

audio 2000 



Édition 2025/26

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

EN AUDIOLOGIE
enjeux, applications et perspectives

RECUEIL SCIENTIFIQUE DU COLLOQUE AUDIO 2000

SOMMARE

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE :

DÉFIS ET/OU OPPORTUNITÉS 7

- Accélération, transformation et enjeux d'une révolution en cours par Cyril PAPADACCI **8**
- La révolution de l'Intelligence Artificielle : un Adieu aux médecins ? par Dr Cécile MONTEIL **11**
- Applications cliniques de l'IA et changements pratiques en ORL par Dr Jean-Marc JUVANON **13**

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE :

APPLICATIONS À L'OTOLOGIE ET L'AUDIOPROTHÈSE 17

- Du progrès intelligent au progrès artificiel : l'intelligence artificielle en audiologie par Pr Paul AVAN **18**
- L'intelligence artificielle au service de l'audiométrie clinique par Nicolas WALLAERT **20**
- L'intelligence artificielle dans les aides auditives : du pilotage automatique au traitement du signal par Pierre-Henri GAREL **22**
- L'intelligence artificielle au service du réglage personnalisé des aides auditives par Mikael MENARD **24**

ET DEMAIN ? 26

NOTES..... 27



ÉDITO

« Créé il y a plus de 20 ans, le Colloque Scientifique est un rendez-vous de l'enseigne attendu qui réunit des médecins ORL et des audioprothésistes du réseau Audio 2000. À travers cet événement notre vocation est d'apporter un éclairage nouveau sur une thématique en lien avec la santé auditive pour faire naître des réactions, susciter des débats et porter plus loin notre regard scientifique.

Après avoir abordé divers sujets comme le système cochléo-vestibulaire en conditions extrêmes, notamment dans la stratosphère et le milieu aéronautique, nous avons souhaité faire réagir sur une thématique qui impacte de plus en plus notre quotidien : l'Intelligence Artificielle.

Nous voulions en savoir plus sur sa place et son rôle dans le milieu médical en général, et en audiologie plus particulièrement. L'IA remplacera-t-elle les médecins ? Est-ce un véritable allié du quotidien ? Comment l'utiliser à bon escient ? Quelles sont ses applications en audiologie ?

Autant de questions qui ont été abordées par des professeurs et de nombreux experts qui sont intervenus tout au long du Colloque. Effectivement ce Colloque doit sa qualité et sa richesse de contenu à l'intervention de professionnels, chacun expert de leur domaine, qui partagent leur connaissance et leur réflexion pour faire grandir la nôtre. Professionnels que nous mettons à l'honneur dans ce recueil et remercions grandement de nous avoir permis de prendre de la hauteur sur ce vaste sujet qui n'en est qu'à ses prémices.

Aujourd'hui, avec cet ouvrage, c'est l'ensemble de ces réflexions autour de l'Intelligence Artificielle que nous vous partageons pour continuer de faire vivre le débat et que chacun puisse approfondir ses connaissances sur ce sujet.

Le Colloque scientifique Audio 2000 reste un rendez-vous, mais devient également un recueil que nous sommes ravis de vous voir tenir entre vos mains. Bonne lecture ! »

Olivier Padieu,
Président du Groupement Optic 2000.

LE COLLOQUE SCIENTIFIQUE AUDIO 2000

Depuis plus de vingt ans, Audio 2000 travaille à créer un espace où ORL, audioprothésistes, chercheurs, ingénieurs et cliniciens peuvent dialoguer librement. Une des forces du réseau Audio 2000 réside précisément dans cette capacité à rassembler des professions complémentaires autour d'une même exigence de qualité, d'innovation et de réflexion.

À l'heure où la santé auditive se transforme, ces rencontres ne sont jamais de simples Colloques, ce sont des temps de respiration, d'analyse et d'ouverture.

Le thème choisi pour l'édition 2025, **l'Intelligence Artificielle (IA), s'est imposé tant son influence sur les sciences médicales et audiolologiques est devenue centrale.**

La première journée du Colloque était consacrée aux enjeux globaux de cette révolution, avec les interventions inspirantes de :

- **Cyril Papadacci** sur les transformations industrielles et sociétales liées à l'IA,
- **Dr Cécile Monteil** sur ses usages et ses limites en pratique clinique,
- **Dr Jean-Marc Juvanon**, qui a partagé son expérience d'utilisateur quotidien de ces nouveaux outils.

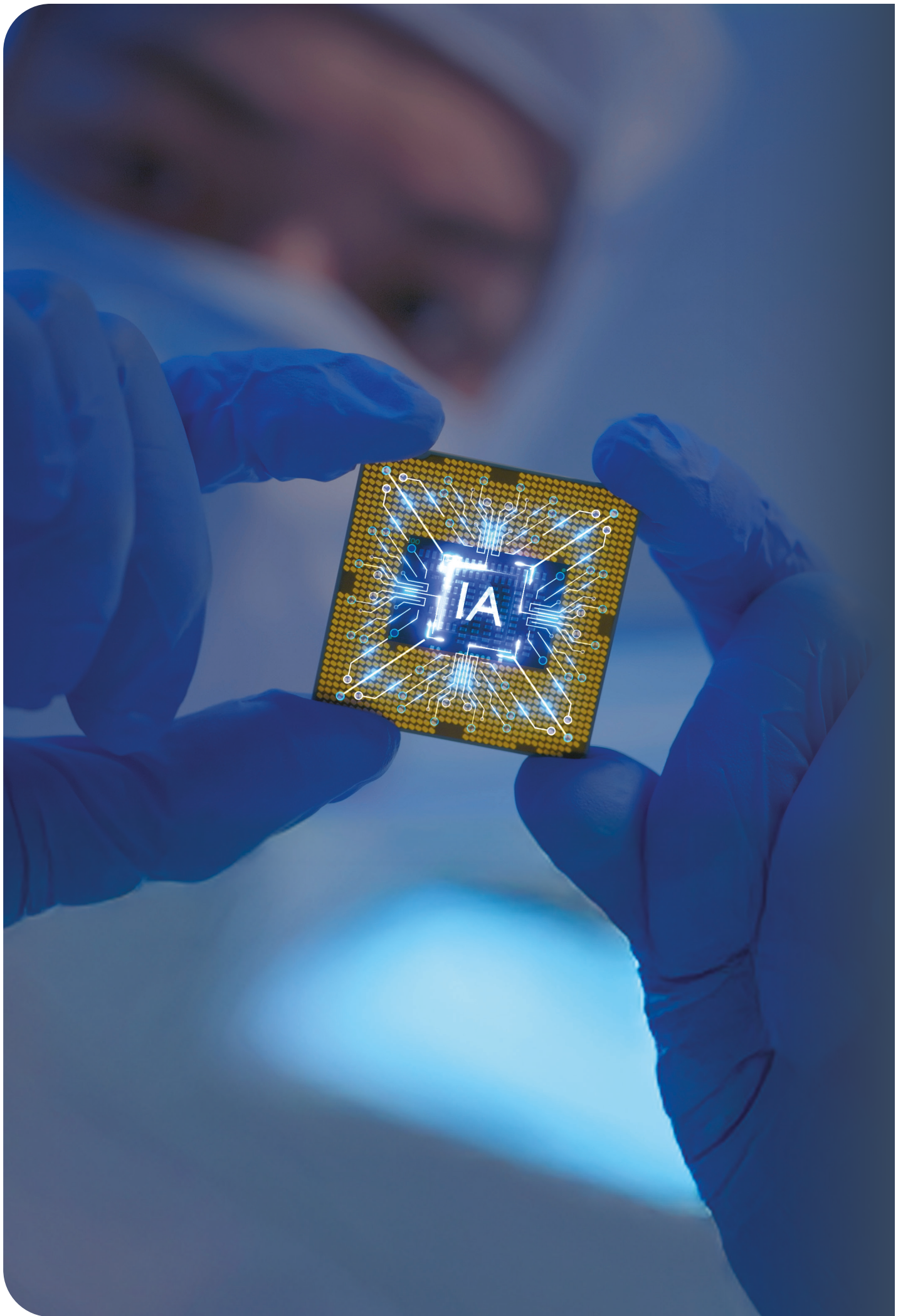
Cette première session s'est conclue par une table ronde nourrie et éclairante.

