Pr Jean-Luc Puel, Président de l'association JNA, Directeur de recherche Inserm Montpellier .....	3
Laurence Caté, Direction générale de la Santé, Adjointe à la sous-direction des risques liés à l'environnement et à l'alimentation .....	3
Pr Lionel Collet, Conseiller d'État, Président du Conseil d'administration de Santé Publique France.....	5
Pr André Chays, Membre correspondant Académie nationale de médecine, Médecin spécialiste en oto-rhino-laryngologie et en chirurgie de la face et du cou, Professeur des Universités - Praticien Hospitalier (PU-PH)...	5
<b>« Décloisonner les mondes de l'audition »</b>	<b>6</b>
Roselyne Nicolas, vice-Présidente de l'association JNA, Présidente de l'association France Acouphènes .....	6
<b>« Comment utiliser et potentialiser le futur du XXI<sup>e</sup> siècle ? »</b>	<b>7</b>
Riel Miller, Chef de la prospective à l'UNESCO .....	7
<b>« La révolution numérique dans l'audioprothèse »</b>	<b>9</b>
Philippe Metzger, Secrétaire général de l'association JNA et audioprothésiste.....	9
<b>« Le biorythme en support de l'aide auditive »</b>	<b>12</b>
Eric Van Belleghem, Directeur marketing Starkey France.....	12
<b>« Réduire l'effort d'écoute produit par le cerveau »</b>	<b>13</b>
Jens Kofoed, Directeur général Prodition .....	13
<b>« Les implants du XXI<sup>e</sup> siècle »</b>	<b>14</b>
Vincent Péan, Directeur de recherche Implants cochléaires, MED-EL.....	14
<b>« Les enjeux de la e-santé »</b>	<b>16</b>
Pr Hung Thai Van, Vice-Président de l'association JNA, Chef de service audiologie et explorations orofaciales - Hôpital Édouard-Herriot, Centre expert Audition et troubles des apprentissages HFME Lyon, Centre expert Pertes d'équilibre et troubles de l'audition, Équipe pluridisciplinaire Afrépa .....	16
<b>« Renforcer le réseau de soins de proximité par le développement de la téléaudiologie »</b>	<b>18</b>
Dr Didier Bouccara, Secrétaire général adjoint de l'association JNA, AP – HP Hôpital de la Salpêtrière.....	18
<b>« La téléaudiologie, modèle français »</b>	<b>20</b>
Jacques Samson, Médecin ORL et directeur scientifique de la start-up AudioPro Connect.....	20
<b>« De la réhabilitation fonctionnelle aux nouvelles thérapies »</b>	<b>23</b>
Pr Jean-Luc Puel, Président de l'association JNA, Directeur de recherche Inserm Montpellier .....	23
<b>Conclusion</b>	<b>26</b>

## Ouvertures

*Pr Jean-Luc Puel, Président de l'association JNA,  
Directeur de recherche Inserm Montpellier*

La JNA a toujours été pionnière. Elle a sorti l'audition du silence et c'est elle qui a fait prendre conscience à nos autorités de son rôle important. C'est notre vingtième anniversaire, et nous allons, aujourd'hui, nous projeter dans les 20 prochaines années. Il faut être vraiment conscient que nous vivons dans un monde connecté. Grâce aux nouvelles technologies, on ne va plus s'intéresser seulement aux malentendants mais au problème de l'audition en général et s'intéresser à la santé auditive en particulier parce que nous sommes tous connectés aux Smartphone, abreuvés de messages sonores. Ce monde connecté est une grande opportunité pour le suivi médical. Vous savez qu'aujourd'hui, la *e-santé* touche tous les domaines de la santé et ce sont toutes ces nouvelles technologies et les évolutions qui les accompagnent qu'il va falloir intégrer ; celles liées aux objets connectés ainsi que les nouvelles thérapies pharmacologiques, géniques et cellulaires.



*Laurence Caté, Direction générale de la Santé, Adjointe à la sous-direction des risques liés à l'environnement et à l'alimentation*

« Mesdames et messieurs bonjour. Pr Puel, Merci pour votre invitation, et je tiens à vous dire que le Pr Benoît Vallet, Directeur général de la Santé, par ses obligations n'a pu être présent pour cette introduction. Il m'a chargé de vous délivrer le discours qu'il souhaitait vous faire.

Tout d'abord, votre colloque s'inscrit peu de temps après la Journée Internationale de l'Audition qui s'est déroulée le 3 mars. Une journée, au cours de laquelle l'Organisation Mondiale de la Santé a préconisé la nécessité de conduire des actions visant au dépistage des troubles de l'audition dès la naissance et à plusieurs âges clés de la vie, à une prévention renforcée des risques auditifs, à un accompagnement et à une réadaptation par l'utilisation des prothèses auditives et l'amélioration de l'accès aux implants cochléaires. À l'occasion de cette journée, je voulais insister particulièrement sur le fait que le ministère des Affaires sociales et de la Santé a porté une communication renforcée sur des moyens modernes de communication sur son site Internet, les réseaux sociaux, Twitter, et Facebook et a mis en service les nouvelles technologies pour faire savoir les recommandations à suivre pour se préserver des effets nocifs du bruit.

En effet, la question de l'audition est un enjeu fort de santé publique, il est important de se mobiliser tous, autour de cet enjeu quel que soit le type d'organisation que nous soyons : autorité sanitaire, professionnels de santé, associations, patients – bien entendu – parents, fabricants de dispositifs médicaux, de prothèses auditives, de protections auditives, professionnels du son ainsi que les médias.

Votre colloque, effectivement, a une visée de prospective en se centrant sur les technologies innovantes qui ouvrent des perspectives considérables aux populations malentendantes. L'innovation santé, je le rappelle, est l'un des aspects traités dans la stratégie nationale de santé qui, elle-même, s'inscrit dans la loi de modernisation de notre système de santé, du 26 janvier 2016. Elle est essentielle pour favoriser le développement de nouveaux moyens de prévention et de promotion santé. Dans le domaine de l'audition, ces évolutions technologiques permettent de concourir à l'atténuation des déficiences



## Santé auditive : agir, informer, éduquer

auditives grâce au progrès réalisé dans les prothèses mais aussi par le développement d'applications autorisant l'usage des téléphones mobiles par les personnes malentendantes.

Les NTIC, les Nouvelles technologies de l'information et de la communication, offrent de nouvelles perspectives telles que les applications qui permettent d'évaluer le niveau sonore auquel les personnes sont exposées par leur téléphone portable, au même titre que vous pouvez calculer le nombre de pas effectués dans la journée. En deuxième intention, la prévention en matière de protection de l'audition doit continuer à être améliorée. Pour l'ensemble de la population, le bruit constitue une nuisance très présente dans la vie quotidienne des Français : 86 % s'en plaignent. Les jeunes sont particulièrement concernés. Selon l'OMS, 1,1 milliard de jeunes à travers le monde pourraient encourir le risque d'une perte auditive du fait des habitudes d'écoute de musique amplifiée au casque ou en concert. Face à cette situation, la politique du ministère des Affaires sociales et de la Santé se décline au travers de différents axes et aux différents âges de la vie. Ainsi tout d'abord, par le déploiement du dépistage de la surdité à la naissance et à différents âges clés, qui entre dans le cadre des bilans médicaux et qui figure dans le carnet de santé. Des actions sont également engagées pour le bien vieillir vis-à-vis des personnes âgées, notamment par la réalisation de bilans ORL. Des efforts importants sont réalisés pour développer l'accès aux audioprothèses d'entrée de gamme. Depuis le Conseil interministériel du handicap du 2 décembre 2016, il s'agit de supprimer le reste à charge pour les patients. L'information du public sourd et malentendant a été également améliorée concernant l'accès aux accompagnements psychologiques qui doivent être le plus précoces possible.

La loi de modernisation de notre système de santé de janvier 2016 renforce, quant à elle, à nouveau les mesures de prévention des troubles de l'audition auprès des jeunes. Ainsi, elle vise à mieux prévenir les risques liés au niveau sonore élevé de la musique amplifiée et au bruit de voisinage. Un décret sera bientôt examiné par le Conseil d'État à ce sujet et nous espérons qu'il soit publié au printemps 2017. Ce décret va améliorer la réglementation existante de 1998 afin de protéger l'audition du public – et surtout du public jeune – dans les lieux clos ou ouverts diffusant de la musique amplifiée, par une série de mesures telles que l'abaissement du niveau sonore qui sera prévue par arrêté, la mise à disposition gratuite – et cela c'est innovant – de protections auditives, des zones de repos auditifs, l'enregistrement et l'affichage de niveaux sonores en continu ainsi que l'information du public par des messages de prévention.

Cette loi prévoit, aussi, une information sur les troubles de l'audition lors de la journée Défense et Citoyenneté. La loi a été complétée pour répondre aux exigences fixées par la norme européenne pour les appareils portables tels que les baladeurs et les MP3 et pour les dispositifs vendus seuls comme les casques, les écouteurs et les oreillettes. Il s'agit d'une mise en cohérence des textes car ces dispositions s'appliquent déjà pour nous depuis l'arrêté relatif aux baladeurs musicaux de 2013.

Enfin le ministère de la Santé poursuit, avec le concours de l'Agence nationale de santé – Santé Publique France – des actions de communication et de sensibilisation auprès du public et notamment en direction des jeunes et des professionnels. À titre d'exemple, l'Agence a réalisé – et cela a été diffusé récemment sur notre site Internet et les réseaux sociaux – avec l'aide de l'association Agi-son, une courte vidéo permettant de montrer la façon dont il faut utiliser les bouchons d'oreille. Cette vidéo pourra être diffusée lors des festivals comme dans les lieux de concert.

N'oublions pas que les ARS au quotidien ont un rôle majeur à jouer dans ce domaine et soutiennent, localement, un grand nombre d'actions et d'associations.

Pour conclure, l'ensemble de ces travaux réglementaires et ces actions, en direction de la population générale et des professionnels, sont essentiels pour faire évoluer les pratiques, notamment concernant l'écoute de musique amplifiée. Il est indispensable de faire comprendre aux enfants, aux adolescents et



## Santé auditive : agir, informer, éduquer

aux parents quels sont les risques encourus face à une exposition à des niveaux sonores élevés ou pendant une période prolongée et répétée. Cette démarche est fondamentale pour faire évoluer les comportements dès le plus jeune âge. Il me reste à vous remercier de votre écoute et de votre colloque qui va permettre de partager les perspectives à l'horizon 2025 en matière de santé auditive, que ce soit sur le plan diagnostic, thérapeutique et de l'appareillage. Je vous souhaite donc un colloque riche en enseignements et en échanges.

Je tiens, in fine, à remercier l'équipe de la DGS qui conduit, au quotidien, la politique de prévention dans les milieux festifs et dans d'autres milieux : il s'agit de Ghislaine Palix-Cantone qui est présente ici et qui est en charge du Bureau Environnement intérieur et de Laurine Tollec qui est chargée du dossier Bruit et du docteur Jean-Michel Thiolet. Je vous remercie encore.

