Dossier de presse

10 octobre 2023

Inauguration du Centre de Recherche et d'Innovation en Audiologie Humaine (CeRIAH)

Institut de l'Audition

INSTITUT PASTEUR

Contacts Presse

INSTITUT PASTEUR	**Anne Burlet-Parendel** **Myriam Rebeyrotte** **Nathalie Feuillet** **Aurélie Perthuison**	presse@pasteur.fr
PRPA	**Diane Rabuat**	diane.rabuat@prpa.fr 06.24.15.72.55

Sommaire

6. **Éditos**

Anne-Lise Giraud, directrice exécutive de l'Institut de l'Audition, centre de l'Institut Pasteur
Christophe d'Enfert, directeur général adjoint scientifique de l'Institut Pasteur

8. **L'audition, un enjeu de santé publique**

Interview croisée de **Stewart Cole,** directeur général de l'Institut Pasteur,
et **Jean-Pierre Meyers,** président de la Fondation pour l'Audition
et membre fondateur de l'Institut de l'Audition

10. **Témoignage de Christine Petit, fondatrice de l'Institut de l'Audition et directrice jusqu'en décembre 2021**

12. **Connecter la recherche fondamentale et la prise en charge du patient**

Interview croisée de **Paul Avan**, directeur du CeRIAH et
Hung Thai-Van, codirecteur du CeRIAH

14. **Chiffres clés**

15. **L'oreille humaine : organe de l'ouïe et de l'équilibre**

16. **De nouvelles possibilités de recherche**

20. **Au CeRIAH, déjà une quinzaine de projets de recherche impliquant des volontaires**

23. **Le CeRIAH hors les murs**

24. **Le projet architectural**

Le 10 octobre 2023, l'Institut Pasteur inaugure le Centre de Recherche et d'Innovation en Audiologie Humaine (CeRIAH) sur son campus.

Le **CeRIAH** intègre une aile du bâtiment appelé Centre médical et de recherche clinique de l'Institut Pasteur.

Le **CeRIAH** est la plateforme d'exploration fonctionnelle du système auditif de l'Institut de l'Audition, centre de l'Institut Pasteur.

Le CeRIAH

Le Centre de Recherche et d'Innovation en Audiologie Humaine (CeRIAH) est la plateforme d'exploration fonctionnelle du système auditif de l'Institut de l'Audition, centre de l'Institut Pasteur. En lien avec les équipes de l'Institut de l'Audition, il construit et met en œuvre des protocoles de recherche impliquant la personne humaine au moyen de tests audiologiques et neurologiques à risques et contraintes minimes. Dans ce cadre, les équipes du CeRIAH accueillent des sujets volontaires.
Le CeRIAH conçoit et fabrique des appareils de mesure et de diagnostic, et des prototypes d'appareils auditifs. Il forme les praticiens aux techniques de l'audiologie, et assure un dialogue permanent avec les professionnels de terrain (praticiens et industriels).
Le CeRIAH est localisé dans le 15e arrondissement de Paris, dans une aile du Centre médical et de recherche clinique de l'Institut Pasteur.

L'Institut de l'Audition

Avec le soutien et l'appui financier de la Fondation Pour l'Audition et le partenariat de l'Inserm, l'Institut Pasteur s'est doté d'un centre de recherche fondamentale et médicale, l'Institut de l'Audition (IdA). Centre interdisciplinaire de recherche fondamentale, translationnelle et clinique, il se consacre aux neurosciences de l'audition, en poursuivant trois missions prioritaires : améliorer les connaissances sur le système auditif, notamment dans un but thérapeutique, développer des approches translationnelles pour susciter des applications cliniques, et œuvrer à la diffusion des connaissances sur le système auditif et ses pathologies, depuis l'oreille jusqu'au cerveau.

L'Institut de l'Audition a été inauguré en février 2020 et est installé au cœur de Paris, au 63 rue de Charenton, dans le 12e arrondissement.

Éditos

> L'ambition de l'Institut de l'Audition est de mettre la recherche au service des patients.

ANNE-LISE GIRAUD

Directrice exécutive de l'Institut de l'Audition, centre de l'Institut Pasteur

L'Institut de l'Audition, centre de l'Institut Pasteur, est un institut jeune, inauguré en 2020, dont la mise en place a été remarquablement efficace. Les activités de recherche sont pleinement opérationnelles, avec des projets de recherche fondamentale, bien sûr, mais aussi translationnelle. Les projets de recherche fondamentale nous permettent d'acquérir toujours plus de connaissances sur le fonctionnement du système auditif. Nous explorons ensuite les moyens de transférer ces connaissances vers l'application au patient, et inversement, grâce à nos projets de recherche translationnelle. L'ambition de l'Institut de l'Audition, pour les dix prochaines années est d'être utile aux patients atteints de surdité et de nombreuses autres pathologies de l'audition, en leur faisant bénéficier au plus vite des progrès de la recherche. Beaucoup de nos projets sont mûrs pour des applications cliniques. Par ailleurs, une quinzaine de projets avec des participants volontaires ont démarré ou sont sur le point d'être lancés. Dans ce contexte, le Centre de recherche et d'innovation en audiologie humaine, ou CeRIAH, est une plateforme d'exploration fonctionnelle du système auditif qui constitue un élément clé de notre dispositif. En lien étroit avec la recherche fondamentale, il a notamment pour but de mettre en place des procédures d'exploration auditive chez l'humain, et de réaliser des essais cliniques précoces. Pour passer des preuves de concept scientifiques aux applications concrètes, le CeRIAH jouera un rôle fondamental. En développant des prototypes, qu'il s'agisse d'outils ou de protocoles, puis en les testant et les validant, il nous permettra d'interagir avec les partenaires industriels indispensables au développement et la mise sur le marché des innovations, voire de faire émerger des start-ups.

L'emménagement du CeRIAH dans ses nouveaux locaux sur le campus de l'Institut Pasteur constitue une phase essentielle de son développement. Il lui donne les moyens techniques dont il a besoin et l'espace nécessaire à l'accueil de volontaires. Ce n'est cependant qu'une étape : d'ici cinq ans, et grâce notamment à l'IHU reConnect, nous aurons rapproché encore davantage le CeRIAH de la clinique, en intégrant son action à divers parcours de soins, et en diffusant les méthodes et les outils qu'il aura élaborés sur tout le territoire français.

Le CeRIAH est le pivot d'un cercle vertueux : en homogénéisant les pratiques et le recueil de données, nous pourrons constituer de plus grandes cohortes de volontaires, qui nous apporteront davantage de connaissances, toujours au bénéfice des patients.

> L'installation du CeRIAH sur le campus de l'Institut Pasteur offre l'opportunité de rapprocher toujours plus la science de la santé publique.

CHRISTOPHE D'ENFERT

Directeur général adjoint scientifique de l'Institut Pasteur

Créé avec l'objectif de développer l'étude des maladies infectieuses et de transmettre les connaissances qui en sont issues, l'Institut Pasteur a progressivement élargi ses champs d'expertise à des domaines comme les neurosciences et les maladies neurologiques. Dans ce cadre, les recherches menées par la Professeure Christine Petit sur la génétique des déficits auditifs ont conduit l'Institut Pasteur à créer l'Institut de l'Audition (IdA) et le CeRIAH, centre de recherche et d'innovation en audiologie humaine. Anne-Lise Giraud, directrice de l'Institut de l'Audition depuis janvier 2022, poursuit ce travail et apporte son expertise complémentaire en neurosciences cognitives de l'audition, notamment dans le traitement cérébral de la parole.

Mettre la recherche fondamentale au service de la santé humaine constitue un véritable engagement éthique pour notre institut : nos découvertes et nos innovations, doivent franchir les frontières de la recherche fondamentale pour trouver des applications concrètes chez l'être humain. Le CeRIAH s'inscrit dans cette démarche, avec la vocation d'accueillir des volontaires dans un environnement technologique de pointe pour mieux comprendre les déficits auditifs, définir des biomarqueurs reliés à ces pathologies, développer les outils nécessaires à l'étude des troubles de l'audition et les rendre utilisables par des professionnels de santé et de l'audiologie.

L'installation du CeRIAH sur le campus de l'Institut Pasteur, dans la nouvelle extension du bâtiment du Centre Médical et de Recherche Clinique de l'Institut Pasteur, offre l'opportunité de rapprocher toujours plus la science de la santé publique. Le Centre Médical est le seul bâtiment du campus en interface avec le public. Sa longue expérience de l'accueil de patients et de volontaires, ainsi que la gestion de cohortes et d'échantillons, seront des atouts précieux pour le CeRIAH.