La seconde journée a porté sur **les applications concrètes de l'IA en otologie et en audioprothèse** avec les interventions de :

- **Carlos de Mindeguillaga** sur l'organisation du parcours de soin espagnol,
- **Nicolas Wallaert** sur l'audiométrie automatisée,
- **Pr Paul Avan** sur les avancées scientifiques en audiologie computationnelle.

Les interventions de **Pierre-Henri Garel** (Phonak) et **Mikael Ménard** (Signia) ont illustré la manière dont l'IA transforme déjà les aides auditives, depuis le réglage jusqu'au traitement des signaux.

Nous remercions grandement l'ensemble de ses orateurs et des participants pour la qualité des échanges et l'esprit d'ouverture qui ont guidé ces deux jours.



**DÉFIS ET/OU
OPPORTUNITÉS ?**

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



Cyril PAPADACCI,

Directeur IA France & Benelux, Accenture.

Spécialisé dans le domaine de l'Intelligence Artificielle et Humaine, Cyril Papadacci est intervenu au Colloque scientifique Audio 2000 pour donner de nombreuses clés pour comprendre les dynamiques mondiales en cours autour de l'Intelligence Artificielle.

ACCÉLÉRATION, TRANSFORMATION ET ENJEUX D'UNE RÉVOLUTION EN COURS

L'Intelligence Artificielle est un sujet qui ne cesse de bouleverser notre quotidien professionnel comme personnel.

Prenons l'exemple de la start-up chinoise DeepSeek qui, le 27 janvier 2025, a déployé, pour la première fois, un modèle d'IA open source, entraînant un choc sur le marché de l'IA.

La raison ? Pour la première fois, une startup chinoise a réussi à produire un modèle plus performant que ceux des géants américains... pour une fraction du coût, tout en laissant le modèle en accès libre sur le web.

Prenons du recul et tentons de contextualiser et de comprendre les enjeux de ce nouvel outil. On entend parler d'IA tous les jours, mais que met-on vraiment derrière ce mot ? Quelles sont les grandes tendances, les limites actuelles, les promesses réalistes, et celles qui relèvent du fantasme ?

DÉFINITIONS ET DÉCALAGES DE PERCEPTION

La définition classique de l'IA dit qu'il s'agit de « systèmes permettant de simuler des capacités cognitives humaines ». Mais cette formulation est à la fois vague, centrée sur l'humain, et peu utile dans la pratique. Elle semble opposer l'homme à la machine. Je préférerais plutôt une définition opérationnelle : **l'IA est un assistant pour certaines tâches cognitives**. Elle peut aider à rédiger, traduire, trier, classer, identifier, prédire et bien plus encore.

Il faut se rappeler que l'IA ne date pas de 2022. Elle existe depuis les années 1950. Mais ce qui a changé récemment, c'est son **visage public**. En novembre 2022, ChatGPT est créé et le grand public a accès à l'IA. Pour la première fois, des millions de personnes pouvaient interagir avec une machine en langage naturel. Cela a créé une révolution de perception.

Mais l'IA était déjà présente dans nos vies : recommandation de produits sur Amazon, tri de courriels, algorithmes de recherche, GPS, etc. Simplement, elle était **invisible**. La nouveauté ? C'est sa **visibilité**, son accessibilité, et sa forme conversationnelle.

UNE TECHNOLOGIE EN CYCLES, ENTRE MYTHE ET RÉALITÉ

L'IA n'évolue pas de manière linéaire. Il y a eu des pics d'espoirs, suivis de « hivers de l'IA ». Aujourd'hui, on vit une phase d'accélération, mais on commence aussi à redescendre du pic d'attentes. On passe aujourd'hui de l'effet de mode à une véritable intégration de l'IA dans les usages.

Il y a aussi un élément historique clé : le papier de Google en 2017, intitulé *"Attention is all you need"*, qui introduit l'architecture **Transformer**, à la base de ChatGPT. Cette architecture repose sur des opérations mathématiques simples, mais organisées de façon très intelligente pour produire des résultats impressionnants. Cela démontre que la puissance ne vient pas seulement de la complexité, mais aussi de **l'agencement intelligent des éléments pour aboutir à une construction solide**.

Depuis 2022, la croissance de l'adoption est exponentielle. ChatGPT a atteint un million d'utilisateurs en 5 jours, 200 millions d'utilisateurs hebdomadaires fin 2024. Mais attention : cette croissance n'est pas gage d'utilisation pertinente. Beaucoup testent, peu intègrent encore durablement.

IA GÉNÉRATIVE : LA PARTIE VISIBLE DE L'ICEBERG

L'IA générative, celle qui produit du texte, des images, du son, est spectaculaire. Mais elle n'est que **la pointe de l'iceberg**. L'IA commence bien plus tôt : avec des règles logiques, des systèmes experts, puis l'apprentissage automatique (machine learning), et enfin l'apprentissage profond (deep learning).

Chaque niveau a ses usages, ses spécificités. Et il ne faut pas croire que tout est IA générative. Ce n'est qu'une forme d'IA parmi d'autres. Les modèles utilisés, par exemple, chez Amazon, il y a quelques années, pour prédire la logistique n'avaient rien de génératif. Ils étaient prédictifs, statistiques, efficaces.