*Pr Lionel Collet, Conseiller d'État, Président du Conseil d'administration de Santé Publique France.*

Je regrette de ne pouvoir être physiquement parmi vous. La prospective en santé auditive, proposée par l'association JNA, avec d'autant plus un calendrier court, puisque sur une période de 8 ans d'ici 2025, revêt une importance majeure. Aujourd'hui, quand on raisonne en prospective il est nécessaire de dissocier ce qu'est l'innovation incrémentale, ce qu'est l'innovation attendue et ce qu'est l'innovation inattendue dite de rupture. Or dans le domaine incrémental, par comparaison avec le reste de la santé, nous voyons à quel point la santé connectée s'est emparée de la santé. Elle s'en est emparée dans le suivi de pathologies comme le diabète, dans le diagnostic comme dans la dermatologie ou en ophtalmologie. Et demain elle entrera pleinement dans l'automatisation, le suivi à distance de patients en audiologie, voire le réglage à distance. Encore faut-il en démontrer la valeur ajoutée pour le malentendant et pour la santé publique. La télé-audiologie arrive et doit être prise en considération.

Il y a, également, un tout autre versant. Dans les années 80, les travaux des équipes de spécialistes en biologie interne consistaient – pour beaucoup – à régénérer les cellules sensorielles de l'organe de Corti et, si on y est arrivé chez le rongeur d'une manière souvent anarchique, il n'y a toujours pas d'application chez l'humain. Et donc il reste des interrogations sur "Sera-t-on capable un jour de régénérer ces cellules, de modifier la composition et l'organisation d'un organe de Corti, voire de l'appareil auditif périphérique ?" Tout cela représente un enjeu majeur mais ce que l'on voit déjà arriver – et ce sera la présentation du Pr Puel – ce sont les avancées d'une pharmacologie de molécules qui peuvent arriver dans l'oreille interne. Il reste beaucoup d'interrogations. Aurons-nous, demain, des substances capables de réduire les acouphènes et, de manière identique aux antalgiques sur la douleur, aurons-nous la capacité de faire mieux entendre au moyen de substances et pas uniquement par des dispositifs médicaux tels que les prothèses ou implants ? Ce sont des questions majeures. Et on n'oublie pas les apports de la thérapie génique et de la génétique déjà au diagnostic des surdités. La perspective s'annonce bien même si nous sommes tous dans l'attente de ces innovations qui devraient modifier durablement, non seulement la santé auditive mais, également, l'organisation de la prise en charge, les actions et le métier des professionnels.

*Pr André Chays, Membre correspondant Académie nationale de médecine, Médecin spécialiste en oto-rhino-laryngologie et en chirurgie de la face et du cou, Professeur des Universités - Praticien Hospitalier (PU-PH)*

Pr Jean-Luc Puel

– Je voudrais introduire le professeur André Chays qui est, non seulement un éminent ORL mais, aussi, un éminent spécialiste de l'angle ponto-cérébelleux. C'est aussi un éminent chercheur avec une vision de la médecine scientifique, et c'est appréciable ! Il développe une vision humaniste de la médecine. Et



Santé auditive : agir, informer, éduquer

puis, je suis fier de vous présenter le représentant de l'Académie de médecine qui soutient l'association depuis ses débuts.

Pr André Chays

– « Merci. Je ne mérite pas tous ces mot élogieux et gentils de ta part Jean-Luc et je te rendrai ce mot très gentil pour moi pour te dire que le monde des chercheurs est souvent coupé de celui des médecins et le monde des chercheurs n'a pas, non plus, toujours la sensibilité, l'humanité vis-à-vis du malade et, dans ma vie, tu fais partie des quelques-uns sur les doigts de ma main que j'ai rencontrés qui sont très à l'écoute de l'homme. Je suis là en tant que représentant de l'Académie de médecine. C'est l'Académie nationale qui répond à l'État et la plupart des questions viennent du ministère de la Santé. Le ministère de la Santé s'interroge sur quelques problèmes de santé et peut s'adresser à l'Académie qui va émettre des recommandations, etc. Cette académie m'a chargé de la représenter ; elle apporte son soutien massif aux journées de l'audition, elle y est attentive et je veux vous assurer de cet encouragement pour toutes les actions de la journée. Elle travaille au cours de commissions diverses. Elle a consacré deux séances plénières sur les problèmes des malentendants. Il y a aussi une commission sur le numérique cet après-midi, et je témoignerai auprès du président ô combien les apports de ce matin ont été riches. Merci et bravo pour tout ce que les journées font ».

## « Décloisonner les mondes de l'audition »

*Roselyne Nicolas, vice-Présidente de l'association JNA, Présidente de l'association France Acouphènes*

L'association JNA a été précurseur, il y a 20 ans, en matière d'éducation à la santé auditive. Nous souhaitons changer le monde car nous ne souhaitons pas vivre dans celui qui existe aujourd'hui. Ouvrir demain, c'est créer un monde qui, par définition, n'existe pas forcément encore aujourd'hui et qui est à créer tous ensemble en unissant nos forces ! Il est important que tous les acteurs unissent leurs énergies pour modifier le présent. La première chose à changer, c'est notre manière de voir l'audition. Petit à petit on sort l'oreille de l'oubli, on va vers la santé auditive, puis vers la mise en place d'une politique, d'une hygiène de santé auditive. Comme le ministère l'a présenté, un cadre se met en place et se renforce. Et c'est tant mieux car nous avons encore pris conscience, au travers des résultats de l'enquête JNA 2017, que les jeunes mettent leurs oreilles en danger par l'écoute de musique au casque ou avec oreillettes via leur Smartphone. Nos schémas de pensée sont à modifier. Et dans ce schéma collectif existe le cloisonnement « normo » « mal » entendant. On peut, également, relever « Déficience auditive » qui pour beaucoup signifie déficient mental. La déficience auditive a tendance à nous mettre à l'écart, et c'est d'ailleurs une grande crainte des actifs au travail, aujourd'hui. La JNA travaille beaucoup dans l'entreprise sur des programmes « Bruit au travail, Santé et harmonie ». Il s'agit là d'un frein majeur chez un salarié de 45 ans, presbycousique, qui peut penser être mis au placard parce que déficient auditif et donc non efficient, non performant.

Autre schéma culturel à modifier : notre rapport au bruit. Les nouvelles technologies peuvent contribuer à ce changement car nous allons devoir parler au système de domotique. Dans le domaine du changement, les comportements à risques provoquant les acouphènes, véritable fléau qui touche toute la population dont les 15-17 ans. Dans l'enquête JNA 2017, encore 40 % des personnes interrogées de moins de 35 ans ont évoqué avoir senti ou ressenti des sifflements ou bourdonnements dans les oreilles après exposition via le Smartphone. Il faut agir au niveau des acouphènes !



Santé auditive : agir, informer, éduquer

Nous avons de plus en plus de personnes atteintes d'acouphènes avec beaucoup de manque d'informations. Si nous commençons par les plus petits en leur expliquant les dangers du bruit et leur montrer des témoignages de personnes qui souffrent d'acouphènes ou d'hyperacousie. Cela peut, aussi, faire réfléchir les familles. Les enfants sont élevés dans le bruit et il faut essayer de faire changer les mentalités. Expliquer aux parents que le capital auditif est à préserver dès la naissance, développer la prévention à l'école et dans les lycées, dans les milieux festifs. Les jeunes n'ont pas forcément le réflexe de protéger leurs oreilles avec des bouchons.

La principale cause de perte auditive reste la presbyacousie, phénomène d'usure naturelle des cellules sensorielles avec l'avancée en âge. Il s'agit d'un phénomène naturel. Elle correspond à une évolution naturelle de notre état d'être. Une personne ridée ne sera pas traitée de déficiente de la peau.

Ces changements, l'association souhaitent les impulser au sein de la société, en tout cas, les provoquer en synergie avec l'ensemble des acteurs de la santé et de la prévention. Nous sommes une association d'alerte et de plaidoyer et l'association va œuvrer dans ce sens pour atteindre l'horizon 2025. Le cliquet du changement n'est pas très loin. Selon notre enquête, réalisée avec Ifop en octobre dernier, le désir de bien entendre est désormais au moins équivalent à celui de bien voir.

## « Comment utiliser et potentialiser le futur du XXI<sup>e</sup> siècle ? »

*Riel Miller, Chef de la prospective à l'UNESCO*

Est-ce que notre manière d'utiliser le futur correspond à ce que l'on sait autour de nous ? Est-ce que notre manière d'utiliser le futur correspond en fait à nos valeurs, à nos attentes, à nos espoirs ?

La technologie, on a cette idée que l'on va être branché et que l'on va brancher l'humain. Si on va se brancher ce sera en libre avec le wifi et non par un câble relié par les ondes et on sera alors tous connectés sans avoir de grands fils. Le corps et notre idée du corps changent. Notre manière de voir le corps est très pauvre si on fait de l'extrapolation. On a déjà pensé à notre corps comme un corps-machine. Cette vision est évidemment réductrice et simpliste. Nous pensons nos sociétés de la même façon, des machines que l'on doit réparer et qui doivent fonctionner toujours parfaitement dans l'équilibre. Ce sont des conceptions, des manières de penser qui sont pauvres en face de notre réalité. On a toutes ces bases de données, toutes ces sources d'informations. Ce sont des outils. On est en symbiose avec nos outils et cela suggère notre manière de voir notre santé. Que veut dire "Je suis bien" ? Est-ce parce que tout fonctionne mécaniquement correctement ? On a aussi pour les humains, le sens de la vie, nos émotions et pas uniquement notre fonctionnement simple et chimique. On voit dans l'histoire humaine de grandes transformations dans la manière de comprendre et de construire ce bien-être.

L'extrapolation de la manière présente de projeter l'avenir n'est pas la bonne manière de voir le futur. Par exemple, l'extrapolation du modèle de Ford : on ne pouvait pas projeter le devenir de la voiture à partir du premier modèle Ford. La réalité est complexe et émergente. On ne peut pas la prévoir et en plus, on est obligé d'imaginer. Personne ne peut aller dans le futur. Même quelque chose d'aussi évident que le soleil va se lever demain matin n'est que fiction pour l'instant. Ce n'est que le fruit de mon imagination. Je prends cette idée pour fonctionner mais c'est imaginaire. Je vais vous présenter 4 grands changements dans la manière qu'on imagine le monde, qu'on décrit le monde et qu'on exerce notre liberté.

Etudions notre façon d'anticiper. Tout le monde anticipe. Vous avez anticipé d'être présent à ce colloque parce que vous anticipiez qu'il y aurait des gens dans cet amphithéâtre. Mais c'est un fantôme. Bon, c'est confirmé par la réalité. Mais vous avez décidé de venir ici et pas ailleurs, et cette autre branche de possibles a disparu. Elle n'existe plus. C'est là aussi notre manière d'être dans le temps et être dans l'anticipation.

### **Il existe 3 grands axes de l'anticipation pour définir le futur :**

Il y a l'avenir contingent : l'avenir contingent positif lorsque l'on pense à fabriquer un abri parce qu'on anticipe qu'il va pleuvoir. On peut alors nommer. Il n'est pas possible de demander de se préparer à je ne sais pas quoi ! C'est possiblement quelque chose qui va émerger et je ne sais pas ce que c'est. Je peux être bien nourri et prêt pour tout. Mais prêt pour tout à quoi ? Cela veut dire qu'il y a un aspect du futur clos et on est assez efficace et on s'y prépare.