Porté par l'Institut de l'Audition, centre de l'Institut Pasteur, l'IHU reConnect, qui sera créé en 2024, nous permettra d'aller toujours plus loin dans les applications cliniques des découvertes sur les troubles de l'audition et de la parole. Nos équipes se mobilisent pour mettre leurs expertises au service de cette ambition. L'Institut de l'Audition et le CeRIAH, ainsi que des scientifiques d'unités de recherche de l'Institut Pasteur, en particulier dans le département Neuroscience, s'impliqueront activement au sein de différents groupes de travail. Par ailleurs, l'IHU bénéficiera de l'appui administratif de notre institut, l'IHU étant amené à être une fondation abritée par l'Institut Pasteur. Enfin, notre département en charge du développement de l'innovation et du transfert de technologie, via son accélérateur, contribuera à la cellule innovation de l'IHU reConnect.

Les nouveaux espaces dédiés aux activités du CeRIAH sur le campus de l'Institut Pasteur donnent la possibilité à l'ensemble des équipes de mener à bien ces projets d'envergure qui se dessinent pour les années à venir.

Interview croisée

STEWART COLE

Directeur Général de l'Institut Pasteur

JEAN-PIERRE MEYERS

Président de la Fondation pour l'Audition, membre fondateur de l'Institut de l'Audition

Quelle a été la genèse de l'Institut de l'Audition, inauguré en février 2020 et dans lequel s'inscrit le CeRIAH ?

Stewart Cole. Lorsque la Fondation pour l'Audition a sollicité l'Institut Pasteur pour porter la création de cet institut de recherche, notre réponse était évidente, d'autant que l'Institut Pasteur bénéficiait déjà d'une forte expertise dans les neurosciences de l'audition grâce aux travaux remarquables menés par la Professeure Christine Petit et son équipe. La recherche sur l'audition s'inscrit précisément dans le plan stratégique de l'Institut Pasteur dont l'une des priorités scientifiques est la recherche sur les maladies de la connectivité cérébrale et les maladies neurodégénératives. En tant que centre de l'Institut Pasteur, l'Institut de l'Audition partage les mêmes missions et des valeurs communes : la recherche, la santé publique, l'enseignement et l'application des résultats de recherche.

Jean-Pierre Meyers. Cela fait plus de 10 ans que ma femme et moi avons été interpellés par cette souffrance invisible, insoupçonnée, mal comprise et souvent taboue. Face à cette impressionnante et préoccupante progression des chiffres de la surdité, nous avons souhaité agir dans le temps long, en soutenant la création de l'Institut de l'Audition, et réagir dès à présent dans le temps court, en créant la Fondation Pour l'Audition. Notre fondation souhaite favoriser l'accélération de ses différentes composantes : recherche fondamentale, recherche clinique, innovation et progrès social.

Quels sont selon vous les enjeux de santé publique liés à la problématique de l'audition ?

J-P.M. Agir dès aujourd'hui en faveur de l'audition est plus que jamais nécessaire.

Les chiffres sont explicites : 7 millions de nos concitoyens sont concernés par la malentendance. L'Organisation Mondiale de la Santé estime qu'en 2050, dans le monde, 1 personne sur 4 sera touchée par une forme de surdité, notamment en raison de l'allongement de la durée de vie, de l'augmentation des pollutions sonores et des pratiques à risque des jeunes.

Les jeunes d'ailleurs sont particulièrement en danger : sur les 2,8 milliards de jeunes entre 12 et 34 ans que compte le monde en 2022, 1,35 milliard s'exposeraient à des niveaux sonores dangereux pour leur audition en ayant des pratiques à risque.

S.C. Les déficits auditifs constituent une des causes majeures d'isolement social et professionnel. À cela s'ajoute qu'il existe un lien entre la perte d'audition et le déclin cognitif. En particulier l'apparition de la maladie d'Alzheimer, qui chez certaines personnes semble être liée à une diminution de l'audition. Avec l'allongement de la durée de la vie, les pathologies neurodégénératives sont hélas amenées à progresser au sein de la population. Pour nous y préparer, il faut non seulement améliorer nos connaissances issues de la recherche fondamentale, mais aussi de la recherche clinique.

Quelles sont vos attentes envers le Centre de Recherche et d'Innovation en Audiologie Humaine ?

J-P.M. En créant l'Institut de l'Audition, centre de l'Institut Pasteur, la Fondation Pour l'Audition a toujours eu pour ambition de construire un projet d'ampleur pour toutes les personnes sourdes ou malentendantes. L'IHU reConnect, dirigé par la Professeure Anne-Lise Giraud, est une formidable reconnaissance de l'Etat pour accélérer les progrès en faveur de la cause de l'audition, souffrance invisible et enjeu de santé publique. Quant au CeRIAH, grâce à son équipement de pointe très complet, il permettra par le développement d'outils diagnostiques innovants, d'évaluer avec une très grande précision l'audition d'un sujet appareillé ou non dans des situations sonores représentatives de la vraie vie.

S.C. La circulation du savoir et le transfert des connaissances acquises sont essentiels pour mener à bien les missions que se sont fixées l'Institut de l'Audition et le CeRIAH. Les collaborations et les projets déjà en cours avec différents acteurs de la santé auditive, chercheurs, cliniciens, patients, professionnels de l'audiologie, permettront de répondre aux enjeux médicaux et éducatifs. L'interdisciplinarité est également l'une des forces de l'Institut de l'Audition et du CeRIAH. Il est essentiel de poursuivre le décloisonnement des spécialités médicales et scientifiques. C'est d'ailleurs l'un des objectifs de l'IHU reConnect, ancré dans le monde hospitalier et structurellement tourné vers l'industrie, ce qui permettra un changement d'échelle dans la prévention, les diagnostics et les traitements des troubles de l'audition et du langage.

Témoignage

CHRISTINE PETIT

Professeure à l'Institut Pasteur,
Professeure émérite au Collège de
France et directrice fondatrice de l'Institut
de l'Audition jusqu'en décembre 2021

Mes études de médecine me destinaient à un parcours clinique classique, mais mon attirance pour la génétique en a décidé autrement. Séduite par cette approche scientifique particulièrement rigoureuse qui permet d'appréhender la causalité des phénomènes, elle a été présente dans l'ensemble des sujets de recherche que j'ai abordés, des bactéries à l'homme.

Convaincue de l'importance du lien social dans notre espèce, mon attention s'est rapidement portée sur les systèmes sensoriels, un intérêt auquel la tradition familiale n'était pas étrangère. Jouer d'un ou plusieurs instruments de musique et chanter allaient de soi ; quant à l'éducation olfactive, issue d'une famille de vignerons bourguignons du côté de ma mère, elle était omniprésente. Je me suis d'abord intéressée au système olfactif. Avec mon laboratoire à l'Institut Pasteur, nous avons mis à profit les techniques d'analyse du génome humain alors émergentes pour identifier, en 1991, le premier gène dont le déficit est responsable d'une absence complète d'odorat. Puis, à l'issue d'une exploration systématique des connaissances acquises sur la biologie des divers systèmes sensoriels, j'ai constaté que l'audition, au cœur de la communication humaine, était un champ scientifique riche d'une connaissance biophysique de très haut niveau, mais dépourvue de toute donnée moléculaire. C'est ainsi que nous nous sommes engagés dans la recherche des gènes responsables de surdité chez l'homme pour doter le système auditif de sa dimension moléculaire.

La recherche des gènes responsables de surdité se heurtait à des difficultés particulières ; la collaboration que nous avons développée avec des collègues généticiens et ORL de pays du pourtour méditerranéen dans lesquels la composition des familles se prêtait à l'analyse génétique, aura été déterminante. En 1994, nous avons apporté la preuve de la faisabilité de cette approche et en 1995, découvert le premier gène responsable de surdité profonde sans autre atteinte associée (surdité isolée) chez l'homme. Pour comprendre le rôle des protéines codées par les gènes responsables de surdité, élucider la physiologie moléculaire du système auditif et la physiopathologie des atteintes auditives, le laboratoire a élargi son champ d'expertise scientifique ; des biophysiciens, physiologistes, biochimistes et biologistes cellulaires nous ont rejoint. Tandis que nous identifions un grand nombre de gènes responsables de surdité isolée ou syndromique (ceux du syndrome de Usher en particulier), nous reconstituions en parallèle les premiers complexes moléculaires qui sous-tendent les fonctions majeures de la cochlée, organe sensoriel de l'audition.

Mon élection comme Professeure au Collège de France, fut le point de départ de ma rencontre avec le Professeur Paul Avan en 2004, suivant en cela les conseils du Professeur Claude Cohen

Tannoudji. À l'évidence, Paul et moi, nous nous intéressions aux mêmes questions scientifiques avec des expertises et approches expérimentales différentes mais leur complémentarité et le potentiel heuristique qui devait découler de leur rapprochement nous sont immédiatement apparus. Nos échanges sont devenus fréquents, autour d'hypothèses souvent audacieuses ; ils n'allaient pas sans une certaine exaltation tant ce rapprochement de la physique, la physiologie et la biologie cellulaire et moléculaire de la cochlée ouvrait un vaste champ d'exploration dans lequel des réponses à beaucoup de questions concernant le fonctionnement cochléaire nous semblaient pouvoir être apportées. Paul Avan, physicien et médecin, a alors transposé chez la souris l'ensemble des tests de la physiologie auditive dont il avait la maîtrise chez l'homme. Il scrutait d'une façon inégalée par d'autres, les moindres modifications de la biophysique cochléaire susceptibles d'éclairer les dysfonctionnements auditifs présents chez les modèles animaux des surdités humaines que nous avions générés. Il en proposait des interprétations possibles qui, intégrées aux données cellulaires et moléculaires, ont permis d'identifier les mécanismes qui, à différentes échelles, contrôlent les caractéristiques physiques et les propriétés physiologiques de la cochlée. Ces connaissances ont fondé le socle de connaissances grâce auquel la recherche de thérapies des atteintes auditives est devenue possible.