CE QUE LA MACHINE SAIT FAIRE... ET CE QU'ELLE NE SAIT PAS (ENCORE) FAIRE

L'IA peut rédiger des textes, traduire, jouer aux échecs mieux que les humains. Mais elle ne comprend pas le monde physique. Elle n'a pas d'intuition spatiale, pas de bon sens, pas de notion de gravitation. Elle raisonne sur des corrélations, pas sur des causalités.

Yann LeCun, directeur de l'IA chez Meta, insiste sur ce point : l'IA ne comprend pas encore le monde comme nous. Les modèles de demain devront avoir une compréhension physique et contextuelle.

LES GRANDES TENDANCES À VENIR

1. **Multimodalité** : des modèles capables de traiter simultanément texte, image, son, vidéo.
2. **IA ambiante** : une IA invisible, présente partout, qui s'intègre dans nos environnements.
3. **Agents autonomes** : des IA capables d'exécuter des tâches complexes sans intervention humaine.
4. **IA incarnée** : robotique + IA, avec toutes les difficultés physiques que cela implique.
5. **IA responsable** : un enjeu clé pour l'Europe, qui mise sur l'éthique, la transparence et la gouvernance.

COÛTS, ÉNERGIE, GÉOPOLITIQUE

Former un modèle comme GPT-4 coûte entre 100 et 300 millions de dollars. Les centres de données consomment déjà 3 % de l'électricité mondiale. Le projet Stargate aux États-Unis (destiné à bâtir les centres de données géants de la future génération d'IA) prévoit 500 milliards d'investissements sur 4 ans.

C'est aussi une bataille géopolitique : les États-Unis dominent, la Chine rattrape vite, l'Europe tente d'exister sur le plan réglementaire. Et le Moyen-Orient entre dans la course avec ses moyens colossaux.

IMPACTS SOCIÉTAUX

L'IA pose des questions de concentration des pouvoirs (GAFAM*), d'accès inégalitaire, de représentativité linguistique et culturelle. Et bien sûr, elle pose la question de l'emploi. Va-t-elle remplacer des métiers ? Transformer les compétences nécessaires ?

Je constate que l'adoption reste lente dans les grandes structures. Le grand public est parfois plus agile. C'est une opportunité : chacun peut se former, tester, s'approprier ces outils.

En conclusion, l'IA n'est pas une magie, ni une menace, ni un dogme.
C'est un outil. Puissant, fascinant, exigeant.

*GAFAM : acronyme qui emprunte ses initiales aux entreprises Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft pour désigner les géants du web.



Dr Cécile MONTEIL,

Médecin aux urgences pédiatriques de l'hôpital Robert-Debré à Paris, formatrice au centre de simulation en santé iLumens..

Spécialiste des nouvelles technologies le Dr Cécile Monteil partage son activité entre l'hôpital, des missions en start-up, du conseil, et de la formation en simulation en santé. Tout cela gravite autour d'un même objectif : mieux former pour mieux soigner. Son intervention nous interroge sur la place que nous souhaitons donner à l'Intelligence Artificielle.

LA RÉVOLUTION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE : UN ADIEU AUX MÉDECINS ?

Spoiler : non. Mais... on va devoir s'adapter. Et ce n'est pas toujours simple.

L'IA AU QUOTIDIEN : DE LA CLINIQUE À LA RÉALITÉ

Nous utilisons bien aujourd'hui de l'intelligence artificielle à l'hôpital comme par exemple, **Gleamer**, un logiciel d'aide à l'interprétation des radiographies. Il entoure en rouge ce qu'il pense être une fracture, ou en pointillé s'il a un doute. Ce n'est pas magique, ce n'est pas infallible, mais c'est **un outil très utile**, qui illustre bien là où l'IA fonctionne le mieux aujourd'hui : **l'imagerie médicale**.

Pourquoi ? Parce qu'une image, une radio, une lame de pathologie ou une photo de fond d'œil, ce sont des pixels. Et des pixels, ce sont des chiffres. Or, les chiffres, c'est le terrain de jeu favori de l'IA. En plus, en radiologie, toutes les images suivent une norme (le DICOM), qui permet d'avoir une base de données gigantesque, compatible, et donc exploitable par les algorithmes.

Mais cette efficacité a ses **limites**. L'IA peut détecter une fracture que l'œil humain ne voit pas, mais aussi... croire qu'une attelle est un os cassé. Elle n'a pas de bon sens. Et surtout, **elle n'a pas le contexte clinique**. L'image ne fait pas tout.

DES IA PUISSANTES, MAIS FAIBLES

En médecine, on distingue les IA **faibles**, spécialisées dans une tâche (comme lire une radiographie), des IA **fortes**, qui seraient capables d'intelligence globale, comme un humain. On n'en est pas là. Pour l'instant, l'IA fait très bien une tâche spécifique. Mais cette puissance ciblée suffit déjà à bouleverser les pratiques.

En ORL, on voit des projets comme **i-Nside** pour diagnostiquer des otites via des photos de tympan, ou **CoLive Voice**, qui cherche à identifier des pathologies via la voix. Ce sont des exemples concrets d'IA « faibles », mais déjà **très puissantes**.

Même dans l'organisation du soin, l'IA joue un rôle : assistants vocaux pour la prise de rendez-vous, génération de comptes rendus médicaux automatisés, etc. Mais attention aux fausses promesses, un outil avec plein de données peut être mal exploité. **L'IA n'est pas magique**.

LE DÉFI DU LANGAGE ET DE LA DÉCISION MÉDICALE

Les grands modèles de langage comme **ChatGPT** nous bluffent. Oui, il a « réussi » un examen médical américain (63 % de bonnes réponses au lieu de 60 % requises). Mais attention à l'emballage médiatique : cet examen reste théorique, basé sur des QCM et des cas standardisés.

En pratique, un diagnostic ne dépend pas que de la probabilité statistique. Il faut examiner, écouter, questionner, **ressentir**. Un patient ne rentre jamais parfaitement dans une case. L'IA peut proposer,

assister, mais pas encore décider seule. Et surtout, **elle ne comprend pas ce qu'elle dit**. Elle complète une phrase de manière plausible, mais ce n'est pas forcément vrai.

RISQUE DE DÉFORMATION : L'EFFET CARRÉ ROUGE

Je constate déjà l'effet pervers du carré rouge de Gleamer sur mes internes. Quand ils voient un carré, ils ne regardent plus la radiographie, n'examinent plus l'enfant. Ils se reposent sur l'outil. Or, l'outil ne remplace pas le raisonnement médical. Comme dans un avion : le pilote peut activer le pilotage automatique, mais il doit savoir piloter **pour de vrai**.