Il y a aussi la planification. L'optimisation. L'homme est assez fort dans la planification et c'est une autre manière que le futur existe dans le présent comme anticipation. C'est un jeu d'échecs et, évidemment, les ordinateurs sont très forts dans ce contexte parce que les règles sont données, les ressources sont données et les buts sont également donnés. C'est une fois de plus un système clos, pas comme la réalité. La réalité est ouverte. Il y a des émergences, et c'est Henri Bergson qui nous a fait comprendre que des nouveautés émergent et c'est là précisément une autre manière de penser le futur.

Notre manière de décrire le monde et de l'imaginer est un travail de cadre, de variables, de choses que nous avons déjà en tête. À partir de là, nous construisons des projections. C'est ce que l'on fait depuis Jules Verne. On projette le futur d'une manière linéaire en plus grand, plus rapide ; en fait, la même chose, en mieux.

Pour moi, c'est une profonde limite dans notre manière d'utiliser le futur. Pas seulement dans la manière de circonscrire la créativité mais dans la manière dont on utilise le futur. La limite est donnée par notre manière de prévoir, de planifier et de créer des certitudes. D'une certaine manière, nous fonctionnons en contradiction un peu absurde avec la réalité. Nous savons fort bien que la réalité est complexe et émergente. Mais nous avons peur si on ne sait pas ce qui va se passer. Notre attente est celle-ci « Dis-moi ce qui va se passer pour que je puisse le planifier ».

Notre réalité ne correspond pas à cette façon d'évoluer. Car on évoluerait alors dans un monde déterministe dans une évolution sans liberté. La question est alors : Comment ?

Il y a des pistes dans ce que j'appelle le microscope du XXI<sup>e</sup> siècle. Grâce au microscope on peut découvrir dans une goutte d'eau un monde jusque-là invisible. Le microscope rend visible quelque chose jusque-là invisible. Mais on a mis 200 ans à comprendre que les médecins devaient se laver les mains pour optimiser le microscope du XVIII<sup>e</sup> siècle. Quand on a découvert, avec le microscope, le microbe on ne savait pas ce que c'était. On ne savait pas à quoi servait cet outil. C'est pareil aujourd'hui. Nous sommes en train de découvrir des choses mais on ne sait pas à quoi elles servent. Cela sert à nous rapprocher de la richesse de notre univers qui est plein de spécificités.

Un autre aspect est notre façon d'organiser le monde autour de nous. Avec nos outils, nous avons tendance à hiérarchiser. Si je vous dis que le bonheur d'une personne riche n'est pas équivalent au bonheur d'une personne pauvre – l'un est supérieur à l'autre – vous allez dire : on ne peut pas dire que le bonheur de X est supérieur à celui de Y. Précisément, c'est l'hétérarchie et beaucoup de choses dans notre monde sont de l'ordre de l'hétérarchie. Il s'agit là d'une organisation qui favorise l'interrelation et la coopération entre les membres de la communauté plutôt qu'une structure ascendante. Notre manière de réfléchir le monde, d'organiser et de gouverner est incroyablement cadrée par l'approche hiérarchique. C'est, certes, plus facile en raison des systèmes de pouvoir et de croyances. Mais ce n'est



pas ainsi que la réalité se présente. Il nous faut développer nos compétences dans l'utilisation du futur. Je peux illustrer ce système plus fluide par l'analogie à un groupe d'oiseau dans un mouvement « Mormoration ». Ils sont dans un mouvement fluide, pas structuré. Cette fluidité de communauté est hétérarchie dans une production de sens. Quand on produit du sens on est dans une autre démarche que la création de valeur. Le sens arrive de toutes les directions. Et nous sommes alors dans une autre création de valeur. Cela nous donne une autre manière d'aborder la liberté. Pour moi, il y a un grand changement survenu dans la moitié du XXe siècle. Notre manière d'exprimer notre liberté c'est une question de capacité. Ce n'est pas simplement l'expression de sortir de prison, de l'oppression ou de la famine. Quand on est libre, il y a la question de "Qui suis-je ?" Comment je peux développer ma propre identité ? C'est un défi énorme et ce défi fait partie du contexte dans lequel on est et interroge notre manière de penser le futur... et comprendre que nos sociétés sont en train de se transformer. Nous sommes encore dans la pensée barbare. Seule la pensée complexe peut nous amener à sortir de la préhistoire de la pensée.

Un temps pour la méthode et la méthode de notre temps : une société capable de mieux utiliser le futur peut profiter de la diversification et de l'imagination pour intégrer la spontanéité et la complexité. La spontanéité est la seule manière de prendre en compte la richesse de la réalité afin d'aller au-delà de notre manière de cadrer en avant notre champ des possibles, notre liberté. C'est la manière dont on vit l'expérimentation autour de nous ; celle issue de l'expérience due à la réalité, il faut rester ouvert et pas uniquement penser l'expérience de manière déterministe, fondée sur l'inquiétude de certitudes.

Si on prend l'illustration de Sempé, pour aller d'un point A à un point B, il faut passer la falaise. Qui le voudrait ? Le grand chef va dire il faut y aller. Je vous promets que cela va être un meilleur monde, crois en moi. Cela va être un monde comme par le passé, on va refabriquer le passé. Ce n'est pas ainsi que la réalité émerge et ce n'est pas comme cela que nous nous sentons en sécurité. C'est cela que Sempé nous fait comprendre. Notre façon d'anticiper le futur est importante car elle change le présent et peut fermer des possibles.

### ***Est-ce que les chercheurs et les scientifiques qui travaillent au monde de demain, sont mieux dotés ?***

Ils sont certainement mieux armés dans leur domaine. Ils peuvent penser à un changement incrémental. Si une expérience est réussie, elle peut nous amener vers une autre. Mais on voit bien au travers de l'histoire des grandes découvertes du monde.  $E = mc^2$  de Einstein a été une découverte scientifique importante ou encore TCIP, le protocole de l'Internet. Ce sont des découvertes et on ne savait pas comment cela allait créer notre potentiel de futur. Par exemple, la découverte d'Einstein a mené à la création de la bombe atomique qui a joué un rôle pendant la Seconde Guerre mondiale et en même temps cela a créé la guerre froide et une période de paix. Alors on ne sait pas comment cela va agir sur notre société. Il faut laisser la réalité émerger.

### **On recherche aujourd'hui les innovations de rupture que l'on ne peut pas prévoir, et finalement est-ce bien comme cela ?**

Si nous n'avions pas eu ces ruptures nous ne serions pas ici. Je crois que notre espèce et le résultat de notre évolution tient à ces ruptures. Je crains que les ingénieurs sociétaux jouent le rôle de Dieu. Implicitement, notre façon d'aborder le futur est marquée par cette idée qu'on peut jouer les dieux et que l'on peut décider, aujourd'hui, comment nos enfants vont vivre demain. Personne ne serait content de vivre un présent au travers d'un futur créé par ses parents ou grands-parents. C'est une manière de coloniser le futur qui ne correspond pas à nos valeurs.

Au-delà du déterminisme, il faut laisser l'expression de l'expérimentation émerger pour entrevoir le futur avec toutes ses possibilités. Nous sommes capables de capter des signaux faibles, d'imaginer d'autres manières d'aborder le futur. Nous avons, en notre possession, des tas d'indices mais ces indices



n'ont pas de sens parce que nous sommes fixés sur un avenir que nous projetons en fonction des apprentissages du passé et de manière linéaire. Nous pourrions être dans une posture moins hostile à l'émergence de discontinuités en changeant de paradigme en adoptant une approche plus diversifiée pour anticiper.

## « La révolution numérique dans l'audioprothèse »

*Philippe Metzger, Secrétaire général de l'association JNA et audioprothésiste*

Je vais vous présenter l'histoire de la prothèse auditive. Pour beaucoup, la prothèse auditive est connue sous le nom de Sonotone. Sonotone a disparu car le secteur a vécu une grande révolution avec le passage au numérique. En 1900, le cornet acoustique est apparu, seul système pour amplifier le son. Graham Bell a réussi à intégrer un système électrique et il a inventé le microphone à charbon qui a donné lieu à la naissance du téléphone. Cette invention a également servi à la création des appareils auditifs. Les premiers appareils auditifs étaient donc constitués d'un boîtier avec une pile et d'un microphone à charbon. Cela permettait d'amplifier. Très rapidement, nous sommes passés à la lampe. L'appareil a alors intégré un ampli à lampes. C'était assez gros, cela permettait seulement d'amplifier et c'était dans le domaine de l'analogique. Ensuite, nous avons pu réduire la taille des appareils en passant à la technologie des transistors et aux circuits intégrés. Il devint alors possible de fabriquer des contours d'oreille et des intra-auriculaires. À l'époque de l'analogique, le métier des audioprothésistes était assez simple car seul un trimmer, un système à vis, existait pour régler le niveau de gains acoustiques et il y avait un filtre coupe-aigus et un filtre coupe-graves. On pouvait ainsi abaisser l'amplification des graves ou l'amplification des aigus. L'appareil était aussi constitué d'un limiteur de niveau de sortie.

Une chaîne de mesures permettait de vérifier que les réglages réalisés étaient à peu près corrects. La bascule du numérique s'est opérée en 1997. Peu avant, nous commençons à utiliser des appareils à commande numérique. C'était encore des appareils analogiques mais la commande permettait d'affiner les réglages. Au lieu de 3 à 4 réglages, nous passons à une dizaine. Puis les premiers appareils numériques sont apparus. Cela a été, en même temps, la première intervention de la JNA.

Ce premier appareil numérique était de faible capacité mais au moins il permettait des avancées importantes grâce au traitement de signal. Grâce au traitement de signal, on peut faire autre chose que de l'amplification. On a pu, ainsi, différencier la parole et le bruit. On a pu, aussi, affiner le réglage d'intensité puisque à présent, les appareils auditifs sont dotés de plusieurs canaux. Dans chacun d'entre eux, on va pouvoir différencier le son faible du son fort pour améliorer le seuil de perception et ne pas atteindre le seuil d'inconfort quelle que soit la fréquence voulue. Désormais, nous avons un système anti-Larsen pour éviter d'avoir des sifflements. L'effet Larsen survient lorsqu'un son revient au niveau du microphone et qu'il se met à siffler. Ce qui était un gros problème à l'époque des systèmes analogiques. À l'époque, pour contrecarrer cet inconfort, on réalisait des lunettes auditives afin de séparer le microphone de l'écouteur. La stéréophonie était inexistante. L'anti-Larsen permet par les appareils numériques, correspond à un apport de confort pour le patient. Il est assez pointu puisqu'on peut augmenter de 20 dB sans effet Larsen. On utilise une technique de déphasage c'est-à-dire quand un son revient au microphone, il est réinjecté.

L'important, dans la prothèse auditive, c'est de comprendre son utilité. Elle sert à corriger une surdité et chaque surdité est spécifique.