En 2013, Monsieur Jean-Pierre Meyers et Madame Françoise Bettencourt Meyers me proposaient de prendre la direction d'un Institut de recherche dédié à l'audition dont ils formaient le projet. Il y avait là une opportunité unique pour dynamiser ce champ de la recherche et de la médecine ; je n'ai pas hésité. Sa création ne sera pas sans difficulté. La détermination de Françoise Bettencourt Meyers et Jean-Pierre Meyers qui tous deux avec la Fondation Bettencourt-Schueller ont créé la Fondation pour l'Audition, et l'engagement de l'Institut Pasteur, de sa direction appuyée par son conseil d'administration jusqu'à la mobilisation de ses services techniques, permettront de les surmonter.

Dès son ébauche, le projet de l'Institut de l'Audition, aujourd'hui centre de l'Institut Pasteur, comportait la création d'un centre d'innovation médical. L'ambition affichée de ce CERIAH était

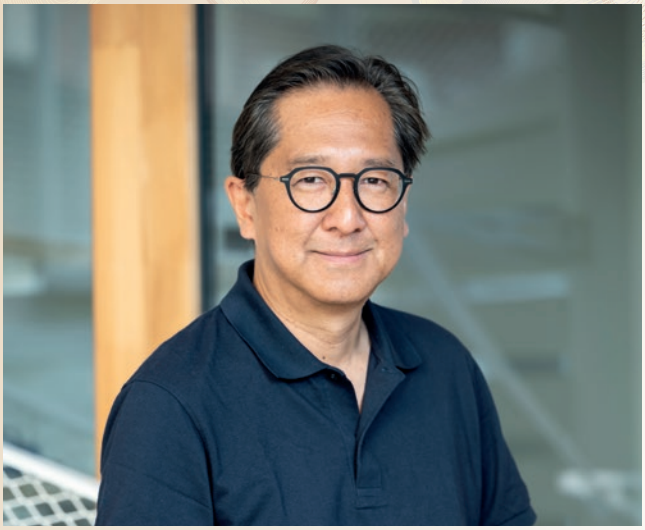
Inauguration de l'Institut de l'Audition le 27 février 2020.
De gauche à droite : Jean-Pierre Meyers, Françoise Bettencourt, Paul Avan, Chrisine Petit, Hung Thai-Van, Stewart Cole, Marie-Christine Lemardelet, Christian Vigouroux.

Paul Avan, Christine Petit et Hung Thai-Van lors de l'inauguration de l'Institut de l'Audition le 27 février 2020.

de transformer efficacement les avancées de la recherche menée chez l'animal en solutions diagnostiques et thérapeutiques et de structurer, à partir des données et observations recueillies chez les personnes souffrant de troubles auditifs, des projets de recherche visant à en comprendre l'origine et la physiopathologie, connaissances indispensables au développement de diagnostics et de traitements innovants.

Aujourd'hui, le CERIAH, étroitement couplé à l'Institut de l'Audition, peut déjà se prévaloir d'avancées significatives : les premiers pas d'une médecine de précision de l'audition comprenant le développement de nouveaux tests audiologiques, la découverte de biomarqueurs audiologiques et moléculaires de diagnostic et de suivi des atteintes auditives et l'engagement de nombreux individus volontaires pour participer aux études mises en place. Par la formation qu'elle va dispenser, la composante CERIAH de l'Institut de l'Audition porte aussi l'espoir d'une diffusion rapide, à l'ensemble des professionnels concernés, des nouveaux savoirs et pratiques d'une « médecine de l'audition » profondément transformée.

CONNECTER LA RECHERCHE FONDAMENTALE ET LA PRISE EN CHARGE DU PATIENT



PAUL AVAN
Directeur du CeRIAH

HUNG THAI-VAN
Codirecteur du CeRIAH

Quel est le rôle du CeRIAH au sein de l'Institut de l'Audition ?

Paul Avan. Sa principale mission est de construire des protocoles de recherche impliquant la personne humaine, protocoles au cours desquels des données exhaustives seront collectées, en lien avec les recherches menées au sein de l'Institut de l'Audition. Les données sont en effet l'une des grandes urgences en audiologie : celles qui sont aujourd'hui recueillies auprès de chaque patient sont encore trop parcellaires, et se limitent bien souvent à de simples résultats de tests d'acuité auditive. Elles ne permettent pas d'appréhender l'ensemble des mécanismes à l'œuvre dans le phénomène de l'audition, ce qui conduit à des réponses inadaptées face à certaines pathologies, voire à l'absence de détection de pathologies existantes. En développant de nouveaux tests et protocoles de recherche pour établir des diagnostics complets et mettre en évidence d'autres paramètres, comme l'activité moléculaire ou électrique de l'oreille interne, par exemple, nous avons l'ambition de créer une base de données comme il en existe dans de nombreux autres domaines de la médecine. Son exploration, au moyen d'algorithmes et de méthodologies nouvelles, nous permettra de mieux comprendre les mécanismes de l'audition et, *in fine*, de mieux répondre aux besoins des patients atteints de surdité.

Une mission corollaire est de fabriquer les appareils de diagnostic qui nous manquent aujourd'hui, et peut-être aussi des prototypes d'appareils auditifs. L'idée est de rendre facilement mesurable la plus grande partie possible des paramètres de l'audition, de sorte que les tests audiologiques soient facilement accessibles, interprétables et utilisables par les professionnels de l'audition, que ce soit pour du diagnostic ou du recueil de données.

Enfin, notre troisième mission est l'enseignement. Il y a le cours Pasteur sur l'audition, mais également le DIU d'exploration cochléo-vestibulaire, dont Hung Thai-Van est le président, qui a pour but d'attirer des praticiens du monde entier pour les former aux techniques de l'audiologie moderne en mêlant cours théoriques et travaux pratiques.

Mise en place d'un casque d'électroencéphalographie sur un participant.

Hung Thai-Van. La démarche du CeRIAH est translationnelle, elle a pour but d'établir une connexion entre la recherche fondamentale et la clinique, notamment dans le but d'améliorer la prise en charge du patient. Ce n'est pas un centre de soins, mais une plateforme d'exploration fonctionnelle, c'est-à-dire une structure permettant de réaliser des investigations sur des personnes volontaires, au moyen de tests non invasifs. Nous réalisons ainsi des évaluations fines du fonctionnement de l'oreille moyenne, de l'oreille interne, et plus généralement des voies auditives ascendantes et descendantes à l'aide d'observations, de questionnaires et de mesures objectives. Ces mesures nous permettent notamment d'étudier le vestibule, le compartiment de l'oreille interne qui joue un rôle-clé dans l'équilibre. Elles nous donnent la possibilité, par exemple, d'établir le phénotype d'affections présentant des spécificités génétiques. Le CeRIAH est donc un formidable outil de recherche, d'autant plus indispensable à mon sens que nous disposons aujourd'hui d'un faisceau d'arguments suffisants pour conclure à des interactions fortes entre audition et cognition, ce qui fait des pathologies auditives un véritable enjeu de société.

Comment fonctionne l'équipe du CeRIAH ?

P.A. Elle se caractérise avant tout par sa complémentarité, puisque ses 13 membres sont cliniciens, audiologistes, audioprothésistes, ingénieurs… La complémentarité de l'équipe du CeRIAH s'étend même jusqu'à ses deux codirecteurs - Hung Thai-Van est un spécialiste de la médecine audio-vestibulaire, et je suis moi-même biophysicien. Chaque membre a en charge un ou deux projets de protocoles de recherche, et peut prêter main-forte aux autres en cas de besoin. Il faut également souligner le rôle essentiel des personnes de l'équipe qui assurent le suivi administratif avec notamment la préparation des protocoles de recherche sur volontaires dont les normes sont très strictes, ainsi que l'accompagnement et le suivi des volontaires.

H T-V. La pluridisciplinarité de notre équipe nous permet de conduire des méthodologies diagnostiques complètes qui couplent à la fois des mesures subjectives basées sur le ressenti du sujet, et des mesures objectives basées sur des mesures physiques ou électrophysiologiques par exemple. Cette pluridisciplinarité nous rend plus efficaces, et nous avons déjà obtenu des résultats concrets issus du laboratoire pour améliorer la vie des patients. Par exemple, nous avons validé des outils audiométriques mesurant la difficulté de compréhension de la parole dans le bruit, dont nous avons publié les normes. Depuis, ces mesures sont intégrées par la Haute Autorité de Santé pour évaluer l'efficacité des dispositifs médicaux innovants de correction de la surdité et pour définir les critères d'éligibilité à la prothèse auditive. L'audiométrie vocale dans le bruit a ainsi pu être ajoutée aux critères initiaux. Je suis convaincu que le CeRIAH est l'interface idéale entre le laboratoire, la clinique et les actions de santé publique.