L'IA EST-ELLE PLUS EMPATHIQUE QUE NOUS ?

Certains articles affirment que ChatGPT est plus empathique que les médecins. Mais quand l'étude repose sur des réponses sur un forum comme Reddit, on peut douter... La réalité, c'est que **la relation humaine est une partie intégrante du soin**. L'alliance thérapeutique améliore les résultats médicaux.

Cependant, il faut reconnaître que **la communication n'est pas assez enseignée** aux médecins. Là encore, l'IA peut nous aider à nous améliorer, à préparer des annonces complexes, à ajuster nos mots. Mais elle **ne remplace pas l'empathie vécue**.

ET DEMAIN ? IA GÉNÉRALE, SUPER-INTELLIGENCES ET DÉRIVES

Une IA capable de raisonner, contextualiser, sentir, anticiper comme un humain ? On en est loin. Nous ne savons même pas **comment fonctionne notre propre conscience**. Mais les IA faibles, interconnectées, auto-apprenantes, peuvent déjà constituer une **puissance redoutable**. Dans les voitures autonomes, dans la santé, dans la robotique...

Le danger ne vient pas de la machine, mais **de l'utilisateur derrière la machine**. De nous.

UNE INNOVATION NEUTRE, UN PROGRÈS À CONSTRUIRE

L'intelligence artificielle n'est ni bonne, ni mauvaise. Elle est **neutre**. Ce que nous en faisons, en revanche, peut être extrêmement bénéfique... ou profondément inégalitaire, discriminant, voire dangereux.

Nous devons absolument intégrer **l'éthique** dans la conception, la régulation et l'usage de ces outils. Avec les quatre grands principes : bienfaisance, non-malfaisance, justice, équité.

ET NOUS, MÉDECINS ?

Former les professionnels de santé à ces outils est **indispensable**. Pas pour coder. Mais pour **comprendre les limites, les biais, les usages**. Pour pouvoir dire « oui », « non », « attention ».

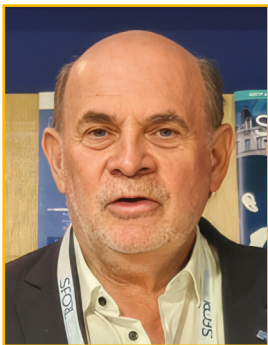
Et il faut **informer les patients**, leur expliquer quand un algorithme est utilisé, les impliquer dans les choix. Car, au fond, c'est d'eux qu'il s'agit.

En conclusion : quelle médecine pour demain ?

On nous demande souvent si l'IA va nous remplacer. Mais la bonne question, c'est : **quelle médecine voulons-nous ?** Une médecine technophile, transhumaniste ? Une médecine pilotée par les GAFAM* ? Ou une médecine **augmentée**, mais toujours **profondément humaine** ?

L'avenir n'est pas écrit. Il est à construire ensemble.

*GAFAM : acronyme qui emprunte ses initiales aux entreprises Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft pour désigner les géants du web.



Dr Jean-Marc JUVANON,

ORL, commission IA de la SFORL (Société Française d'Oto-Rhino-Laryngologie et de Chirurgie de la Face et du Cou).

Passionné par l'Intelligence Artificielle, le Dr Jean-Marc Juvanon explique comment, en tant qu'utilisateur curieux et enthousiaste, il a socialisé l'IA dans sa pratique médicale quotidienne.

APPLICATIONS CLINIQUES DE L'IA ET CHANGEMENTS PRATIQUES EN ORL

Depuis novembre 2022, date à laquelle les LLM (Large Language Models) ont été mis à disposition du public, je suis véritablement fasciné par ces machines qui comprennent notre langage, nous parlent et avec qui nous pouvons dialoguer.

Car oui, ces machines comprennent notre langage, elles nous parlent et on peut dialoguer avec elles. C'est une révolution linguistique, une révolution cognitive même. Parce que le langage, c'est le support de la pensée. Et là, nous avons des machines qui comprennent ce que nous disons, qui nous répondent, dans notre langue, parfois dans plusieurs langues, et qui donnent parfois l'illusion d'une véritable intelligence.

Alors bien sûr, ce n'est pas évident de définir l'intelligence artificielle. Mais quand on utilise ces outils, on comprend très vite qu'ils sont capables de formuler des idées, de structurer un raisonnement, et d'apporter une aide réelle à la réflexion.

LES USAGES DES LLM

Depuis leur lancement, les LLM se sont enrichis de nouvelles fonctionnalités : reconnaissance vocale, synthèse vocale, analyse et génération d'images, compréhension de vidéos, et même génération de code. On peut leur parler, les écouter, leur montrer des choses, et recevoir une réponse cohérente.

Dans notre pratique médicale, les usages sont très concrets. On peut :

- poser des questions pour approfondir un sujet,
- obtenir une aide au diagnostic ou à la décision thérapeutique,
- produire des synthèses de consultations ou d'articles,
- faire de la traduction ou de la vulgarisation,
- s'en servir dans l'enseignement ou la recherche,
- créer des outils, des applications, voire même interagir avec des audiogrammes, des IRM ou des images de tympans.

On peut aller très loin... et parfois très vite !

Et tout cela, aujourd'hui, est disponible gratuitement ou presque. Il existe quatre grands modèles de LLM actuellement :

1. ChatGPT, d'OpenAI
2. Claude, développé par Anthropic (soutenu par Amazon),
3. Gemini de Google,
4. Et un petit chauvinisme français : LeChat de Mistral.

Il y en a d'autres — Meta, Grok de X (ex-Twitter), les modèles chinois open source — mais ces quatre-là dominent actuellement le marché.

J'utilise personnellement ChatGPT Plus. Il y a aussi Perplexity, que je recommande vivement : c'est un moteur de recherche boosté par IA, qui interroge le web en temps réel tout en utilisant un LLM pour formuler ses réponses. Beaucoup plus pertinentes car mieux présentées que Google aujourd'hui, selon moi.

GARDER L'ESPRIT CRITIQUE

Alors concrètement, à quoi ça sert ? Prenons un exemple en ORL : j'ai demandé à ChatGPT de comparer l'électrocochléographie versus IRM protocole Hydrops pour la maladie de Ménière. Il m'a sorti un tableau comparatif, clair, bien structuré... mais pas toujours juste. Il affirme par exemple que l'électrocochléographie est plus accessible, ce qui n'est pas le cas dans la vraie vie. Ça montre bien une chose : **il faut toujours vérifier les réponses.**

Parce que oui, ces modèles peuvent faire des erreurs. Ils peuvent aussi halluciner, c'est-à-dire inventer des choses de façon très crédible. Ils sont programmés pour fournir une réponse, quitte à en inventer une quand ils ne savent pas. Et parfois, ils inventent même des sources, des articles scientifiques qui n'existent pas !