Le système auditif est composé de l'oreille externe avec le pavillon et le conduit auditif, de l'oreille moyenne qui est un adaptateur d'impédance et amplificateur et de l'oreille interne. La majorité des surdités que l'on corrige proviennent de l'oreille interne. C'est de là que vient la problématique.

Souvent, l'entourage des malentendants nous dit : « Je ne comprends pas, mon papa ou ma maman a un appareil auditif. Ce n'est pas comme une paire de lunettes ? ». Or, c'est tout à fait différent puisque l'appareillage optique est une myopie, presbytie, ou autre, un peu comme si vous aviez une surdité de l'oreille moyenne. C'est une amplification qu'il faudrait donner.

Dans le domaine de l'audition, c'est une surdité de l'oreille interne, cela génère des distorsions, c'est comme si vous essayiez de mettre une paire de lunettes à quelqu'un qui a une dégénérescence maculaire et cela ne lui apporterait pas grand-chose finalement.

Au niveau de l'oreille interne, les petites cellules ciliées transforment l'énergie mécanique en stimuli électriques. Cela montre que notre problème est de faire travailler les cellules sensorielles restantes de manière à ce que l'influx nerveux soit équivalent à ce qu'il aurait été si les cellules ciliées avaient été en parfait état. On va avoir la même quantité d'énergie mais pas la même qualité. On dit qu'une perte auditive implique essentiellement une perte de qualité d'énergie.

#### **Il existe 4 grands principes fondamentaux :**

Une distorsion de l'intensité. Les gens vont entendre beaucoup moins fort et toute personne va vous dire : « Les gens doivent parler plus fort pour que j'entende ».

Distorsion de sélectivité fréquentielle. On a perdu la capacité à séparer la source des sons.

Le glissement fréquentiel : concrètement, les patients l'expriment par : « Je n'écoute plus mes anciens CD parce que c'est faux. J'ai l'impression que c'est joué un demi-ton au-dessus. Je n'ai plus d'émotion à les écouter ». C'est quelqu'un à qui vous allez dire : le mot à écouter est « cil » alors que vous avez dit « fil ».

Vous avez beau lui répéter 36 fois, ce qu'il entend est beaucoup plus proche du « F ».

Il faut mettre plus d'aigus pour ce sujet-là, d'intensité parce qu'il a un seuil d'inconfort, d'intolérance qui se rétrécit. L'appareillage auditif doit répondre à cette problématique-là, lui amplifier les sons forts mais pas trop de manière à ce qu'il n'atteigne pas le seuil d'inconfort.

La distorsion d'intensité est assez bien corrigée par les appareils numériques et elle l'était déjà à l'époque des appareils analogiques.

La distorsion fréquentielle : lorsque la cochlée fonctionne bien, il y a un filtre qui donne une émergence de la fréquence testée. Lorsque vous en testez une, vous en provoquez deux ou trois adjacentes. Le patient va vous dire : « Je n'entends pas deux kilos mais deux kilos cinq ». Le réglage est difficile à réaliser pour une personne qui va vouloir tester sur une perte d'aigus.

En effet, le glissement fréquentiel se rencontre toujours des plus graves vers les plus aigus. Toutes les surdités ne sont pas systématiquement caractérisées par un glissement fréquentiel. Les appareils pourraient corriger cela. La difficulté est que l'on ne connaît pas, a priori, la valeur du glissement fréquentiel. Est-ce que le patient en a ? Sur toutes les fréquences ou pas ?

Fort heureusement et c'est pour cette raison que l'implant cochléaire fonctionne, le signal auditif se fait au niveau des relais, au niveau du système central. Il se fait faiblement au niveau de l'oreille. Finalement c'est notre chance, une perte d'acuité auditive est corrigable, même une perte neurosensorielle parce que le niveau du signal est supérieur alors que pour d'autres sens ce n'est pas forcément le cas. Par exemple, quelqu'un qui a une rétinopathie, vous avez beau essayer de stimuler la rétine, vous aurez une



Santé auditive : agir, informer, éduquer

image qui fera aujourd'hui, les implants rétiniens vous donnent une forme, c'est un carré, un rond, c'est tout.

Alors que très rapidement, quand on a stimulé la cochlée électriquement on a tout de suite une réponse sonore. La grande chance de l'audioprothèse, c'est que le traitement du signal n'est pas tellement endocochléaire mais au niveau des cortex.

La technologie permet de proposer des appareils de plus en plus petits parce que les microprocesseurs sont miniaturisés et aussi intégrés dans les intra-auriculaires. Ces appareils ne sont pas adaptés à tous, mais cela permet d'offrir des équipements discrets pour les petits conduits auditifs.

Il existe, également, des appareils en pose semi-permanente que vous gardez deux à trois mois. Ils ne se voient pas. Ils sont positionnés près du tympan. Ils sont conseillés lorsque le patient a peu besoin de traitement de signal.

La majorité des appareils sont, aujourd'hui, représentés par des appareils à écouteurs déportés, une partie est dans l'oreille et l'autre dehors. Les contours d'oreille, bien qu'anciens par leur forme, intègrent aussi les dernières technologies.

Aujourd'hui, les appareils sont en capacité d'agir sur l'extérieur, de communiquer avec l'extérieur. Ils sont dotés d'un petit amplificateur, qui permet de communiquer avec l'iPhone ou le Smartphone. Une puce traite le signal et une puce va émettre en Bluetooth et en wifi. Il est désormais possible de se connecter à un réseau. Nous en sommes aux balbutiements.

Les applications, au quotidien, existent déjà : quand le niveau des piles est faible, un est directement envoyé sur le téléphone des parents : "La pile de votre enfant faiblit". On a, aujourd'hui, des sonnettes de porte connectées qui peuvent envoyer un signal directement dans l'appareil.

Peut-être que le réglage des appareils auditifs pourra se réaliser grâce à ce système connecté.

Enfin, il est important de rappeler que l'appareil auditif est un merveilleux outil mais il reste un outil. Il s'agit d'un matériel médical accessible sur prescription. Pour apporter le plus grand confort et être efficace dans son rôle de compensation, l'appareil sera réglé tout au long de la vie et adapté à l'accoutumance du patient et à l'augmentation de sa perte auditive.

## « Le biorythme en support de l'aide auditive »

*Eric Van Belleghem, Directeur marketing Starkey France*

Les évolutions actuelles et celles à venir vont apporter des réponses à de nombreuses personnes et pas uniquement aux patients malentendants.

À ce jour, nous ne connaissons pas la réalité du futur technologique des appareils auditifs. Les dispositions actuelles offrent la possibilité de traiter le signal en classifiant l'environnement sonore des personnes. Ils vont être en mesure de différencier les sources de bruit et de privilégier ainsi la discrimination de la parole dans le brouhaha. La connectivité est désormais intégrée dans nos solutions auditives et elle nous ouvre de nouvelles perspectives.



## Santé auditive : agir, informer, éduquer

L'objectif principal réside en la capacité de maintenir la compréhension de la parole en situation dite compétitive de bruit. L'enjeu consiste à repérer les différents environnements sonores des patients pour pouvoir les anticiper et proposer une solution.

Mais la connectivité des aides auditives, au-delà de se connecter au Smartphone et aux systèmes de la domotique, va donner accès au Cloud.

Quel intérêt ? Démultiplier la capacité de calcul et donc la puissance des microprocesseurs.

Les aides auditives que nous utilisons aujourd'hui comportent des microprocesseurs équivalents à celles du premier module lunaire qui a été utilisé par Neil Armstrong.

Des microprocesseurs qui font quelques millimètres. Cela permet d'avoir des capacités de calcul très importantes. La connexion avec le Cloud nous ouvre des portes sur une autre puissance de calcul.

Grâce aux nouvelles technologies, les solutions auditives sont aussi dotées de débruiteurs permettant de bien identifier la parole et de déplacer les signaux dans les zones fréquentielles utilisées par le cerveau.

Cela permet de réduire la charge cognitive du malentendant, concrètement la fatigabilité. En effet, le patient effectue moins d'efforts de compréhension de la parole. L'évolution des débruiteurs va nous orienter vers la stimulation des réseaux de neurones profonds.

Une autre évolution proviendra du domaine des microphones directionnels.

Ils vont permettre, aux aides auditives, de se focaliser sur une origine, une source de bruit, ou un signal vocal connu, identifié.

Elles utilisent déjà ce dispositif. Dans un environnement bruyant, on va considérer que le bruit alentour n'est pas l'enjeu. Il est primordial d'apporter la compréhension de la parole du locuteur. Le micro va donc s'orienter face au locuteur, par des systèmes de zooms automatiques qui permettront de focaliser le microphone sur la voix de l'interlocuteur. La difficulté, c'est que le brouhaha est aussi constitué de voix. Il s'agit d'identifier non pas seulement ce qui est du bruit mais ce qui est de la parole ; il faut aussi pouvoir imaginer l'intention de l'auditeur quand il veut écouter quelque chose et là, il veut entendre 0 % finalement. Donc on s'oriente de manière très claire dans la recherche vers ce que l'on appelle le bioguidage des aides auditives : identifier des informations mesurées à partir de l'utilisateur.

C'est alors l'aide auditive qui analyse et qui, en mesure des informations cérébrales, va orienter le microphone.

À partir de là où le regard se porte, l'aide auditive calcule le potentiel électrique nécessaire. Nous avons réalisé l'expérience. Lorsque le patient tourne les yeux vers ses locuteurs, les microphones s'orientent automatiquement vers les interlocuteurs. On s'appuie sur la technologie des senseurs.

Dès les années 2000, les chercheurs ont été en mesure de reconnaître un signal vocal, une information vocale dans le cortex d'un furet à partir de son activité cérébrale. Aujourd'hui, grâce à des méthodes non invasives, nous pouvons faire des mesures dans le cerveau humain, identifier son intention d'écoute et ce sur quoi il veut se concentrer. Cela nous ouvre des perspectives.

De manière pratique, je me promène dans la rue, je converse avec des amis, tous les bruits et obstacles qui se présentent sur ma route ; je ne vais pas essayer de le regarder et de focaliser sur sa voix et son message et c'est mon intention cérébrale qui va guider les microphones des aides auditives.



## « Réduire l'effort d'écoute produit par le cerveau »

*Jens Kofoed, Directeur général Prodition*

Lorsque l'audioprothésiste vise à rendre le son audible, il est facile d'oublier que le cerveau interprète ce que nous entendons. Le cerveau cherche constamment à donner du sens aux stimuli sonores qu'il reçoit. Les Sciences cognitives de l'Audition intègrent des recherches interdisciplinaires, et notamment physiologiques et cognitives, pour expliquer l'interaction complexe entre le signal auditif entrant, son traitement, le système auditif, la mémoire et la cognition dans la compréhension de la parole.

Quand notre système auditif et nos fonctions cognitives sont intacts, la parole peut être déformée de multiples façons, elle restera toujours comprise (Davis et al 2005). Toutes les technologies auditives modernes modifient le signal d'une certaine manière pour améliorer l'audibilité. Cependant, lorsque le signal de la parole est trop manipulé, il peut se déformer et interférer directement sur la capacité de notre cerveau à comprendre. Par conséquent, nous croyons qu'il est nécessaire de fournir des techniques de traitement de signaux qui favorisent les processus cognitifs naturels du cerveau. La recherche sur la relation entre « cognition » et « audition » a commencé il y a plus de 30 ans. Depuis lors, des études importantes ont montré à quel point les facteurs cognitifs pouvaient être intégrés dans la conception des aides auditives.