Chiffres clés

LA SURDITÉ, c'est

6 millions
de malentendants en France

1,5 milliard
de personnes atteintes d'une déficience auditive dans le monde en 2021

+ de 1 milliard
de jeunes adultes dans le monde en risque d'atteinte auditive en raison des nouvelles pratiques d'écoute

D'ici à 2050,
2,5 milliards
de personnes atteintes d'une déficience auditive dans le monde soit **un quart de la population mondiale**

dont plus de
700 millions
de personnes,
soit **une personne sur 10**,
atteintes d'une déficience auditive incapacitante, d'après les projections

Un phénomène complexe qui touche

6 %
des **15-24 ans**

et

65 %
des plus de **65 ans** en France

A ce jour, **133** gènes responsables de surdité neurosensorielle isolée

et

environ **300** gènes responsables de surdité syndromique (surdité associée à d'autres signes cliniques) ont été identifiés.

LE CERIAH, c'est

Une **quinzaine**
de protocoles de recherche en cours

700
volontaires attendus pour le projet **AUDIOGENAGE**
(voir les détails sur ce projet page 20)

10
salles de tests audiologiques

484 m²
de superficie

Sources : OMS, Inserm, Institut Pasteur.
Petit, C., Bonnet, C. & Safieddine, S. Deafness: from genetic architecture to gene therapy. Nat Rev Genet(2023) doi:10.1038/s41576-023-00597-7

L'OREILLE HUMAINE :
organe de l'ouïe et de l'équilibre

Le son est une vibration de l'air, captée par le pavillon de l'oreille et transmise au tympan par le conduit auditif.

Le tympan transmet ensuite son mouvement à la cochlée grâce aux trois plus petits os du corps humain : le marteau, l'enclume et l'étrier.

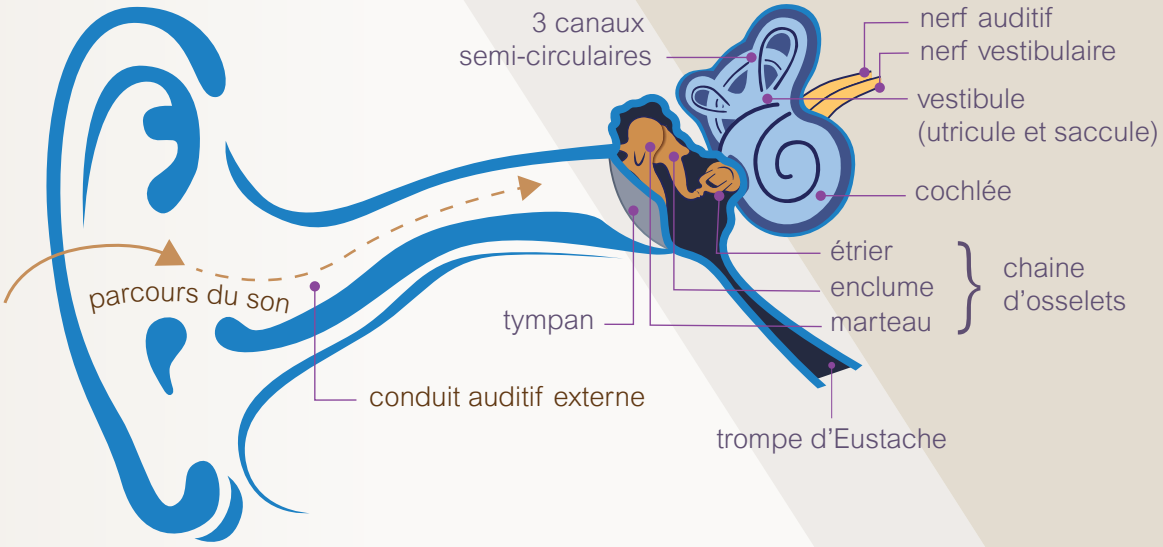
La cochlée est tapissée de cellules sensorielles qui réagissent chacune à une fréquence particulière. Celles qui ont été sollicitées transforment la vibration en signal électrique conduit par le nerf auditif jusqu'au cerveau, qui peut alors interpréter le son.

Le vestibule, qui fait partie de l'oreille interne, est composé de trois canaux semi-circulaires disposés orthogonalement sur trois plans, et de deux organes otolithiques, le saccule et l'utricule.

Le vestibule est pour sa part affecté à la perception du mouvement et de la position angulaire de la tête, grâce aux mouvements du liquide contenu dans les canaux, détectés par le même type de cellules sensorielles que celles de la cochlée.

Cette information est transmise au cerveau par le nerf du vestibule, ce qui lui donne des indications essentielles sur l'équilibre global ou le mouvement du corps.

OREILLE EXTERNE — **OREILLE MOYENNE** — **OREILLE INTERNE**



DE NOUVELLES POSSIBILITÉS DE RECHERCHE

En prenant livraison d'un espace conçu par les scientifiques et équipé selon leurs besoins, l'équipe du CeRIAH a désormais pleinement les moyens de mener à bien ses missions.

Un accueil des personnes volontaires facilité

Le CeRIAH partage une entrée commune avec le Centre Médical de l'Institut Pasteur (CMIP) dont le bâtiment a été agrandi pour l'accueillir au rez-de-chaussée et au sous-sol de la nouvelle aile. Cet accès public offre toutes les conditions requises pour l'accueil des volontaires. L'espace désormais à sa disposition lui permettra de recevoir simultanément plusieurs personnes pour des sessions de tests. Ces sessions durent en principe deux heures, selon le protocole validé. Plusieurs sessions successives pourront être réalisées dans une même journée, avec l'accord de chaque personne volontaire. La proximité de laboratoires d'analyse médicale, offre la possibilité d'effectuer aisément des examens biologiques complémentaires. Les missions de l'équipe du CeRIAH demeurent ambitieuses et exigeantes : 700 volontaires sont attendus pour le projet de recherche AUDIOGENAGE (voir p.20).

Mesurer l'activité de l'oreille moyenne et interne

L'activité de l'oreille interne et moyenne pourra être exhaustivement mesurée grâce à un nouvel équipement essentiel pour l'activité du CeRIAH : cinq cabines audiologiques organisées en étoile. Il s'agit de pièces ayant reçu un traitement acoustique, un habillage des parois avec un matériau spécifique, pour éviter toute résonance sonore ou bruits parasites, et totalement isolées des bruits extérieurs. Certaines sont équipées d'une paroi vitrée afin de pouvoir communiquer visuellement avec l'extérieur, pour les tests nécessitant l'isolement d'un volontaire dans la cabine. Les cinq cabines sont par ailleurs disposées à l'intérieur d'une véritable « boîte » blindée qui les protège des champs électromagnétiques susceptibles de perturber les mesures.

Les chercheurs pourront notamment mesurer :

- la réaction du tympan à des variations de pression atmosphérique à l'aide d'un dispositif de tympanométrie ;
- les oto-émissions acoustiques, sons produits par l'oreille en réponse à un stimulus, grâce à un appareil qui envoie un son dans l'oreille et enregistre la réponse dans le conduit auditif. C'est l'activité de certaines cellules contractiles de l'oreille interne qui est ici mesurée. Ces mesures peuvent être réalisées dans diverses postures du sujet ce qui est essentiel lorsqu'il s'agit d'étudier l'équilibre et le repérage dans l'espace pour lesquels l'oreille joue un rôle clé ;
- le potentiel évoqué auditif, l'influx nerveux conduisant le son de l'oreille interne vers le cerveau. Les chercheurs utilisent pour cela un appareil équipé d'électrodes qui met en évidence les variations de l'activité électrique de l'oreille et des voies nerveuses en réponse à un signal sonore ;

Test d'audiométrie dans une cabine audiologique du CeRIAH. L'audiométrie permet de déterminer les seuils de perception auditive : il s'agit du test de référence pour évaluer la sévérité des surdités.

Mise en place d'électrodes pour l'enregistrement de potentiels évoqués auditifs, permettant une évaluation du bon fonctionnement des fibres nerveuses auditives.

- l'acuité auditive d'un individu, c'est-à-dire sa capacité à percevoir des sons en fonction de leur volume ou de leur nature, grâce à l'ensemble des techniques d'audiométrie ;
- les sensations auditives, au moyen de tests psychoacoustiques au cours desquels des volontaires doivent indiquer leur ressenti vis-à-vis de signaux sonores qui leur sont envoyés.

En plus des cinq cabines audiologiques, une pièce également isolée des champs électromagnétiques est destinée à la mesure par électroencéphalogramme de l'activité électrique des neurones du cerveau en réponse, entre autres, à des stimulations sonores. A partir des mesures de la réaction du cerveau à des sons d'intensités différentes, les chercheurs peuvent définir comment différents sons activent les différents étages du système auditif.