Cela ne veut pas dire que c'est inutile. Bien au contraire. Mais il faut être conscient de ces limites et garder un œil critique. Ce sont des outils puissants, mais pas infaillibles.

On peut leur fournir des images, des audiogrammes, des IRM, des observations médicales (en veillant absolument à les anonymiser bien sûr), et ils vont les analyser. Dernièrement, j'ai testé cela avec un cas réel de surdité unilatérale, apparemment très difficile à appareiller. J'ai fourni l'audiogramme, le test vocal, une photo du tympan, et le compte-rendu clinique. ChatGPT m'a donné une synthèse très correcte, et surtout il a poussé jusqu'à recommander de refaire une IRM. Or il s'agissait d'un schwannome vestibulaire, dont le diagnostic avait échappé aux intervenants précédents.

Mais dans des cas complexes, où les patients consultent depuis des années sans diagnostic clair, on peut imaginer soumettre l'ensemble du dossier médical à l'IA pour avoir un avis supplémentaire. Il y a d'ailleurs plusieurs cas rapportés dans la presse de diagnostics rares posés grâce à l'IA, là où tout le monde avait échoué.

GARDER L'ESPRIT CRITIQUE

L'IA peut aussi nous aider dans l'organisation des consultations. Il existe aujourd'hui des assistants intelligents comme Nabla, PraxiSanté ou Doctolib. Ils écoutent la conversation entre le médecin et son patient, la transcrivent et la résument automatiquement en un compte rendu clair, structuré, sans faute d'orthographe. Cela fait gagner du temps et surtout améliore la relation médecin-patient.

NE PAS SOUS-ESTIMER LES RISQUES

Mais attention : les risques existent.

- Risque d'erreurs.
- Risque de d'excès de confiance et de dépendance.
- Risque de fuite de données médicales personnelles.
- Risque d'inhumanité dans la relation soignant-soigné.

Et pourtant, ne pas utiliser ces outils comporte aussi un risque : celui d'être dépassé. Par les patients eux-mêmes, qui les utilisent. Par les confrères plus outillés. Par une médecine qui évolue à toute vitesse.

En résumé, ces outils sont puissants, accessibles, et déjà transformateurs.
Il faut s'en emparer, les tester, les apprivoiser. Avec esprit critique, mais sans crainte excessive.
Au final c'est l'humain qui reste décisif.



APPLICATIONS À L'OTOLOGIE ET L'AUDIOPROTHÈSE

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



Pr Paul AVAN,

Directeur du Centre de Recherche et d'Innovation en Audiologie Humaine (CeRIAH), Institut Hospitalo-Universitaire reConnect.

Lors de son intervention, le Pr Paul Avan a partagé ses réflexions, sur ce sujet d'actualité qui touche à la fois à l'humain, à la science et à la technologie.

DU PROGRÈS INTELLIGENT AU PROGRÈS ARTIFICIEL : L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EN AUDIOLOGIE

L'intelligence artificielle, on en parle beaucoup, parfois avec fascination, parfois avec crainte. J'aimerais ici, modestement, tenter de recentrer les enjeux, en partant de notre domaine : l'audiologie.

LE VRAI SUJET : QU'EST-CE QU'UN PROGRÈS ?

Ce n'est pas tant l'intelligence artificielle que je veux interroger, mais le mot **progrès**. Que mettons-nous derrière ? Automatiser une tâche, c'est une prouesse. Mais permettre à un professionnel de se recentrer sur ce que lui seul peut faire, voilà un progrès. Alléger les procédures, structurer l'information, prédire ce qui va poser problème... C'est cela que je cherche à explorer.

UN PAYSAGE EN MUTATION : MOINS D'ORL, PLUS D'AUDIOPROTHÉSISTES

Le constat est clair : nous faisons face à un déséquilibre croissant entre le nombre d'ORL et les besoins de soins auditifs. Parallèlement, la palette de situations à évaluer s'élargit : pathologies fluctuantes, comorbidités, troubles cognitifs, prévention, exposition au bruit... On ne peut plus se contenter d'un modèle unique. Il faut repenser les outils et les parcours.

L'IA POUR GAGNER DU TEMPS... ET DE LA JUSTESSE

Prenons un exemple : un test audiométrique auto-administré. Grâce à l'IA, il devient possible de guider le patient dans la passation du test, sans biais, sans intervention directe du professionnel, en optimisant la recherche des seuils. Résultat : un gain de temps, une standardisation, une libération de ressources humaines. Et pendant ce temps, le professionnel peut se concentrer sur l'interprétation, le conseil, l'accompagnement.

ORGANISER LES DONNÉES POUR MIEUX PENSER

Dans un dossier d'audiologie, on peut accumuler des centaines de données. Mais sans cadre de lecture, cela devient une collection de papillons. L'idée est donc de construire **un tableau synthétique avec un petit nombre de dimensions-clés, une dizaine semblant raisonnable** (seuils, compréhension, binauralité, cognition, équilibre...), et de laisser l'IA nous aider à situer chaque patient : vert, orange ou rouge. Cette structuration permet non seulement de mieux comprendre, mais aussi de mieux comparer, anticiper, et prendre des décisions.

LE COBAYE NUMÉRIQUE : NOTRE MEILLEUR ALLIÉ

L'une de mes pistes de recherche préférées, c'est celle du **cobaye numérique, inspiré par nos collaboratrices du domaine des mathématiques, Marta Campi et Mareike Buhl**. En gros : je simule un système auditif pathologique (par exemple une neuropathie auditive), j'introduis des défauts dans un modèle de cochlée (flou temporel, perte de neurones, fatigue synaptique...), puis j'observe comment une IA formée à reconnaître les phonèmes réagit. Cela me permet de repérer **les erreurs typiques de certaines pathologies** et, à terme, de construire **des tests vocaux ciblés**. Exit les listes génériques, place aux listes spécifiques, adaptées à chaque trouble.

LOCALISER UN SON : L'ORDINATEUR AUSSI

J'ai également été bluffé par des recherches en psychoacoustique in silico : on entraîne un réseau neuronal profond à localiser des sons dans des environnements réalistes, et il parvient à des performances... identiques à celles de l'humain. Même dans des situations complexes, comme les salles réverbérantes ou les scènes sonores encombrées. Cela ouvre des perspectives étonnantes, y compris pour les salles de concert ou l'optimisation acoustique.

ET MAINTENANT ?