Toute inadéquation nécessite un travail supplémentaire pour le cerveau. Ce qui est le cas lorsque ce qui est entendu ne correspond pas aux modèles de paroles stockés dans la mémoire à long terme. Le modèle de « Facilité de Compréhension de la parole » explique comment la parole est traitée par le cerveau suivant les conditions d'écoute, faciles et difficiles.

Le traitement implicite ne nécessite pas d'effort. Lorsque la difficulté de compréhension de la parole se présente, nous travaillons temporairement sur ce qui a été entendu et essayons de le déchiffrer. Sinon nous ne pouvons pas déterminer ce qui a été dit ; nous tentons de préserver les informations que nous avons entendues dans la mémoire de travail, effaçons notre tableau mental et renouvelons l'essai. Si ce déchiffrement prend trop de temps, nous pouvons manquer la suite de la conversation. Aussi, nous ne disposons pas de mémoire de travail suffisante pour stocker ce qui a été perçu jusqu'à ce que le puzzle soit résolu : la compréhension est perdue ou interrompue. Le traitement explicite nécessite plus d'efforts et de ressources cognitives. L'augmentation de l'effort d'écoute est considérée comme une source de fatigue, de stress et de fort absentéisme lié au stress au travail. L'augmentation de cet effort d'écoute a aussi des répercussions sur la capacité de la personne à réaliser plusieurs tâches.

### **En vieillissant, nous utilisons plus de ressources cognitives pour comprendre dans le bruit**

Avec l'âge, l'ensemble du système auditif vieillit. La perte de l'audition associée provoque beaucoup plus que des changements dans la cochlée. La diminution du nombre de cellules ciliées et de neurones auditifs affecte directement le tronc auditif cérébral sans rapport avec le processus du vieillissement du cerveau. Beaucoup d'effets subtils surviennent. Lorsque la synchronisation est perturbée par le système auditif en raison du vieillissement, il y a une diminution significative de la capacité à identifier des mots en milieu bruyant. C'est pourquoi, l'acuité auditive périphérique se réduisant, elle ne peut être restaurée en augmentant simplement le volume. Afin que des personnes âgées comprennent la parole dans un fond sonore, elles doivent utiliser beaucoup plus de ressources cognitives. Du fait des modifications de l'audition, le risque de déficience cognitive est de 24 % supérieur, tous facteurs pris en compte. Plus les changements de seuils auditifs sont grands, plus le risque de déficience cognitive est important. Il existe des liens significatifs entre la perte du volume de matière grise dans les aires auditives du cerveau, la capacité auditive périphérique et l'activité neuronale associée. Le fait que le volume de matière grise diminue avec l'âge est généralement accepté. Malgré cela, la parole déformée



et parfaitement audible est facilement comprise tout au long de votre vie. Voilà pourquoi augmenter le volume ne peut bien fonctionner que lorsque vous êtes dans une ambiance sonore calme. Toutefois, plus le signal de la parole est corrompu, plus le traitement cognitif est requis et plus le volume de matière grise sollicité devient important.

### **La perte de l'audition la plus simple à éviter est celle due aux expositions sonores toxiques**

Les expositions sonores créent des lésions au-delà des seules cellules sensorielles. La gaine externe du nerf auditif est aussi abîmée et cela ralentit la vitesse avec laquelle le nerf auditif envoie les signaux de l'oreille au cerveau. Des modifications des informations temporelles reçues par les oreilles apparaissent aussi. Cela joue un rôle dans la capacité à localiser un son.

Parfois, l'exposition au bruit peut donc provoquer un Décalage Temporaire du Seuil (DTS) ; les cellules ciliées se rétabliront rapidement au cours des semaines suivantes. Nous pensons alors : « Pas de préjudice, pas de faute ». Malheureusement ces symptômes temporaires sont comme des cris d'alarme, de milliers de cellules nerveuses auditives qui essaient de nous dire « À l'aide, sauvez-nous, nous sommes en train de mourir ! »

Les cellules ciliées peuvent revenir à la normale ; ce qui donne des résultats normaux à l'audiogramme. Cependant, nous savons maintenant que des dégâts irréversibles ce sont produits. À l'identique d'une perte auditive, définitive, due au bruit, le DTS provoquera, également, des dégâts au niveau du nerf auditif. Par voie de conséquence le cortex auditif va se réorganiser par des expositions sonores chroniques même à des niveaux modérés et considérés comme sûrs. Tous ces changements peuvent n'apparaître que des mois ou des années plus tard.

Par conséquent, l'avenir va être consacré non plus à l'audition mais à la santé du cerveau dont l'une des causes de dégradation est l'audition.

## **« Les implants du XXI<sup>e</sup> siècle »**

*Vincent Péan, Directeur de recherche Implants cochléaires, MED-EL*

Une autre aventure technologique est née en France. Elle a commencé en 1957. On voulait, alors, stimuler l'oreille interne d'un patient pour lutter contre sa paralysie faciale. On n'a pas réussi, mais le patient a eu des perceptions auditives. Aujourd'hui, les patients sourds profonds peuvent téléphoner, par exemple.

### **Petit rappel sur l'oreille**

La transmission jusqu'à la cochlée, vous avez l'oreille externe qui vient capter le son. L'oreille moyenne transmet la vibration du son par l'intermédiaire des osselets à l'oreille interne et la vibration des osselets va faire vibrer la cochlée.

Si je déroule la cochlée, vous allez avoir un son qui arrive sur l'oreille interne. Votre onde se propage sur la cochlée et le maximum de déformation de votre onde va générer une déformation maximale, à la base, si vous avez des fréquences hautes. Les cellules ciliées, cellules sensorielles situées dans la cochlée jouent le rôle d'interface. Elles vont générer des stimuli électriques.

### **Que se passe-t-il en l'absence de cellules ciliées ?**



Beaucoup moins de correction entre les membranes basilaires et les neurones. Très distordu. En cas de surdité totale, une destruction totale des cellules ciliées, l'interface est inexistante.

L'implant cochléaire intervient à ce moment-là. Techniquement, on va insérer un porte-électrodes dans la cochlée qui va remplacer les cellules ciliées qui vont stimuler directement le nerf auditif. Vous allez générer des impulsions électriques par votre électrode : une analyse du signal faite par un processeur et génère une information sur le nerf auditif.

L'implant cochléaire possède une prothèse auditive externe, un peu plus complexe et une antenne qui transmet l'information de la prothèse auditive vers l'intérieur du crâne où se trouve un récepteur. Vous traitez l'information classiquement comme dans une prothèse auditive dans votre processeur. Vous transmettez l'information par l'antenne et vous envoyez l'information sur le porte-électrodes dans la cochlée.

Les implants cochléaires bénéficient de toutes les technologies des prothèses auditives. Quel futur pouvons-nous envisager dans le secteur des implants cochléaires ?

Aujourd'hui, nous obtenons de très bons résultats.

En effet chez l'adulte, les scores de phrases tendent vers 100 % de compréhension. Sur les mots sur une syllabe, les résultats sont plus variables. C'est une condition plus difficile. On obtient quand même des résultats de 100 % au bout de 24 mois, et même avant. Cela fait intervenir la plasticité cérébrale. Il y a une durée d'apprentissage et une rééducation.

Chez les enfants, c'est encore plus spectaculaire. On sait qu'il faut les implanter le plus tôt possible. Quand vous implantez les enfants avant l'âge de 3 ans, ces enfants se retrouvent dans les normes des enfants normo-entendants en termes de langage et de compréhension. C'est vraiment un petit miracle. Pour les enfants implantés précocement, l'implant cochléaire est un miracle.

Bien entendu, il existe des limites de performance. De très bons résultats sont obtenus dans le silence. Par contre, des améliorations sont attendues dans le bruit pour les systèmes d'implants chez l'adulte. Le débruiteur n'est pas intégré dans son système d'implant. Et, si on l'ajoute, les résultats augmentent. Il reste que la perception de la musique est moyenne.

### **Pour quelles raisons ?**

Nous avons une représentation de l'information transmise au nerf qui est incomplète. On remplace les 3 000 cellules ciliées déficitaires par 24 électrodes. Tout simplement parce que la stimulation électrique par une électrode stimule plus de neurones que ce que vous devriez stimuler. Vous créez donc des interférences.

De plus, nous avons découvert que les résultats de l'implant cochléaire sont liés à la capacité du nerf auditif.

Aussi pour potentialiser, nous allons associer les avancées en pharmacologie et en nanotechnologie afin de réduire le traumatisme lors de l'implantation. En effet, la pose de l'implant peut créer des lésions physiologiques.





Santé auditive : agir, informer, éduquer

## « Les enjeux de la e-santé »

*Pr Hung Thai Van, Vice-Président de l'association JNA, Chef de service audiologie et explorations orofaciales - Hôpital Édouard-Herriot, Centre expert Audition et troubles des apprentissages HFME Lyon, Centre expert Pertes d'équilibre et troubles de l'audition, Équipe pluridisciplinaire Afrépa*

Avant tout, je vais vous faire part de mon expérience de médecin, d'ORL, d'audiologiste et de responsable d'un service dit centre expert qui est amené à prendre en charge, tous les jours des patients pour le diagnostic de troubles de l'audition, de l'équilibre, aux âges extrêmes. Notre service se compose d'un centre de dépistages auditif chez l'enfant et chez les personnes âgées. Puis, nous effectuons l'implantation et le suivi de patients dotés d'implants cochléaires.

### **Comment développer la e-santé ?**

Tout d'abord, en préambule, il faut bien définir en termes simples ce que c'est que la télésanté. Jusqu'à présent, on pouvait considérer qu'un service médical était rendu au travers d'une unité de temps et de lieu, le praticien et son patient étant réunis dans le même endroit.

Quand on pense *e-santé*, il faut dissocier les acteurs, le praticien, le patient, pour finalement aboutir à un écosystème complètement nouveau dont on peut encore difficilement, encore aujourd'hui, mesurer les répercussions, pour les prises en charge, en particulier des patients malentendants. Cela a des incidences pratiques pour le praticien et le patient.

L'objectivation de la perte auditive du patient obéit à un processus médical ayant pour principal objectif de garantir la qualité de soin. Le passage à un modèle de *e-santé* nécessite de réfléchir et de statuer sur de nouvelles normes.

### **Deuxième conséquence pratique, le législateur doit modifier le système**

La législation sera à actualiser puisqu'il faudra réfléchir à une réalisation éthique de l'accompagnement *e-santé*, de l'acte médical à distance, modifier les cotations de ces actes.

Pourquoi est-ce nécessaire de réfléchir à de nouvelles pratiques médicales ? Si on prend l'exemple de l'audiologie, au regard des chiffres issus de la littérature, on parle de six millions ou six millions et demi de malentendants mais ce chiffre est probablement sous-estimé puisqu'un tiers des Français déclarent avoir réalisé un examen auditif dans les cinq dernières années et les différentes enquêtes Ipsos réalisées dans le cadre des campagnes JNA décrit une tout autre réalité.