> « *Si l'on se contente des équipements et des protocoles de recherche existants, nous ne ferons que persister dans notre vision incomplète du système auditif et de son fonctionnement,* **explique Paul Avan, directeur du CeRIAH.** *Nous savons que les approches classiques de détection des pathologies auditives sont aujourd'hui largement insuffisantes, comme le montre le fait même qu'il existe des surdités cachées, c'est-à-dire des troubles auditifs aujourd'hui mal appréhendés. Des surdités qu'il est important de parvenir à mieux cerner, compte tenu des relations étroites entre audition et cognition : la surdité est en effet le premier facteur évitable de démence.* »

Mesurer le réflexe vestibulo-oculaire

Le système vestibulaire est un organe sensoriel situé dans l'oreille interne, sensible à la gravité et aux mouvements de la tête. Il joue un rôle fondamental dans l'équilibre et le repérage spatial, puisque des mouvements oculaires et des muscles impliqués dans la posture du corps sont activés par les signaux qu'il envoie au cerveau. Une salle d'examen est consacrée aux tests du système vestibulaire. Elle permet de reproduire ou de simuler des effets posturaux, et de mesurer diverses modifications d'activité électrique ou musculaire en réponse à ces stimulations. Les différents tests développés par l'équipe du CeRIAH comprennent des tests de stimulations des systèmes visuel et auditif.

Test de stimulation vestibulaire calorique à la recherche d'une asymétrie de fonctionnement des organes de l'équilibre entre l'oreille interne gauche et droite.

> « *Grâce à ce nouvel espace et ses équipements, nous serons désormais capables de mesurer tout ce qui se passe dans l'oreille moyenne, interne et leurs voies nerveuses*, **se félicite Hung Thai-Van, codirecteur du CeRIAH.** *Mesurer, c'est-à-dire accumuler des volumes conséquents de données qui viendront compléter les données existantes et qui seront traitées grâce aux très importantes capacités informatiques de l'Institut Pasteur. Ce qui devrait permettre, à l'avenir, de mieux comprendre et repérer les pathologies auditives.*»

Tester plus spécifiquement l'équilibre

Puisque l'oreille joue un rôle fondamental dans l'équilibre et la marche, il est essentiel de pouvoir mener des tests dans ces deux domaines. Ils se dérouleront dans une salle spacieuse équipée d'appareils volumineux permettant de mesurer l'incidence de perturbations auditives sur la capacité d'un individu à se mouvoir dans l'espace. Une plateforme sur laquelle les volontaires se tiennent debout, permet notamment de contrôler les trois paramètres clés de l'équilibre : la proprioception, la perception d'une personne de la position des différentes parties de son corps, les stimuli visuels et le système vestibulaire situé dans l'oreille interne. Les scientifiques peuvent isoler chaque paramètre et mesurer individuellement, l'importance de chacun de ces sens pour maintenir son équilibre. La salle de test comprend également un fauteuil rotatoire qui permet de faire tourner les volontaires selon un axe incliné, et dans le noir complet. Ce dernier test permet de stimuler les fonctions otolitiques du vestibule.

Simuler les conditions de la vie réelle

Comprendre le fonctionnement des systèmes auditifs et vestibulaires dans des conditions expérimentales est essentiel, mais il est également crucial d'observer ses réactions dans un environnement proche des conditions de la vie réelle. L'observation dans des conditions réelles est particulièrement difficile à mettre en œuvre, en raison notamment de la technicité des appareils nécessaires et des nombreux facteurs pouvant perturber les mesures. Le CeRIAH est désormais doté d'une salle de réalité virtuelle, qui permet de faire évoluer un volontaire dans un environnement contrôlé, c'est-à-dire un espace sonore isolé et débarrassé de tout facteur de perturbation, reproduisant diverses situations de la vie quotidienne à l'aide d'un simulateur de sons spatialisés. Un grand portique hémisphérique est installé au centre d'une vaste salle permettant à la personne testée de se déplacer librement. Différentes sources sonores seront simulées et les réactions de la personne volontaire face aux stimulations sonores seront observées et mesurées.

Développer des prototypes d'appareils auditifs

Le nouveau dispositif du CeRIAH se complète d'un élément-clé : un atelier destiné en premier lieu à la réparation et à l'entretien des appareils de mesure du CeRIAH. Cet atelier servira également à concevoir et fabriquer des appareils de tests auditifs spécifiques pour les protocoles de recherche. Des prototypes de prothèses auditives ou autre matériel électroacoustique pourront également y être élaborés. C'est un maillon essentiel pour œuvrer au rapprochement de la recherche fondamentale et de la clinique.

Définitions

Protocole de recherche

Un protocole de recherche est un document décrivant très précisément l'objectif, les moyens, la méthodologie, les critères d'évaluation, les conditions de réalisation et le déroulement d'une étude ou d'un essai clinique. Il a trois destinataires : les pouvoirs publics, pour se prononcer sur le respect de la légalité ou de l'éthique d'un projet de recherche, les scientifiques, pour leur permettre de juger de la validité des résultats obtenus, et le public, pour comprendre les retombées envisagées de la recherche et la nature de la contribution des participants. Un protocole de recherche doit obtenir la validation d'un Comité d'Ethique de la recherche en santé (appelé en France Comité de Protection des Personnes) avant d'inclure des volontaires.

Personne volontaire

Un volontaire est une personne saine ou malade, ayant accepté de participer à un protocole de recherche. Cette participation et ses modalités sont rigoureusement encadrées par la législation. Le volontaire doit être impérativement informé de l'objectif de la recherche, de sa méthodologie, des bénéfices attendus, des contraintes et des éventuels risques prévisibles, afin de lui permettre de formuler un consentement éclairé par écrit ou à l'oral, consentement qu'il est libre de retirer à tout moment. Il reste maître des données le concernant, et doit être tenu informé de sa santé, des nouveautés de la recherche importantes pour sa participation, et des résultats globaux de l'étude.

AU CeRIAH, DÉJÀ UNE QUINZAINE DE PROJETS DE RECHERCHE IMPLIQUANT DES VOLONTAIRES

Le nouvel espace dédié aux activités du CeRIAH représente des possibilités de recherche inédites, grâce à sa grande capacité d'accueil de volontaires, aux espaces dédiés à différents types de mesures auditives, et aux équipements dont il est désormais doté. Une quinzaine de projets de recherche clinique sont d'ores et déjà en cours ou en préparation. Parmi ceux-ci, les projets AUDIOGENAGE et REFINED sont particulièrement emblématiques de ces nouvelles pistes de recherche.

Identifier le vieillissement auditif précoce avec AUDIOGENAGE

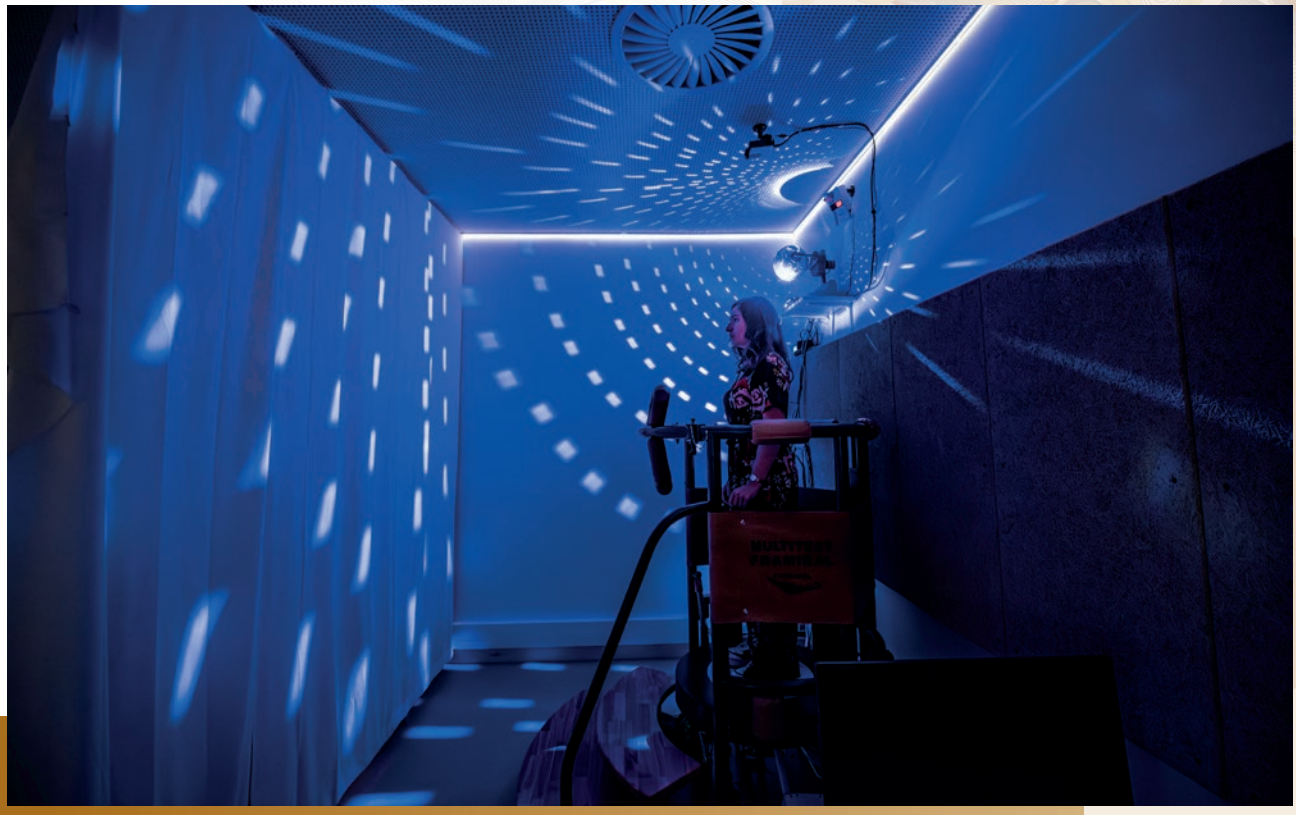
Le projet AUDIOGENAGE a démarré à l'été 2022, avec le double objectif de déterminer les caractéristiques génétiques du vieillissement auditif précoce et d'identifier les tests audiologiques nécessaires à un dépistage satisfaisant de la perte auditive liée à l'âge, appelée également presbyacousie. Aujourd'hui, faute de tests adéquats, les presbyacousies sont souvent détectées tardivement, bien après le début de la perte auditive. Cela retarde de façon conséquente la prise en charge et l'appareillage des personnes atteintes, occasionnant pour elles des années d'inconfort, voire de perte de qualité de vie, qui pourraient être évitées. Cette prise en charge est d'autant plus importante que retarder le port d'une aide auditive entraîne une désensibilisation du cerveau au bruit. Le cerveau, ne recevant plus ou mal certains sons, perd l'habitude de les décoder et doit alors se réadapter au bruit une fois l'appareil posé. Une perte auditive peut créer d'autres pathologies. AUDIOGENAGE s'intéresse aussi au vieillissement de la fonction d'équilibre, cette dernière étant également en partie sous le contrôle de l'oreille interne.