Je ne crois pas à un remplacement de l'humain par la machine. Mais je crois **à une complémentarité féconde**. L'IA permet :

- de **tester sans mobiliser un professionnel** à chaque étape ;
- de **trier et structurer des données** complexes ;
- de **simuler des situations impossibles à tester chez de vrais patients** ;
- d'**accélérer considérablement la recherche**, en particulier sur des troubles rares ou mal compris.

Et demain, pourquoi ne pas envisager un audiomètre intelligent qui, en fonction du profil tonal d'un patient, adapterait automatiquement le test vocal ? Pourquoi ne pas imaginer des dépistages ciblés chez les sportifs, ou dans des arènes e-sport, pour prévenir les atteintes auditives avant qu'elles ne surviennent ?

En conclusion : le progrès n'est pas là où on croit

L'intelligence artificielle ne doit pas être perçue comme une menace ou une fin en soi. Elle est un **outil d'aide à la décision, un révélateur, un accélérateur**.

Elle ne remplace ni le jugement, ni l'éthique, ni le lien humain.

Mais elle peut, si on la pense bien, nous aider à soigner mieux, plus vite, et plus justement.

Dans un monde où chaque minute compte, c'est déjà un sacré progrès.



Nicolas WALLAERT,

Audioprothésiste, concepteur de la solution laudiogramme.

Audioprothésiste et ingénieur, Nicolas Wallaert a présenté lors du Colloque la solution iAudiogram qu'il a développée dans le but d'améliorer l'efficacité des bilans auditifs.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DE L'AUDIOMÉTRIE CLINIQUE

Dans un monde où les besoins en santé auditive ne cessent de croître, notamment dans les pays à faible densité médicale, améliorer l'efficacité des bilans auditifs devient un impératif. C'est dans cette optique qu'est née la solution **iAudiogram**, fruit d'une démarche rigoureuse mêlant ingénierie, solutions innovantes basées sur l'IA, pratique clinique et exigence réglementaire.

UNE NÉCESSITÉ CLINIQUE ET DE SANTÉ PUBLIQUE

L'objectif initial est simple : gagner du temps médical non substituable, tout en améliorant la qualité et la précision des bilans audiométriques. Un défi d'autant plus pressant dans un contexte de pénurie d'ORL, où la file d'attente pour un appareillage ne cesse de s'allonger en France... et dramatique ailleurs. En Chine, par exemple, on compte un ORL pour 200 000 habitants, contre un pour 20 à 30 000 en France.

REFONDER L'AUDIOMÉTRIE TONALE

L'audiométrie tonale n'a que peu évolué en près d'un siècle. Si elle persiste, c'est qu'elle est simple, rapide et fiable... mais approximative. Elle repose sur une estimation manuelle de quelques fréquences clés, souvent extrapolées de manière linéaire. iAudiogram propose une nouvelle approche, à partir d'un double constat :

1. Le test manuel est inefficace (temps et ressources mobilisés).
2. L'échantillonnage fréquentiel est trop grossier pour certaines situations et l'incertitude de mesure n'est pas quantifiée.

La solution repose sur un protocole en deux phases : une première d'initialisation pour estimer grossièrement le seuil liminaire du patient en captant des réponses positives et négatives, puis une phase adaptative, dans laquelle l'algorithme d'IA déduit les seuils à partir d'un maillage fréquence/intensité, en s'appuyant sur des hypothèses physiologiques (par exemple : « plus un son est fort, plus il est audible »).

Ce modèle permet :

- Une estimation pseudo-continue du seuil auditif
- Un contrôle de la qualité des réponses
- Une capacité à détecter et gérer les incohérences (simulateurs, enfants, troubles cognitifs)
- Une incertitude mesurable, paramétrable, et surtout visible a posteriori.

RÉSULTATS CLINIQUES ET VALIDATION SCIENTIFIQUE

Plusieurs études menées en partenariat avec le CHU de Rennes et l'Institut de l'Audition ont permis de valider la solution. Sur un large éventail de patients, les résultats automatisés sont très proches de ceux obtenus manuellement, avec une précision lors de test-retest plus élevée grâce à une granularité au décibel près. En cas de réponse incohérente, le système détecte les zones douteuses et peut réajuster ou interrompre le test.

VERS UNE AUDIOMÉTRIE VOCALE AUTOMATISÉE

L'ambition ne s'arrête pas là : une version automatisée de l'audiométrie vocale a été développée, avec reconnaissance automatique des mots répétés, à l'échelle du phonème. Contrairement aux protocoles vocaux classiques à choix forcé, ici les listes sont ouvertes et les scores comparables aux audiométries vocales actuellement disponibles sur le marché. Les modèles ont été entraînés sur plus de 400 000 enregistrements de consultations réelles, grâce à une base de données constituée depuis 2011.

La reconnaissance atteint aujourd'hui une précision de 91 % au mot et 97 % au phonème – des performances proches de celles des praticiens (93 % de mots correctement annotés).

L'EFFORT D'ÉCOUTE : PROCHAINE FRONTIÈRE

Une nouvelle phase de recherche explore l'effort cognitif associé à l'écoute. Grâce à une collecte massive de données (pupillométrie, temps de réaction, intensité de la voix, etc.), le projet vise à quantifier l'effort fourni pour atteindre un score d'intelligibilité donné. Objectif : affiner et améliorer le diagnostic, notamment chez les patients « just-miss », en pré-appareillage ou en pré-implantation cochléaire par exemple.

UNE IA MÉDICALE... ET RÉGLEMENTAIRE

Contrairement à l'IA générative grand public, les dispositifs médicaux intégrant de l'intelligence artificielle sont strictement encadrés. En Europe, ils relèvent du **règlement MDR** (classe IIa). iAudiogram satisfait à plus de 100 normes techniques, éthiques et de cybersécurité. L'autorisation de mise sur le marché d'iAudiogram a nécessité plusieurs années de travail, validée en mars 2025.

Conclusion : L'intelligence artificielle, si elle est encadrée et maîtrisée, peut véritablement renforcer la qualité des diagnostics en audiologie. À travers **iAudiogram**, c'est un nouveau paradigme d'exploration fonctionnel de l'Audition qui s'ouvre, plus précis, plus traçable, mieux adapté aux contraintes cliniques et aux réalités de santé publique.



Pierre-Henri GAREL,

Support et Formation produit, Sonova.

Acousticien, responsable support et formation produit chez Sonova, Pierre-Henri Garel a présenté le rôle de l'Intelligence Artificielle dans les aides auditives Phonak avec comme objectif principal : améliorer la compréhension du patient.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE DANS LES AIDES AUDITIVES : DU PILOTAGE AUTOMATIQUE AU TRAITEMENT DU SIGNAL

Une étude menée entre septembre 2024 et février 2025 auprès de 122 patients équipés de Phonak Audéo Sphere en France montre que **93 % déclarent mieux comprendre dans le bruit grâce à l'intelligence artificielle**. Cet enjeu est central : la difficulté à suivre une conversation dans un environnement sonore complexe reste la plainte numéro un des personnes malentendantes.