Avec l'offre de soin actuelle, seulement un tiers des personnes qui ont été diagnostiquées malentendantes portent une prothèse auditive. Il existe une sous-médicalisation de cette pathologie. Enfin, l'insuffisante prise en charge de la surdité entraîne un coût au niveau macro-économique extrêmement important qui se chiffre en dizaines de milliards d'euros annuels. Si on réfléchit à la baisse d'efficacité au travail, à la dégradation des conditions physiques chez le sujet âgé – au risque de chute par exemple – les évaluations du coût de santé publique semblent crédibles. La perte de l'audition non traitée implique diminution de la santé mentale, isolement social, dépression et enfin dégradation des capacités cognitives comme le montre les travaux de l'équipe à Baltimore.



## Santé auditive : agir, informer, éduquer

On a une évolution démographique qui, finalement, se prête vraiment au développement de la télésanté.

Première évolution : la part des sujets de plus de 60 ans dans la population qui d'ici la moitié de ce siècle devrait passer à 20 millions.

Le nombre de porteurs de solutions auditives a quadruplé en France. C'est autant de patients à suivre, on sait que s'ils ne le sont pas, ils vont moins délaissé leur solution de compensation et abandonner la solution thérapeutique.

Les moyens sont insuffisants. Sur le territoire national, on compte seulement 3 000 médecins ORL et ce chiffre est annoncé à la baisse, de deux à 3 %, avec une disparité régionale et un tropisme dans le sud de la France.

Les orthophonistes sont surchargés. On est passé de 17 000 il y a 10 ans à 25 000 aujourd'hui.

Chaque jour, lorsqu'on diagnostique un trouble grave des apprentissages qui s'explique par une dyslexie, une dysphasie, et qu'il serait nécessaire de modifier le nombre de prise en charge avec un rythme de deux à trois séances par semaine, c'est impossible et l'orthophoniste référent conseille, alors, de consulter un collègue.

La *e-santé* peut procurer un outil pour améliorer les capacités de diagnostic, mais aussi de prise en charge thérapeutique, des projets de remédiation. Par exemple, un enfant avec un trouble du langage ou un trouble auditif pourrait bénéficier à domicile, donc à distance, d'une remédiation audiovisuelle sur support informatique, que les données des résultats soient enregistrées sur une plate-forme sécurisée et que son thérapeute, qui continuera à le suivre une fois par semaine en présentiel ou tous les 15 jours, puisse adapter la difficulté des exercices.

Force est de constater que de plus en plus de Français sont e-connectés, les jeunes comme les seniors. D'ailleurs, plus de 80 % des seniors sont présents sur les réseaux sociaux ou les consultent.

En conclusion :

Il y a, alors, un triple déséquilibre aujourd'hui dans notre système de santé.

Le premier, c'est l'accès aux soins. On a parlé des déserts médicaux et des tropismes des jeunes médecins pour le sud de la France. Même dans les hypercentres des grandes villes, il faut souvent attendre de 3 à 6 mois pour obtenir un rendez-vous. Les services hospitaliers sont clairement surchargés.

Deuxième source de déséquilibre : faute de temps à consacrer à chaque patient, le risque devient plus élevé d'une dégradation de la prise en charge.

Troisièmement : la rigidité du système fait que dans le temps de consultation, il sera nécessaire de réaliser, à la fois, de la prévention et des actes techniques. La rigidité du système ne répond pas au défi de la médecine du XXI<sup>e</sup> siècle.

Quels bénéfices entrevoir ?

La *e-santé* doit être l'antinomie de l'éloignement du patient et du thérapeute. C'est un moyen d'augmenter le maillage, les réseaux de soin en impliquant le médecin, le kinésithérapeute, l'orthophoniste, etc.



Santé auditive : agir, informer, éduquer

La *e-santé* améliore la qualité de vie et de confort des patients qui vont passer moins de temps en déplacement et moins de temps à attendre le médecin qui est en retard dans la salle de consultation.

Enfin, on va proposer un suivi aux patients externalisés. Il y a une croissance exponentielle des files actives au sein des hôpitaux. On reçoit 1 500 patients tous les deux ou trois mois. Parallèlement, il n'y a pas d'augmentation de la volumétrie des personnels.

Aussi la *e-santé* peut favoriser une prise en charge plus précoce car davantage connectée au réseau de soin. Les tests à distance pourront être plus efficaces et il peut être possible de permettre une régularité du suivi. Les dossiers des patients seront sauvegardés de manière sécurisée.

Nous pouvons également entrevoir des impacts épidémiologiques certains. Un système de veille autorisera à mesurer les écarts entre les différents départements, les différentes régions de France. On pourra mieux mesurer les effets des actions entreprises et, en retour, adapter l'offre. On pourra également, probablement, contribuer à la nécessaire réduction des coûts de santé, pour la collectivité. Savez-vous par exemple que, dans les prises en charge institutionnelles d'enfants sourds, le premier poste budgétaire et le remboursement des taxis ?

Ainsi, ce qui peut ou doit changer c'est, avant tout, de permettre l'accès aux soins de patients isolés ou sans soutien familial, des personnes âgées, par exemple.

Deuxièmement, un meilleur accès aux soins de patients institutionnalisés, en CMP, sous tutelle, pour qui on pourra développer de la *e-santé* avec des procédures innovantes et intelligentes.

Troisièmement, il s'agit d'arrêter et de lutter contre cette cassure qu'il y a entre la parole de l'expert, dans un centre de référence au CHU et la réalité de tous les jours qui est le suivi du patient, le suivi paramédical et s'assurer de choses basiques comme le fait que le micro de sa prothèse auditive ne soit pas encrassé.

En créant un nouveau réseau de soin, on pourra faire en sorte que les préconisations auront des chances d'être mises en place. On peut rêver un parcours de soin plus harmonieux, qui, in fine, dans le cas de l'audiologie, permettrait d'aboutir à une réduction du taux d'abandon de la prothèse auditive. On pourrait réfléchir à un système qui intègre mieux les organismes financeurs et mesurer l'efficacité de tous les acteurs des systèmes de santé.

## « Renforcer le réseau de soins de proximité par le développement de la téléaudiologie »

*Dr Didier Bouccara, Secrétaire général adjoint de l'association JNA, AP – HP Hôpital de la Salpêtrière*

Je suis allé voir sur Wikipédia ce que l'on pouvait trouver sur la *e-santé*. Pour aller au-delà, finalement, si on cherche à mieux définir cette télésanté, le professeur Thai-Van l'a bien abordé : c'est un univers énorme, qui va se baser sur un certain nombre de réseaux et de services de soin basés sur des télécommunications de plus en plus puissantes.



Santé auditive : agir, informer, éduquer

L'idée est de vous présenter un état des lieux en France dans le domaine de l'audiologie, dans ces développements de réseaux de soin.

Les éléments à prendre en compte, c'est que nous fonctionnons déjà sous forme de réseaux, même s'ils n'ont pas un support numérique. Les professionnels impliqués dans le domaine de la prise en charge de l'audition, que ce soient les médecins traitants, les pédiatres, ou tous autres professionnels impliqués dans ce domaine sont déjà en lien dans la pratique.

Autre élément : l'importance de l'information délivrée par les associations nombreuses, sont représentées ici et diffusent l'information et l'accès à des moyens numériques, permet un champ d'actions beaucoup plus important.

Dans le cadre de la recherche fondamentale, il est certain que l'accès au numérique multiplie les développements des nouveaux systèmes dans le diagnostic et le traitement.

### **Quels peuvent être les apports ?**

Dans le dépistage tout d'abord, ils pourront être réalisés à distance.

L'accès à l'information : le numérique permet aux patients que nous rencontrons tous les jours en consultation d'avoir des informations sur les pathologies, les solutions. Cela contribue à l'éducation des patients et à un meilleur échange thérapeutique.

Le numérique va nous permettre de communiquer entre professionnels avec un mode sécurisé, aussi applicable à la recherche pour développer de nouvelles possibilités thérapeutiques.

### **Comment passer de ce dialogue essentiel pour nous, de préserver ce caractère humain de la rencontre avec un patient, comment évoluer vers la relation à distance ?**

Il est nécessaire de maintenir et de renforcer la qualité de lien entre soignants et soignés.

Le cahier des charges a été abordé par le Professeur Hung Thai-Van : c'est améliorer le parcours de santé. On va suivre les étapes pour les troubles de l'audition. Le dépistage pour les nouveau-nés qui mérite d'être renforcé dans le domaine professionnel. Pour le diagnostic, le cahier des charges est de disposer des mêmes outils avec le support numérique, et cela s'appliquera pour le traitement, le suivi et l'observance avec une réponse qui sera probablement, avec le développement de l'intelligence artificielle, plus adaptée rapidement aux difficultés rencontrées par le patient.

Cet élargissement est la réponse de l'éloignement entre les soignants et les soignés avec des contraintes évoquées par le Professeur Thai-Van dans le respect des règles de confidentialité.

Un groupe de travail a été créé pour focaliser les thèmes les plus importants et bâtir un protocole spécifique propre à la France.

En effet, contrairement à d'autres pays, il n'existe pas, en France, d'audiologistes. Les professions ont leur réglementation. L'objectif, malgré tout, est de pouvoir s'appuyer sur les expériences réalisées dans d'autres pays.



Ainsi, après examen de ces expériences, il semblerait que 3 conditions doivent être validées pour un suivi de qualité :

Avoir une technologie disponible, facile d'utilisation.

Pouvoir réaliser des actes simples mais indispensables.

L'otoscopie, un geste quotidien pour l'ORL et l'audioprothésiste ; vérifier l'intégrité du conduit auditif, du tympan : il est tout à fait possible, avec le support numérique, d'obtenir une visualisation satisfaisante à distance... Cet examen est possible avec une qualité de haut niveau qui valide le caractère de la technologie.

Réunir le médecin ORL et le patient dans un temps identique dans des lieux différents.

Pour l'audiométrie, des solutions existent, des examens faits par un opérateur face à face. On a la possibilité de réunir à distance le médecin ORL et un examinateur sur place qui pourra piloter l'examen audiométrique.

Le réglage à distance des aides auditives est possible et les études cliniques sont finalisées, d'autres sont en cours. L'éloignement géographique d'un patient utilisant une aide auditive conventionnelle ou d'un implant cochléaire est envisageable.

Pour terminer, je vous donne par une donnée de la littérature ce qu'a montré une application clinique simple, l'adaptation et le réglage de l'audioprothèse. L'étude a été réalisée aux États-Unis, dans la région de San Francisco. Elle avait pour but d'évaluer le réglage d'aides auditives à distance, en comparaison avec un groupe de patients qui bénéficiaient d'un réglage selon un mode tout à fait conventionnel.

Une étude clinique a été mise en place, avec plusieurs supports, audiométrie tonale et vocale et surtout pour avoir une idée précise du bénéfice apporté par la réalisation de cette procédure à distance, l'instruction de questionnaires permettant d'évaluer le niveau de satisfaction.