Si le déclin normal de l'audition avec l'âge est établi, d'autres facteurs peuvent jouer un rôle accélérateur. Ils peuvent être environnementaux (exposition à des sons forts, prise de médicaments nocifs pour l'oreille interne), mais également héréditaires, c'est-à-dire causée par un ou plusieurs facteurs génétiques.

*« En comparant des cas de presbyacousie précoce attribuables à un gène défectueux à des cas de perte auditive normale pour l'âge concerné, **AUDIOGENAGE** va permettre de comprendre les mécanismes et les structures de l'oreille impliqués dans cette pathologie, et ainsi affiner les tests à mettre en œuvre pour détecter les premiers stades de la presbyacousie, cette fois quelle qu'en soit la cause »*, indique **Céline Quinsac,** responsable du projet AUDIOGENAGE au CeRIAH.

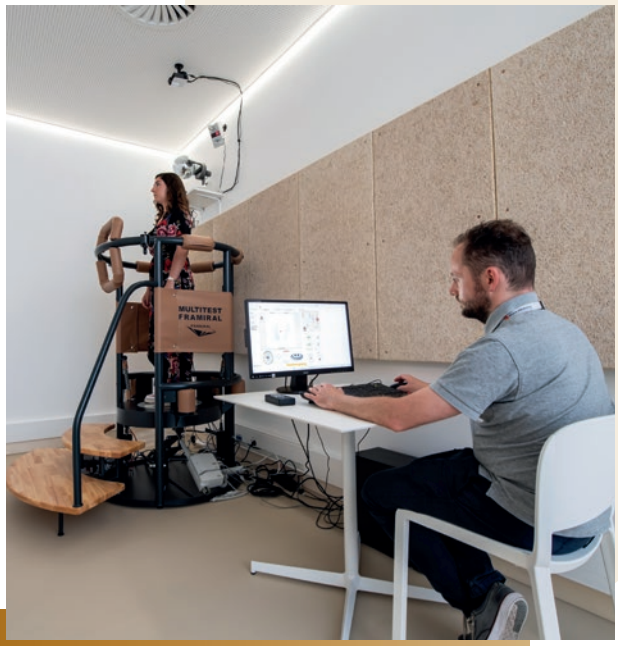
Céline Quinsac, cheffe de projet au CeRIAH.

Céline participe à l'élaboration des protocoles de recherche au CeRIAH et coordonne ensuite le lancement et le suivi des études pour tous les aspects règlementaires et administratifs.



Test de posture permettant d'évaluer les contributions des trois modalités entrant en jeu dans l'équilibre : vision, oreille interne et proprioception ou sens de la posture. Sur cette photo, le centre de gravité de la participante est enregistré tandis que l'information visuelle qui lui est fournie tend à la déstabiliser.

Ces tests pourront par la suite être simplifiés pour être adaptés à une consultation ordinaire chez l'ORL. Pour ce projet, les nouvelles capacités d'accueil du CeRIAH seront particulièrement indispensables : en effet, il sera fait appel à 700 volontaires âgés de 40 ans et plus pour des sessions de tests audiologiques et de l'équilibre, et pour le recueil d'un échantillon sanguin destiné à une analyse génétique. En parallèle, dans le cadre d'un partenariat, ces mêmes tests seront menés en Allemagne par l'Université d'Oldenburg. Et pour compléter ce dispositif, un partenaire industriel, la société de biotechnologie française Sensorion, spécialiste des solutions pour les troubles de l'audition, participera également au projet AUDIOGENAGE pour envisager des solutions de thérapie génique. Le projet durera 4 ans au total.



Test de posture permettant d'évaluer les contributions des trois modalités entrant en jeu dans l'équilibre : vision, oreille interne et proprioception (ou sens de la posture).

Grégory Gérenton,
ingénieur de recherche au CeRIAH.

Grégory développe les équipements et les outils du CeRIAH. Il réalise les tests sur les personnes volontaires et participe également aux actions de formation des professionnels de l'audition.

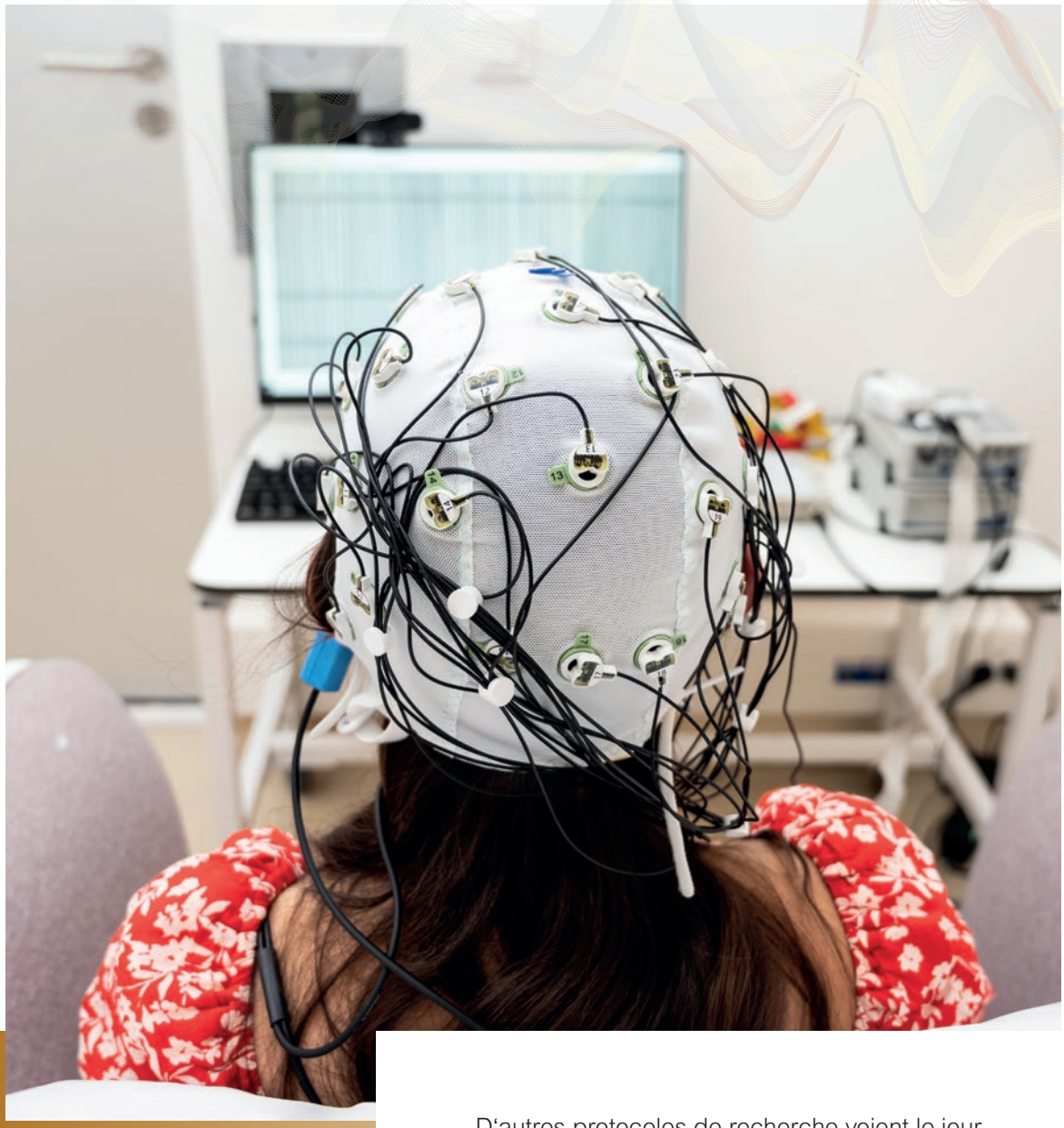
Améliorer les capacités des aides auditives avec REFINED