Loin des fantasmes de science-fiction et de l'ordinateur HAL de Kubrick, l'intelligence artificielle a un rôle concret : faciliter l'écoute et améliorer la compréhension de la parole, en particulier dans le bruit. L'histoire de cette évolution illustre bien la manière dont la technologie peut s'intégrer pas à pas, jusqu'à transformer en profondeur l'expérience du porteur.

LES PREMIÈRES ÉTAPES : DE L'AUTOMATISATION À LA CONNECTIVITÉ

Chez Phonak, tout commence en 2000 avec **AutoSelect** : pour la première fois, une aide auditive analyse son environnement et choisit automatiquement entre un programme « calme » ou « bruit ». Ce fut une petite révolution, car jusqu'alors le patient devait basculer manuellement.

Les années suivantes voient s'enchaîner les avancées. En 2007, la plateforme **CORE / SoundFlow** permet de reconnaître et de mélanger jusqu'à **quatre environnements sonores**. En 2014, **AutoSense** élargit encore le spectre avec **sept environnements distincts**, offrant une gestion plus fluide des situations réelles.

Un nouveau tournant intervient en 2018 avec **la connectivité universelle** : les aides se connectent aux smartphones, tablettes ou téléviseurs, mais adaptent aussi automatiquement leurs réglages selon qu'il s'agit d'un appel, d'une émission ou de la musique. Cette intelligence différenciée illustre déjà une forme de machine learning appliqué.

En 2020, **AutoSense 4.0** franchit une étape supplémentaire grâce à l'intégration d'un **capteur de mouvement** : l'appareil ne se contente plus d'écouter l'environnement, il tient compte du comportement du porteur pour affiner la directivité. La même année apparaît **l'écouteur intelligent à évent piloté**, capable de s'ouvrir ou de se fermer automatiquement en fonction du contexte sonore. Enfin, en 2022, **AutoSense 5.0** introduit **la directivité adaptative**, ajustée en continu selon l'environnement. La dernière plateforme **Infinio**, en 2024, prolonge cette dynamique.

DU PILOTAGE AU TRAITEMENT DU SIGNAL

Jusqu'ici, l'IA servait surtout à **piloter** les traitements numériques : classification des environnements, sélection de programmes, ajustement de directivité. Nos appareils scannent l'environnement **700 fois par seconde** pour déterminer la meilleure configuration. Mais la question suivante s'impose : l'IA peut-elle aller plus loin et **traiter directement le signal sonore**, en séparant la parole du bruit en temps quasi réel ?

Le défi est immense. Un smartphone est environ **460 fois plus rapide** qu'une aide auditive et dispose de **6 000 fois plus de mémoire** et de **100 fois plus de capacité de batterie**. Reproduire un traitement digne d'un ordinateur dans un appareil logé derrière l'oreille impose une prouesse de **miniaturisation et d'efficacité énergétique**.

DEEPSONIC : LA PREMIÈRE PUCE NEURONALE EMBARQUÉE

Pour répondre à ce défi, Phonak a développé la puce **DeepSonic**, premier processeur neuronal spécifiquement conçu pour le **traitement du signal embarqué**. Elle réalise **7,7 milliards d'opérations par seconde**, grâce à **420 millions de transistors** et **4,5 millions de connexions neuronales**.

Son entraînement a reposé sur une base de **22 millions d'échantillons sonores** – soit l'équivalent de trois années d'enregistrements continus – intégrant voix masculines, féminines, enfantines, diverses langues et de multiples bruits de la vie réelle. Les modèles ont été évalués selon trois critères : la capacité à **séparer parole et bruit**, la **latence minimale** et la **sobriété énergétique**. Des évaluations humaines ont permis de calibrer le système, jusqu'à sélectionner le modèle le plus performant.

UNE DOUBLE PUCE AU SERVICE DE L'ÉCOUTE

Les aides **Audéo Sphere Infinio** reposent désormais sur une **architecture double** :

- une puce **ERA**, qui fait fonctionner l'appareil et l'AutoSense,
- une puce **DeepSonic**, dédiée à la séparation parole/bruit.

Dans un environnement complexe, par exemple un restaurant à **70-78 dB** avec un **RSB proche de 0 dB**, l'appareil détecte la situation et active DeepSonic. Celui-ci isole la parole et restitue une écoute claire, quel que soit l'angle d'arrivée du locuteur. Les études montrent que le patient a alors **deux fois plus de chances de comprendre dans le bruit et ce quelque soit la direction**. L'intérêt majeur est de dépasser la logique traditionnelle de directivité frontale : grâce à l'IA, la parole reste intelligible même dans une ambiance sonore multidirectionnelle.

UNE INNOVATION TOURNÉE VERS L'EXPÉRIENCE PATIENT

Ces résultats rappellent une évidence : la première attente des personnes appareillées est de **mieux comprendre dans le bruit**. L'IA n'est donc pas un gadget, mais une réponse à un besoin quotidien. Elle automatise, personnalise et réduit l'effort d'écoute, tout en laissant à l'audioprothésiste la possibilité de paramétrer et d'adapter les réglages.

En définitive, l'intelligence artificielle n'a pas vocation à se montrer, mais à **s'effacer** derrière l'expérience utilisateur. Son rôle est de rendre l'écoute plus naturelle, la parole plus accessible, et la vie quotidienne plus confortable. C'est dans ce sens que nous poursuivons nos recherches : transformer la puissance des réseaux neuronaux en bénéfices concrets pour chaque patient.



Mikael MENARD,

Docteur en acoustique et expert, Signia.

Porte-parole de Signia, Michael Ménard a expliqué l'utilisation de l'Intelligence Artificielle par la marque et son axe spécifique : utiliser l'IA pour aider l'audioprothésiste à trouver le réglage le plus adapté aux besoins du patient.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE AU SERVICE DU RÉGLAGE PERSONNALISÉ DES AIDES AUDITIVES

Depuis plusieurs années, nous voyons l'intelligence artificielle s'imposer dans de nombreux domaines. L'audioprothèse n'échappe pas à ce mouvement : la recherche et développement de tous les fabricants intègre désormais massivement ces nouvelles technologies. Chez WSA, groupe auquel appartient Signia, nous avons choisi d'explorer un axe spécifique : utiliser l'IA pour améliorer le **réglage personnalisé** des aides auditives.