Quand on compare les deux groupes de personnes qui ont été réglées selon les modalités habituelles, unité de temps et de lieu, et des patients réglés à distance, il n'y a aucune différence. Cette étude, et il y en a d'autres, montre bien que dès à présent les procédures de téléaudiologie dans les applications du réglage permettent de répondre de façon efficace à la prise en charge des patients. Dès à présent, la téléaudiologie est applicable à la déficience auditive, dans le domaine du réglage audioprothétique, du dépistage et dans l'orthophonie avec des éléments à décliner. La question française du cadre réglementaire, du financement est en cours de réflexion.

## « La téléaudiologie, modèle français »

*Jacques Samson, Médecin ORL et directeur scientifique de la start-up AudioPro Connect*

L'innovation peut naître avec la santé connectée... Donc à ce titre, et dans le cadre de la création d'une start-up à Paris Biothèque Santé, l'objectif était de se pencher sur les applications à l'audiologie et donc à la prise en charge des personnes malentendantes avec l'objectif d'expérimenter en France, ce qui est déjà en déploiement expérimental dans le monde. Dans cette "terra incognita", un objectif est clairement défini – très humaniste comme le disait le Pr André Chays – de s'occuper d'abord de la prise en charge du bénéficiaire, c'est-à-dire le malentendant. C'est l'objet de cette journée nationale de l'audition. Comment positionner le patient au cœur de la prise en charge en adaptant cette prise en charge aux évolutions technologiques tout en répondant aux enjeux actuels de santé publique.

L'objet de la création de la start-up était de s'appuyer sur l'expérimentation. L'expérimentation consistait à prendre ce qui se faisait déjà dans les territoires internationaux et voir ce qu'il était possible



Santé auditive : agir, informer, éduquer

d'adapter sur le territoire français à moindre dimension. La téléaudiologie a pris naissance en Australie et aux États-Unis.

Notre partenariat s'est fait dans un domaine de recherche appliquée. Nous sommes situés à l'hôpital Cochin et nous travaillons avec le CHU de Montpellier avec le Pr Frédéric Venail.

On a voulu, dans un premier temps, prouver l'essentiel : est-ce que ça marche ? Est-ce qu'il est possible d'agir en présentiel et à distance ?

Des applications sont à venir avec la téléotoscopie dans le télésuivi et la prise en charge. Dans l'expérimentation, une priorité est donnée aux patients seniors dont ceux en perte d'autonomie.

### **Comment ça marche ?**

C'est une plate-forme comme vous en connaissez tous, un accès sur Internet. Je vais passer rapidement, je ne suis pas un expert, je travaille avec des informaticiens qui m'ont appris beaucoup sur le jargon que l'on utilise dans les technologies Internet.

Une plate-forme utilisable par l'ensemble des utilisateurs, le monde des malentendants entourés de l'ensemble des professionnels qui les prennent en charge. La sécurisation, c'est l'objet aujourd'hui de l'attention de tout le monde et, en particulier, dans le domaine de la santé. Les bases de données, pouvoir récupérer les informations échangées. Ce qui est possible dès lors que les protocoles de sécurisation sont standardisés. L'objectif de notre plate-forme est de configurer et de rendre compatibles les nombreux protocoles de sécurisation, qui méritent souvent des agréments. La plate-forme est intégralement dédiée aux pratiques de l'audiologie depuis le diagnostic en passant par la correction auditive que ce soit dans le cadre du suivi audioprothétique que des implants. Cela intègre, concrètement, l'audiométrie avec les programmes pilotés par un Smartphone.

Concrètement, vous avez dans un même espace-temps, le poste devant lequel est placé le malentendant et de l'autre côté, l'audioprothésiste qui effectue la prise en charge. Il le fait depuis son centre et pourra le faire à distance. Cela relève du protocole classique sur le Web https, sécurisé, répondre à un transit des données médicales de santé sur des hébergeurs de données de santé.

Voilà l'usage de la plate-forme.

Vous utilisez Skype, vous avez une mise en relation visuelle : chaque fois qu'on a fait cette démonstration, on avait, à côté du malentendant, ce que l'on appelle un facilitateur pour favoriser la connexion, entre autres. Dans son écran, le patient voit l'audioprothésiste.

L'ensemble de ces éléments se retrouvent sous forme d'onglets Web. Si vous utilisez les outils Internet, on passe de l'un à l'autre, aux différents écrans, comme des logiciels, ce que font les audioprothésistes quand ils sont dans leur centre en présentiel.

Nous avons réalisé une étude clinique en double aveugle. Elle a été menée sur un an, avec un déploiement en région Occitanie. On a comparé les résultats obtenus à ceux des études américaines et australiennes. On peut être assez fiers de l'avoir développée et contrôlée en expérimentant différents critères, sur l'évaluation de la perception auditive d'un patient appareillé.

Nous avons pris en compte la compréhension de la parole, la durée de suivi des réglages et la qualité de vie perçue par le malentendant lui-même.

Les résultats... On a, aujourd'hui, la preuve pour l'avoir démontré que le suivi de réglage est tout à fait



Santé auditive : agir, informer, éduquer

équivalent en termes de satisfaction, de capacité d'adhésion à ce protocole, en présentiel ou à distance et notamment sur la téléotoscopie. Nous l'avons expérimenté de centre à centre afin de vérifier si cela était satisfaisant.



Santé auditive : agir, informer, éduquer

### **Autre utilisation de la plate-forme : la formation à l'otoscopie.**

Le Pr Frédéric Venail, dans son cadre de formation universitaire, a intégré la plate-forme pour former les étudiants à un examen otoscopique à distance sous le contrôle de médecins ORL.

On a voulu l'utiliser de façon plus ludique et dans le cadre d'une formation à distance. On a mis à disposition cet otoscope et on a utilisé selon les différents protocoles, en respect des pratiques en présentiel, de le faire à distance, de la même manière dans le cadre de cette formation.

Le Pr Frédéric Venail a voulu tester cela et démontrer que la téléotoscopie à distance par simulation était facteur de formation pour les étudiants mais aussi pour une personne non avertie, sans qualification médicale qui peut être un facilitateur sous la supervision d'un professionnel.

La qualité de la téléotoscopie, y compris dans les mains d'un novice non formé... Un novice en présentiel met presque le double de temps en termes d'utilisation et avec une moins bonne qualité de l'image perçue à distance par rapport à un novice préalablement formé.

Cette formation préalable et ce petit module vont être mis en place dans un module qui se développe à Montpellier pour former des assistants auxiliaires des audioprothésistes pour la tenue de cela.

L'intérêt de la plate-forme est de permettre un accès multicanal : l'audioprothésiste, le médecin ORL, l'orthophoniste et l'ensemble des équipes de soin autour de la santé auditive.

Là où la plate-forme est encore plus pertinente, c'est dans le cas du suivi de patients en institution.

On développe, actuellement, une expérimentation de l'utilisation de cette plate-forme par un malentendant appareillé en perte d'autonomie et dans une zone géographique éloignée de centres de soin. Comme il a été précisé, le coût de santé publique est inflationniste en termes de déplacements et de transports.

Notre start-up souhaite poursuivre ce partenariat avec Montpellier et le CHU de Broca. Il permet de s'appuyer sur les pratiques cliniques pour apprécier l'intérêt et la capacité d'usage sur cette cible de population fragile et d'en évaluer l'intérêt selon une méthodologie du centre d'évaluation nationale des stimulations auditives avec un living lab. On a un véritable lieu de vie où les techniques sont testées et évaluées dans leurs usages de façon à améliorer la plate-forme APC avec l'ensemble de l'équipe de point pour tout ce qui se fait à distance, soit au plus près de ce qui se fait en présentiel.

Je conclurai en disant que toutes ces expérimentations sont là pour tester cette plate-forme pour faire en sorte que les enfants, adultes et aidants, les personnes fragiles ou enclavées, qui sont les enfants et seniors avec les aidants en bas âge qui sont les parents et les aidant dans la famille quand on avance en âge.

Les professionnels sont concernés pour partager la gestion et la correction auditive dans les difficultés de suivi quand les patients peuvent difficilement se déplacer. L'intérêt, également, pour la chaîne de soin mais aussi les médecins traitants, et dans les institutions que sont les EHPAD.

Les services rendus, c'est l'intermédiation des intervenants au bénéfice de l'utilisateur de soin. C'est l'intérêt du partage d'informations dans la vie pratique pour partager les mêmes informations commises mais ne doivent pas être redondantes. L'accès en ligne est une excellente solution.





Santé auditive : agir, informer, éduquer

Cette coopération multidisciplinaire émerge. Si le Législateur n'a pas encore conclu concernant ces technologies dans l'acte pratique, on a des expériences qui sont codifiées dans le monde du suivi en EHPAD qui peuvent faire l'objet d'une codification récente, ce qui se fait dans un certain nombre de spécialités, pas encore en ORL mais en médecine générale quand les patients doivent se déplacer d'une région à une autre.

L'intérêt aussi c'est l'observance, un accompagnement déterminant dans l'amélioration de la qualité auditive dans son suivi et la qualité de la prise en charge de la prestation. On voit bien que l'intérêt de la téléaudiologie, réglage dans le domaine de la santé auditive est là pour la compléter et où les personnes notamment fragiles, enfants et seniors ont des difficultés à se déplacer.

## « De la réhabilitation fonctionnelle aux nouvelles thérapies »

*Pr Jean-Luc Puel, Président de l'association JNA, Directeur de recherche Inserm Montpellier*

Si demain on développe de nouvelles thérapies, il y a intérêt à ce qu'elles fassent mieux que des aides auditives ou implants cochléaires.

Je ne vais pas redévelopper intégralement la physiologie de l'audition. L'oreille interne est dans le creux de la mastoïde, c'est une cochlée observée en microscopie. Elle est dotée de très belles cellules ciliées avec de beaux cils. Une belle architecture. Pour vous montrer ce qu'est une structure hyperfragile, c'est des cils vus à très fort grossissement qui sont attachés par de fins filaments. Vous vous doutez bien que quand vous vous exposez au bruit, ils sont si fragiles que vous aurez une surdité.

Autre chose à prendre en compte, notre oreille est dotée de peu de cellules : 15 000, c'est très peu. Dans l'œil, vous en avez 20 millions, dans le nez, elles repoussent. Ce n'est pas le cas dans l'oreille interne. Vous naissez avec des cellules, il y en a peu. L'espérance de vie est à 90 ans, au moins. **C'est ça l'enjeu : vieillir avec des cellules ciliées.**

Dans cette cochlée, les cellules sensorielles stimulent les fibres du nerf auditif et les neurones. Quand vous utilisez un implant cochléaire, vous stimulez ces mécanismes.

On a, quand même, un organe qui est relativement complexe et il serait idéal de pouvoir le réparer. Ce qui n'est pas simple comme challenge.

Pourquoi ? C'est parce que au cours du vieillissement, quand vous êtes exposé au bruit, vous avez commencé à perdre des cellules ciliées et c'est le moment où vous commencez à avoir une baisse de la compréhension. Vous ne vous dites pas : j'entends mal, mais je n'entends pas bien.