Les neuropathies auditives sont des pathologies qui se caractérisent par la difficulté à discriminer les sons, voire les sources d'émissions sonores. C'est typiquement le cas lorsqu'une personne cesse de comprendre une conversation dès lors que plusieurs interlocuteurs parlent en même temps, ou lorsqu'elle se trouve dans un environnement bruyant, comme une salle de restaurant ou un open space, par exemple. Le son est entendu, mais n'est pas compris. Pour les personnes atteintes de ce type de surdité, les aides auditives actuelles sont peu efficaces puisqu'elles se limitent généralement à amplifier le signal sonore qu'elles reçoivent.

Améliorer ces aides auditives en leur conférant la possibilité de filtrer et discriminer les sons, c'est le but que s'est fixé le consortium formé par le CeRIAH en collaboration avec le CEA et le LORIA[1] dans le cadre du projet REFINED, qui a démarré en mars 2022. L'objectif est de doter les prothèses auditives d'une intelligence artificielle capable de séparer la parole du bruit ambiant grâce à des algorithmes performants. Chaque membre du consortium apporte sa compétence particulière : le CEA sa maîtrise de l'intelligence artificielle et de la conception de systèmes électroniques et informatiques autonomes soumis à diverses contraintes (mémoire, puissance de calcul, consommation énergétique…), le LORIA son expertise en matière d'apprentissage automatique et de traitement des signaux de la parole, et le CeRIAH ses capacités à mener des tests audiologiques de pointe auprès de volontaires et son expertise en audiologie.

« Pour mieux comprendre les surdités cachées et leurs mécanismes, il faut explorer l'électrophysiologie de l'audition », **explique Grégory Gérenton, responsable du projet REFINED pour le CeRIAH.** Et d'ajouter : « *Les personnes atteintes sont très difficiles à tester en laboratoire, car les surdités de type neuropathique ne se révèlent que dans des conditions bien particulières de la vie quotidienne. Il faut donc être capable de mettre les personnes testées en situation, dans des environnements maîtrisés* **».**

1. Laboratoire Lorrain de Recherche en Informatique et ses Applications



Installation d'électroencéphalographie permettant de mesurer l'activité électrique du cerveau, en réponse à des stimulations sonores.

Deux pièces seront utilisées en particulier : la salle pour les tests d'équilibre où chaque paramètre de l'équilibre (contact plantaire, vue, système vestibulaire) est contrôlé et modifiable par le chercheur, et la salle capable de créer des émissions sonores identiques à celles de la vie réelle, grâce à un simulateur sonore en 3D.

Les travaux des équipes du CeRIAH permettront en partie de fournir la preuve de concept du bénéfice d'une aide auditive pourvue d'un dispositif d'intelligence artificielle, dans un environnement réaliste recréé virtuellement.

D'autres protocoles de recherche voient le jour et seront lancés progressivement au CeRIAH. Les autres projets ont pour thème d'autres domaines de l'audition : le projet MUSI-cians par exemple s'attachera à caractériser les spécificités auditives des personnes ayant reçu une formation musicale intense par rapport à des personnes non-musiciennes tandis que le projet COMPRESSED s'intéressera aux nouvelles nuisances sonores. La majorité des projets du CeRIAH sont menés en collaboration avec des industriels (de la biotechnologie et des aides auditives notamment), des équipes de l'Institut de l'Audition, ou bien des équipes académiques telles que l'IRCAM ou l'Institut de la vision par exemple.

Le CeRIAH accueille plusieurs doctorant-e dont les projets de thèses visent notamment à caractériser les différents profils de perte auditive en se basant sur l'analyse de larges bases de données.

LE CERIAH HORS LES MURS

Création d'un Institut Hospitalo-Universitaire destiné à mieux détecter et prendre en charge les troubles de l'audition et de la parole.

À Paris, le 16 mai 2023, le Président de la République, Emmanuel Macron, annonce, dans le cadre du Plan Innovation Santé 2030, la création de l'Institut Hospitalo-Universitaire (IHU) reConnect porté par l'Institut de l'Audition, Centre de l'Institut Pasteur. Cet IHU est destiné à mieux détecter et prendre en charge les troubles de l'audition et de la parole. Les autres fondateurs de cet IHU sont la Fondation Pour l'Audition, l'AP-HP, Université Paris Cité et l'Inserm. L'IHU reConnect sera le premier établissement fédérant tous les acteurs de la santé auditive.

Qu'est-ce qu'un IHU ?

Les Instituts Hospitalo-Universitaires (IHU) sont des lieux d'excellence scientifique et médicale créés pour inventer la médecine de demain, les futurs traitements et les nouvelles pratiques. Chaque IHU regroupe des équipes scientifiques et médicales, et des entreprises autour d'une thématique clinique unique.

Les IHU sont basés sur **4 piliers** :

- **La recherche ;**
- **Les soins ;**
- **La formation ;**
- **La valorisation industrielle.**

L'objectif des IHU est de favoriser le développement d'une recherche translationnelle qui bénéficie directement au patient, d'inventer la médecine de demain et d'améliorer le parcours de soin.

L'IHU reConnect sera aussi le premier institut européen dédié à l'audition et au cerveau avec l'objectif ambitieux d'évoluer au cours de cette prochaine décennie, d'une médecine compensatrice à une médecine réparatrice, grâce aux découvertes fondamentales réalisées au cours des vingt dernières années dans les domaines de la génétique et des neurosciences. Cet IHU ouvrira la voie à la création d'applications cliniques innovantes aux retombées sociétales et académiques essentielles, autour de cette problématique de santé publique. Il sera doté d'un financement de 30 à 40 millions d'euros.

Cette structure multidisciplinaire, incluant recherche et innovation au service de la pratique clinique et de la formation académique, aura pour vocation de répondre aux enjeux médicaux, sociétaux et éducatifs soulevés par les troubles de l'audition.

Pour étendre les bénéfices de son action en matière de recherche scientifique et de formation des praticiens ORL, le CeRIAH entend se déployer hors les murs. Pour cela, l'ambition des équipes du CeRIAH est de pouvoir développer deux concepts phares : le *CeRIAH Mobile* et le *CeRIAH au chevet du patient* ou *CeRIAH Bedside*. Ces deux projets font partie intégrante de l'Institut Hospitalo-Universitaire reConnect.

Rayonner sur le territoire français avec le CeRIAH Mobile

La diffusion des savoirs et des bonnes pratiques acquises et validées par l'expérimentation audiologique constitue l'une des grandes missions du CeRIAH. Pour y parvenir, il apparait nécessaire de mettre en place des collaborations de recherche avec des médecins ORL ou des centres hospitaliers sur le territoire français, voire d'organiser des consultations en télémédecine pour assister des praticiens lors de tests audiologiques. Le CeRIAH Mobile aura pour vocation de se déplacer avec des équipements portatifs simples pour partager les connaissances acquises auprès des équipes de professionnels de l'audiologie, et de recruter des volontaires à l'échelle nationale, de les tester sur place, et d'accroître ainsi la taille des cohortes pour le recueil de données audiologiques, données indispensables à la recherche fondamentale.

Se rapprocher de la clinique avec le CeRIAH Bedside (au chevet du patient)

Faire le lien entre la recherche fondamentale et la clinique, autre objectif du CeRIAH, nécessite de se rapprocher physiquement des activités cliniques. Le CeRIAH projette, dans les années à venir, de développer des antennes dans des centres hospitaliers. Là encore, l'objectif est double. Il s'agit de se donner la possibilité de participer à des essais thérapeutiques, notamment pour tester les solutions issues de la recherche fondamentale, mais aussi de contribuer à l'évolution du parcours de soins aux urgences ORL, pour tenir compte des dernières connaissances acquises sur les mécanismes de l'audition et ses pathologies.

LE PROJET ARCHITECTURAL

Les activités médicales, scientifiques et de recherche du CMIP et du CeRIAH ont fait émerger un certain nombre de contraintes techniques et logistiques auxquelles les architectes, les équipes de la direction des Ressources Techniques et Environnement de l'Institut Pasteur, et les scientifiques ont su répondre conjointement.