DE LA SALLE DE CONSULTATION AU QUOTIDIEN DES PATIENTS

Traditionnellement, les ajustements d'un appareil auditif se font en laboratoire, lors du rendez-vous avec l'audioprothésiste. Celui-ci cherche à optimiser trois dimensions :

- la performance (mieux comprendre et mieux entendre),
- le confort,
- et la résolution de difficultés vécues dans le quotidien du patient.

Le problème est bien connu : le patient décrit une gêne après coup, avec des souvenirs parfois déformés, et l'audioprothésiste tente de transcrire ces explications en réglages précis. L'idéal serait de pouvoir **agir en temps réel**, au moment même où la difficulté est vécue, pour valider immédiatement si la modification est pertinente. Cela éviterait que l'appareil reste inutilisé pendant plusieurs jours ou semaines.

POURQUOI L'IA ?

On pourrait imaginer un tableau recensant chaque problème et sa solution correspondante. Mais en pratique, la variété des situations est quasi infinie : gêne liée à sa propre voix (trop forte, nasillarde, résonnante...), difficulté de compréhension dans le bruit, qualité du streaming, etc.

À cela s'ajoutent les paramètres propres à chaque patient : type de perte, adaptation, environnement sonore, réglages déjà effectués... Impossible d'anticiper tous les cas manuellement.

C'est précisément là que l'intelligence artificielle devient indispensable. Elle permet de croiser en temps réel toutes ces données pour proposer une **réponse individualisée**.

L'IA ASSISTANT DE WSA

Chez WSA, nous avons développé un système baptisé **IA Assistant** (ou Signia Assistant pour notre marque). Son rôle est clair : **aider le patient et l'audioprothésiste** à trouver rapidement le réglage le plus adapté.

Concrètement, il s'agit d'une application smartphone. Le patient dialogue avec l'IA sous forme de chat. Il décrit sa problématique, l'appareil transmet parallèlement des données (niveau sonore, type d'environnement, adaptation en cours, etc.), et le serveur d'IA propose alors une modification de réglage : ajustement du gain, de la compression par fréquence, traitement du signal...

Le patient peut valider, affiner ou rejeter la solution. L'IA apprend ainsi de chaque interaction et s'améliore au fil du temps. L'audioprothésiste, de son côté, garde la main : il consulte les modifications réalisées, les valide ou les ajuste, et définit toujours les limites d'action de l'IA.

LES RÉSULTATS OBSERVÉS

L'IA Assistant a été lancée en 2021. Trois ans plus tard, plusieurs études permettent de mesurer son efficacité.

- **Simplicité d'usage** : 85 % des patients trouvent l'interface facile et intuitive.
- **Amélioration ressentie** : 70 % des patients déclaraient en 2021 constater une amélioration grâce à l'IA ; ce taux est passé à 80 % en 2022.
- **Confiance accrue** : 70 % des utilisateurs disent se sentir plus rassurés en ayant cet outil à disposition.

Du côté des audioprothésistes :

- 90 % jugent l'interface simple pour leurs patients,
- 60 % estiment que l'IA les aide dans leur pratique, même si des réticences demeurent à « laisser la main » à un système automatisé.

Enfin, une étude comparative montre que, dans 100 % des cas testés, l'IA propose en première intention la même correction qu'un audioprothésiste. En seconde intention, la concordance atteint 80 %.

PERSPECTIVES

Ces résultats confirment que l'IA peut être un **véritable assistant**, et non un substitut, à l'expertise de l'audioprothésiste. Elle apporte une aide précieuse pour répondre rapidement aux problèmes du patient, tout en laissant au professionnel la responsabilité finale du suivi.

L'avenir est prometteur : la personnalisation en temps réel des réglages va s'affiner, l'adoption progressera, et d'autres applications de l'IA verront le jour dans l'audioprothèse.

Ce qui est sûr, c'est que nous ne faisons qu'entrer dans une nouvelle ère où **intelligence artificielle et expertise humaine travailleront main dans la main** pour améliorer le confort auditif des patients.

ET DEMAIN ?

L'Intelligence Artificielle fait désormais partie intégrante de notre quotidien, autant personnel que professionnel. La vraie question n'est plus de savoir si nous devons l'utiliser, mais quelle place nous souhaitons réellement lui accorder.

Les interventions du Colloque Scientifique Audio 2000 l'ont confirmé :
l'IA est un outil puissant, performant et également précieux en santé.
Elle optimise l'analyse, fluidifie les processus et enrichit la prise en charge.
Mais elle ne remplace pas, et ne remplacera pas, le professionnel de santé.
Car l'IA n'a de sens que sous le regard critique du professionnel de santé,
de l'humain, seul capable d'interpréter, de contextualiser
et d'assumer une décision clinique.

En otologie et en audioprothèse, l'IA s'impose comme un allié du quotidien.
Dans les aides auditives, elle améliore l'expérience utilisateur,
personnalise l'adaptation, renforce le confort d'écoute et facilite le suivi.
Un soutien réel, autant pour les audioprothésistes que pour les patients.

Mais cette évolution rapide ouvre déjà d'autres enjeux :
Comment garantir un usage éthique ? Quels contrôles mettre en place ?
Comment protéger la relation de soin ?

Autant de questions essentielles qui façonneront l'avenir
de l'IA dans nos pratiques.

Lors de la dernière édition du Colloque Scientifique Audio 2000,
un thème s'est imposé comme une évidence : **l'Intelligence Artificielle.**

Comment transforme-t-elle déjà notre pratique ?

Quelle place occupe-t-elle réellement dans notre quotidien clinique ?

Et surtout : jusqu'où sommes-nous prêts à la laisser aller ?

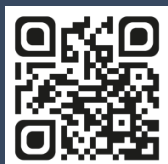
En otologie comme en audioprothèse, les applications se multiplient,
mêlant promesses concrètes, perspectives enthousiasmantes...

et interrogations légitimes. L'IA peut-elle un jour nous remplacer ?

Ou n'est-elle qu'un outil supplémentaire au service du patient et du spécialiste ?

Ces questions, et bien d'autres, ont nourri des échanges riches, animés
par des experts passionnés. Leurs interventions ont permis d'ouvrir le champ
des possibles, de confronter les points de vue et d'aider chaque professionnel
présent à prendre du recul sur cette révolution en marche.

Un moment clé pour saisir que l'IA n'est plus un concept futuriste :
elle fait désormais partie de notre pratique au quotidien.



FLASHEZ LE QR CODE
POUR ACCÉDER
À L'OBSERVATOIRE.

POUR RESTER EN VEILLE SUR LA SANTÉ AUDITIVE :

Rendez-vous sur l'Observatoire de la santé visuelle et auditive.
Chaque mois, cet observatoire donne la parole à des experts reconnus,
partage les résultats d'étude inédites et questionne sur les tendances
en santé.