Au bout d'un moment vous êtes tellement gêné que vous allez consulter un médecin ORL qui va établir un diagnostic : surdité de perception. Il va, alors, vous proposer des aides auditives. Vous voyez bien que ces aides vous aident, moi je ne dis pas « prothèse ». Elles vous aident à mieux entendre mais elles ne remplacent en aucun cas l'oreille. Quand vous êtes dans le bruit, vous avez des difficultés énormes à comprendre les conversations parce que vous avez perdu les cellules ciliées qui favorisent la discrimination de la parole.

Lorsque vous n'avez plus du tout de cellules ciliées, vous devenez alors sourd profond. La seule solution que l'on va vous proposer, c'est la pause chirurgicale d'un implant cochléaire. On va introduire des



Santé auditive : agir, informer, éduquer

électrodes, stimulateurs des fibres du nerf auditif. On peut faire ça que si vous avez encore des neurones et des fibres du nerf auditif fonctionnels.

Voilà le constat aujourd'hui.

### **Vers quoi allons-nous tendre à l'horizon 2025 ?**

Nous allons développer des implants hybrides : qu'est-ce que c'est ?

Les implants hybrides vont, à la fois, coupler une stimulation électrique et une stimulation acoustique. En fait, vous aurez toujours une aide auditive pour stimuler les reliquats auditifs et vous aurez un implant cochléaire pour restituer les fréquences aiguës.

Évidemment, de quoi on rêve ? On rêve d'appareiller les patients presbycusiques qui perdent en fréquences aiguës et chez qui ils restent encore des fréquences graves.

Première difficulté. Quand vous posez un implant, acte chirurgical invasif, vous installez un corps étranger, qui s'accompagne d'un développement d'une fibrose dans l'oreille, c'est-à-dire une atteinte partielle des fibres du nerf auditif.

La deuxième difficulté à pallier : le simple fait de poser un implant peut endommager les reliquats auditifs, les restes auditifs. C'est-à-dire l'audition résiduelle.

Le troisième problème : l'implant ne va pas arrêter le phénomène progressif de la perte auditive.

Voilà les challenges à résoudre.

### **Alors, pourra-t-on dans l'avenir prévenir la fibrose cochléaire ?**

Nous avons réalisé des manipulations. Nous avons testé l'utilisation d'une molécule, la dexaméthasone. On voudrait utiliser des corticoïdes pour prévenir l'inflammation et prévenir cette fibrose.

On l'a donc testée sur nos petits animaux. On a mesuré la fibrose dans les rampes. On a comparé l'effet de la dexaméthasone à un autre produit, l'aracytine. On l'utilise quand on pose des stents cardiaques pour prévenir la fibrose. Cette drogue a la propriété de bloquer la prolifération cellulaire.

Quand on réalise une dose-réponse, vous avez une efficacité de 50 % autour de 100 micromolaires avec la dexaméthasone et de 3 micro-molaires avec l'aracytine. Donc vous augmentez l'efficacité de 30 %. C'est juste ici un exemple. L'idée c'est de se dire que, dans l'avenir, on pourra peut-être coder des électrodes avec ces composés.

### **Peut-on prévenir le dommage ?**

Est-ce qu'on peut, dans l'avenir, prévenir ce traumatisme d'insertion ?

Nous nous sommes intéressés aux traumatismes sonores qu'on connaissait bien. Nous avons démontré qu'après un traumatisme sonore, vous perdez des cellules ciliées, vous perdez des neurones et je ne vais pas vous embêter avec ça mais c'est pour vous montrer la difficulté liée au traumatisme sonore aigu. Nous avons passé des années – plus de 10 ans – à démonter les mécanismes pour comprendre la dégénérescence cellulaire.



Santé auditive : agir, informer, éduquer

Nous avons étudié les voies de signalisation, et leur étude nous ouvre des pistes thérapeutiques. Par exemple, l'utilisation d'une molécule anti-apoptotique, qui prévient la mort cellulaire.

Nous avons expérimenté sur un animal. Dans une oreille, il avait une pompe qui délivrait cette molécule et dans l'autre rien. Voyez la perte occasionnée par ce son. Dans l'oreille traitée, on arrive à traiter presque à 100 % le traumatisme acoustique.

L'intérêt, c'est qu'on peut prévenir, mais on ne peut pas guérir. Le problème, il faut injecter cette drogue lorsque les cellules sont toujours existantes. Sinon elle ne sert plus à rien. Nous avons une fenêtre thérapeutique d'une journée.

**On peut se poser la question : oui, vous êtes bien gentils, vous travaillez avec vos petites souris... Est-ce que cela est transposable à l'homme ?**

La réponse est Oui. Nous avons réalisé une étude en Allemagne, à Berlin, pourquoi en Allemagne ? Parce que les Allemands utilisent des pétards pour fêter la Saint-Sylvestre, ce qui crée des traumatismes sonores aigus. Les pouvoirs publics ont réalisé une campagne de sensibilisation pour dire aux gens : dès que vous avez un traumatisme sonore, allez consulter à l'hôpital. On leur proposait de leur injecter cette drogue à travers le tympan anesthésié.

Quand on regarde les courbes de récupération du traumatisme sonore, vous avez ici le placebo, on met de l'eau saline, voyez que la récupération est bien meilleure avec cette drogue que sans.

Maintenant, est-ce que... Là on parle de traumatisme sonore, est-ce que cette drogue est aussi efficace sur le traumatisme d'insertion de l'électrode ?

Là, ce sont des collègues américains qui ont réalisé l'expérience. Voyez ici, c'est les pertes auditives après insertion d'une électrode à diverse fréquence à 500, à 4 000, etc. Quand ils appliquent la drogue avant d'enfoncer l'électrode dans la cochlée, ils arrivent à prévenir ce traumatisme. On peut mettre la drogue avant ou pendant la chirurgie.

**Maintenant, pouvons-nous régénérer les terminaisons nerveuses ?**

La réponse est Oui. Une équipe australienne a injecté des plasmides dans la cochlée. Ce sont des petits bouts d'ADN qui vont coder. L'intérêt de cette technique : la mise en marche de l'implant déclenche l'introduction de ces petits bouts d'ADN qui vont libérer des neurotrophines. C'est assez spectaculaire.

**Est-ce qu'on peut aller plus loin ?**

On a dit que c'était bien cet implant mais ça ne valait pas une oreille. Pourquoi ? Le résultat de la stimulation par l'implant est relativement grossier. L'implant va stimuler tout un tas de neurones, ce qui fait que finalement, ça ne marche pas très bien dans le bruit.

Est-ce qu'on peut améliorer cela ? C'est ce que je viens de vous dire sur les implants conventionnels. On est en train de penser, aujourd'hui, que pour améliorer cette discrimination fréquentielle et, notamment, pour augmenter le nombre d'électrodes, aussi bizarre que cela paraisse, on ne va plus utiliser une stimulation électrique mais une stimulation lumineuse. Pourquoi ? Parce qu'elle a un



Santé auditive : agir, informer, éduquer

faisceau beaucoup plus fin. Avec cela, vous allez pouvoir augmenter le nombre d'électrodes de 20 à 200. Stimuler des neurones avec la lumière, c'est bien ! Sauf qu'il faut rendre les neurones sensibles à la lumière. Comment faire ? On utilise la thérapie génique. C'est-à-dire que l'on va s'arranger pour faire exprimer aux neurones des récepteurs qui codent. On utilise un petit virus qui va entrer dans l'oreille et qui va faire s'exprimer ces récepteurs sensibles à la lumière.

On réalise une cochlée-ostomie. On va inclure une diode à l'intérieur. C'est très expérimental ce que je vous développe. Et vous voyez qu'il y a une réponse, une stimulation optique très évidente. Tout ça, c'est bien ! Pour obtenir un résultat, il est nécessaire que les neurones fonctionnent ! Si vous n'en avez pas, même la stimulation à la lumière ne marchera pas.

### **Peut-on faire en sorte d'avoir des neurones même s'il n'y en a plus ?**

C'est une expérience de Rivolta qui a utilisé des cellules souches embryonnaires qui ont la capacité de se transformer dans n'importe quel type cellulaire : des neurones, des cellules ciliées, etc. Il a implanté des cellules ici, en jaune. Elles vont aller connecter les cellules ciliées dans cette expérience.

Il a complètement détruit des neurones auditifs. 10 jours après la transplantation de ces cellules souches, il a récupéré des réponses auditives et a des neurones fonctionnels.

On a vu que l'on pouvait augmenter la résolution, que l'on pouvait remplacer les neurones quand il n'y en avait plus. Qu'en est-il des cellules ciliées quand il n'y en a plus ?

Plus j'avance dans ma présentation et plus nous nous orientons vers le futur hypothétique et la science-fiction avec sa part de vérité, je dirais.

Le problème de la repousse des cellules ciliées, c'est que l'on part du constat que chez les poissons, les amphibiens les oiseaux, quand les cellules ciliées sont détruites elles repoussent. Chez les mammifères, elles ne repoussent pas.

Ce que l'on sait chez les oiseaux, c'est que quand on détruit les cellules ciliées, vous avez des progénitures de cellules souches qui vont générer une cellule fille, sensorielle et une cellule de soutien, sur laquelle repose la cellule sensorielle. L'idée que l'on a maintenant, c'est que lorsque vous avez perdu la cellule sensorielle c'est de reprogrammer des cellules de soutien restantes, pour qu'elles se divisent et refassent de nouvelles cellules ciliées. On va faire de la reprogrammation cellulaire.

Est-ce que cela est possible ? Il y a des résultats très discutés dans la littérature. On a reprogrammé des cellules de soutien et obtenu la présence de cellules ciliées qui ont un aspect grossier. Cela ressemble plus à une cellule de crapaud qu'à une cellule humaine.

Mais bon... Il y en a !

Ce sont des recherches en cours et j'en profite pour remercier l'équipe qui consacre son énergie à ces recherches.

## **Conclusion**

Aujourd'hui, on voit une grande appétence pour les évolutions dans le domaine de l'audition. Il y avait besoin d'évolutions et il est vrai que la science nous permettant des avancées, dans d'autres domaines de la santé, que l'espoir de guérir de la perte auditive est une puissante motivation.



Santé auditive : agir, informer, éduquer

Horizon 2025. La JNA existe depuis 20 ans. Elle a été pionnière et visionnaire. Elle va poursuivre son engagement et provoquer le changement.

Merci à l'ensemble des experts de leur participation très instructive et très riche en informations. Merci aux équipes d'Acceo qui ont réalisé la transcription de texte. Cette technologie existe pour les malentendants sur les mobiles.

Un grand merci au cabinet de Madame la Ministre et aux équipes du ministère de la Santé qui nous ont permis de réaliser ce colloque au sein de l'amphithéâtre Laroque et qui nous ont accompagnés tant dans la mise en place que dans la réalisation et la réussite de cette matinée.

Horizon 2025. La JNA sera actrice du changement tout en veillant à ce que le patient reste au cœur du parcours de santé et au développement de l'éducation à la santé par l'intégration du rôle fondamental de la santé auditive sur la santé du cerveau.