Faciliter l'accès du public au CeRIAH

Trouver une surface qui permette un accès facile au public, en bordure du campus, constituait un enjeu fort de l'installation du CeRIAH, puisque le CeRIAH a pour vocation d'accueillir régulièrement des personnes volontaires pour participer à des protocoles de recherche. « *Une solution s'est imposée : construire une extension au bâtiment dans lequel est installé le Centre Médical de l'Institut Pasteur, et qui devait justement être rénové. Le rapprochement fait particulièrement sens puisque le Centre Médical est dédié à l'accueil du public* » indique Nathalie Denoyés, Directrice Ressources Techniques et Environnement à l'Institut Pasteur. Le Centre Médical est le seul bâtiment du campus à accueillir et prendre en charge des membres du public, en tant que patients ou personnes volontaires.

Collaboration étroite avec les chercheurs du CeRIAH

Le bâtiment destiné à héberger des travaux de recherche de pointe en matière d'audiologie devait être préservé des vibrations et des champs électro-magnétiques susceptibles de perturber les tests scientifiques menés par les chercheurs. « *Pour réaliser ce bâtiment d'une très haute technicité, nous avons travaillé avec des spécialistes qui ont effectué des analyses sur site de jour comme de nuit* », souligne Thomas Quenault, l'architecte du projet, qui a conduit ce travail en relation avec Pascal Ténégal, Chef du Service Immobilier et Technique de l'Institut Pasteur. L'aile du bâtiment est donc protégée des vibrations à l'aide de dalles désolidarisées les unes des autres, et les cabines de mesure du CeRIAH ont été construites à l'intérieur d'une véritable « boîte » blindée en mu-métal, un alliage de nickel et de fer dont l'extrême conductibilité lui permet d'attirer, canaliser et évacuer les champs magnétiques. « *Ces espaces ont été conçus en étroite collaboration avec les chercheurs du CeRIAH, ce qui s'est d'ailleurs révélé une expérience très enrichissante pour nous* », ajoute Thomas Quenault.

Le Centre Médical de l'Institut Pasteur (CMIP)

Le Centre médical de l'Institut Pasteur est un centre de santé ouvert au grand public. Médecins généralistes et spécialistes proposent une offre de soins à destination des voyageurs (vaccination et médecine des voyages) et des patients souffrants de maladies infectieuses, tropicales et allergiques (diagnostic et traitement). Le CMIP fait partie du Centre médical et de recherche clinique de l'Institut Pasteur, dont une aile est réservée au CeRIAH.

Rentabiliser chaque mètre carré

La réserve foncière constructible du site, dont certains bâtiments sont classés au titre des monuments historiques, s'est considérablement réduite au rythme des besoins de la recherche scientifique.

Par ailleurs, « *L'Institut Pasteur réserve près de 20 % de son campus de 5 hectares à des espaces verts protégés, et a signé en novembre 2022 avec la Mairie de Paris le nouveau pacte Paris Action Climat Biodiversité* », rappelle Nathalie Denoyés. Du côté interne au campus, le CeRIAH se trouve aujourd'hui à l'extrémité de la « traverse jardin », une promenade qui reliera les deux parties du campus.

En optimisant chaque portion d'espace disponible, l'agence d'architecture a pu concevoir une aile du bâtiment de près de 1000 mètres carrés composée de deux étages supérieurs occupés par des bureaux et des salles de consultation du CMIP, et d'un rez-de-chaussée et d'un sous-sol réservés au CeRIAH.

Les travaux ont été menés sur un site aux accès restreints sans interrompre l'activité du Centre Médical. Le choix a été fait d'un système composé de structures mixtes métal/bois pouvant être assemblées en amont, ou pré-fabriquées. Ces structures mixtes répondent aux contraintes environnementales, à la fois en termes de bilan carbone mais aussi de durabilité, le bois pouvant facilement être remplacé en cas d'usure.

« Cette nouvelle façon d'envisager la construction des bâtiments destinés à la recherche, est une étape importante dans l'évolution du campus de l'Institut Pasteur. Alors qu'il regroupe des bâtiments couvrant une histoire architecturale riche de 135 ans, nous sommes aujourd'hui dans une démarche innovante pour concilier à la fois les nécessités propres à la construction de laboratoires de haute technologie et de précision, tout en ayant un regard tourné vers l'avenir à la fois en matière de santé et d'environnement », **conclut Nathalie Denoyés, Directrice Ressources Techniques et Environnement à l'Institut Pasteur.**

Les partenaires
du CeRIAH et de l'Institut de l'Audition

Institut Pasteur

Fondation Pour l'Audition

Inserm

Fondation Bettencourt Schueller

Mairie de Paris

Alliance Pour l'Audition

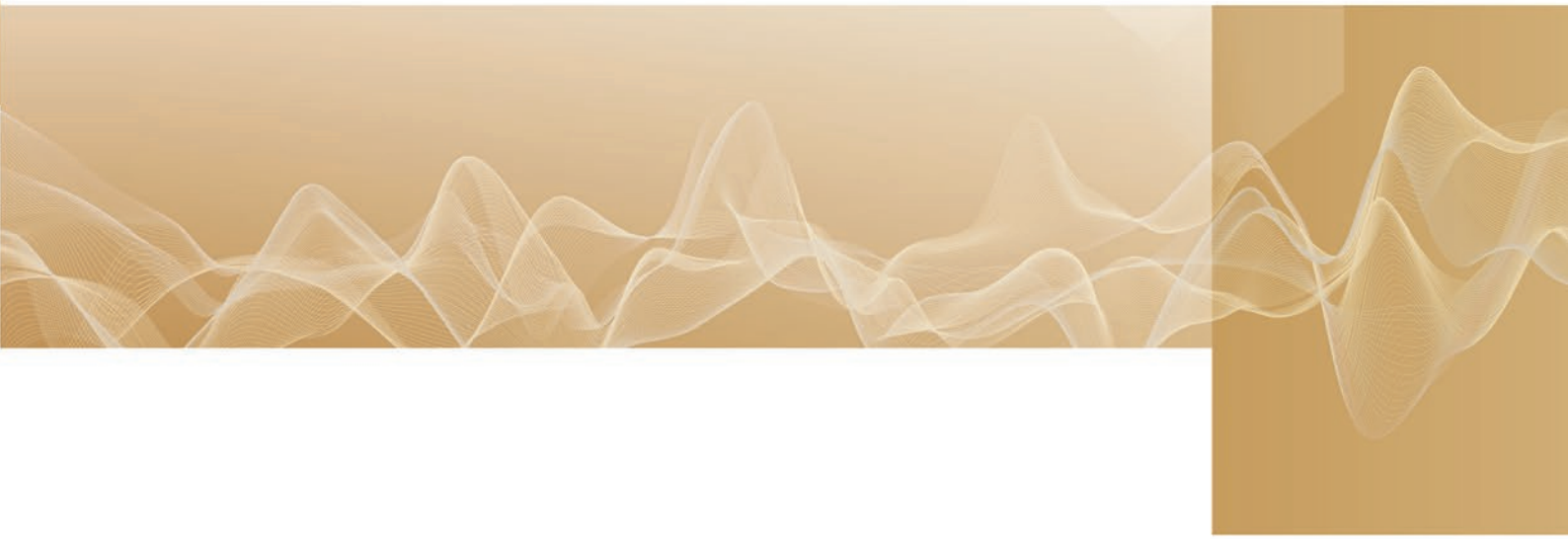
Avec le soutien et l'appui financier de la Fondation Pour l'Audition et le partenariat de l'Inserm, l'Institut Pasteur s'est doté d'un centre de recherche fondamentale et médicale, l'Institut de l'Audition (IdA).

Crédits

Crédits Photos : Institut Pasteur - François Gardy (p.5 bas, 6 ,7 ,8 gauche, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 20, 21, 22 droite, 23, 25, 26 haut, 27), Institut Pasteur - Anne Burlet-Parendel (p.5 haut, 14, 22 gauche), jaq architectes - Aldo Amoretti (p.1, 4, 19, 26 bas, 27, 32), Peter Bagde/Kavli Prize (p.10), Fondation Pour l'Audition - Laurent Attias (p.8 droite)

Rédaction : Renaud Maridet, Anne Burlet-Parendel, Héloïse Hervé, Myriam Rebeyrotte, Aurélie Perthuison

Création graphique : pension-complete.com



Contacts Presse

INSTITUT PASTEUR	**Anne Burlet-Parendel** **Myriam Rebeyrotte** **Nathalie Feuillet** **Aurélie Perthuison**	presse@pasteur.fr
PRPA	**Diane Rabuat**	diane.rabuat@prpa.fr 06.24.15.72.55

@institutpasteur

Institut Pasteur

Institut Pasteur

institutpasteur

institutpasteur

INSTITUT PASTEUR

Institut Pasteur, Fondation reconnue d'utilité publique