

Revue de littérature : Les agnosies auditives

Pascal DERMOUCHERE

SAERA. School of Advanced Education Research and Accreditation

RESUME

Les agnosies auditives désignent l'incapacité à reconnaître ou interpréter des sons, malgré une audition normale (pas de surdité ou d'hypoacousie). Cette pathologie résulte d'une lésion cérébrale, généralement localisée dans les aires corticales auditives secondaires (lobe temporal, cortex auditif associatif), et non dans les voies auditives périphériques (cochlée, nerf auditif), Godefroy, O. (2018). Les agnosies auditives ne sont donc pas des surdités mais des anomalies de traitement de l'information sonore une fois celle-ci captée par les aires auditives cérébrales primaire et secondaire ; elles mettent donc en jeu des aires cérébrales associatives, voire sémantiques qui permettent normalement de décoder les sons pour les rendre compréhensibles tant textuellement qu'émotivement. Cette revue de littérature vise à synthétiser les principales données issues de la littérature clinique et neurofonctionnelle en abordant leurs définitions, leurs classifications, leurs bases neuroanatomiques, leurs étiologies, les méthodes diagnostiques et les implications théoriques. Les limites actuelles de la recherche et les perspectives seront également discutées.

Mots clés : *agnosie auditive, surdité verbale pure, phonagnosie, amusie, revue de littérature*

INTRODUCTION

Les agnosies auditives sont des troubles malgré une audition périphérique normale (trompes d'Eustache cohérentes, cochlée et nerfs vestibulocochléaires fonctionnels). Elles se situent au niveau des aires auditives cérébrales associatives ou des voies auditives centrales, au-delà du cortex auditif primaire. Dans le domaine auditif, ces troubles sont particulièrement rares et demeurent sous-diagnostiqués, en raison de leur proximité clinique avec les surdités périphériques, les aphasies et certains troubles cognitifs diffus.

Les agnosies auditives résultent de lésions affectant les voies auditives centrales et les régions corticales associatives impliquées dans l'analyse et l'interprétation des sons (Griffiths & Warren, 2004). Leur étude a permis d'éclairer l'organisation hiérarchique du système auditif et la spécialisation fonctionnelle des réseaux impliqués dans le traitement de la parole, des sons environnementaux et de la musique.

Le Contexte neurologique général relève des atteintes corticales auditives, le plus souvent bilatérales ou temporales (aires auditives associatives) souvent liées à des lésions acquises : AVC (souvent des artères cérébrales moyennes), traumatismes crâniens, encéphalites, tumeurs, dégénérescences progressives et peuvent aussi apparaître dans certaines maladies neurodégénératives de type variante logopédique de l'aphasie primaire progressive, Alzheimer atypique.

Etudier les agnosies auditives est essentiel pour mieux comprendre le fonctionnement du cerveau, affiner les diagnostics, proposer des rééducations efficaces et progresser en neurosciences.

Les enjeux pour la recherche sont de mieux comprendre l'organisation cérébrale de l'audition par une clarification du cerveau par traitement et qu'elle donne un sens aux sons (parole, musique, bruits environnementaux), par un affinement des modèles de hiérarchie auditive (aires primaires vs associatives, réseaux bilatéraux) et une étude des mécanismes de spécialisation hémisphérique (gauche pour le verbal, droit pour musique et sons complexes). Ainsi l'affinement de la classification des agnosies auditives par le débat nosologique affirment les frontières entre agnosie auditive, aphasie, amusia, prosopagnosie vocale (phonagnosie). Une meilleure distinction des formes : verbale, non verbale et globale ainsi que de comprendre les formes développementales et les formes acquises. L'amélioration des outils d'évaluation scientifique permettraient de développer des batteries standardisées et validées pour la reconnaissance de sons, la reconnaissance de voix et la reconnaissance musicale.

S'aider de l'imagerie pour préciser les corrélats neuroanatomiques afin d'étudier la plasticité et la récupération afin d'étudier les facteurs pronostiques, explorer l'effet des nouvelles technologies et améliorer le diagnostic.

A ce jour, les agnosies auditives restent peu connues et souvent sous-diagnostiquées. La prise en charge est complexe avec peu de protocoles validés scientifiquement. Difficile entre spécialistes de diagnostiquer, d'adapter une rééducation selon le type d'agnosie. La question est peut-on réellement reconnaître les sons ?

L'objectif de cette revue narrative est de proposer une synthèse critique de la littérature portant sur les agnosies auditives, en mettant en évidence les convergences et divergences conceptuelles, cliniques et neurofonctionnelles.

Méthodologie de la revue

Cette revue narrative s'appuie sur une analyse qualitative de la littérature internationale publiée principalement en anglais et en français. Les articles ont été identifiés à partir de bases de données telles que PubMed, PsycINFO et ScienceDirect, à l'aide des mots-clés suivants : *auditory agnosia*, *pure word deafness*, *phonagnosia*, *amusia* et *central auditory disorders*.

Ont été inclus :

- Des articles de revue,
- Des études de cas cliniques détaillées,
- Des travaux en neuroimagerie fonctionnelle,
- Des chapitres d'ouvrages de référence.

Les études portant exclusivement sur les surdités périphériques ou les troubles auditifs développementaux sans lésion cérébrale acquise ont été exclues. Aucune restriction stricte de date de publication n'a été appliquée afin d'inclure les travaux fondateurs et les contributions récentes.

Une définition et classification des agnosies auditives sera décrites, les mécanismes neuroanatomiques et cognitifs permettront d'exposer les aires cérébrales, les modèles cognitifs et certaines études de cas. Les outils d'évaluation seront cités ainsi que la prise en charge et la rééducation.

La synthèse des connaissances dans le chapitre résultats permettront de connaître les points de convergence et divergences de la littérature, les limites des études actuelles, les perspectives de recherche et les implications cliniques.

La conclusion se portera sur le rappel des objectifs et l'ouverture de la recherche et de la clinique dans ce domaine.

Cadre conceptuel et définition des agnosies auditives

Les agnosies auditives selon (Miceli & Caccia, 2023) seraient des troubles de la reconnaissance des sons qui ne peuvent être attribués à un déficit auditif périphérique, à une aphasie globale ou à un trouble attentionnel majeur. Elles se distinguent des surdités centrales globales, dans lesquelles la perception sonore elle-même est altérée.

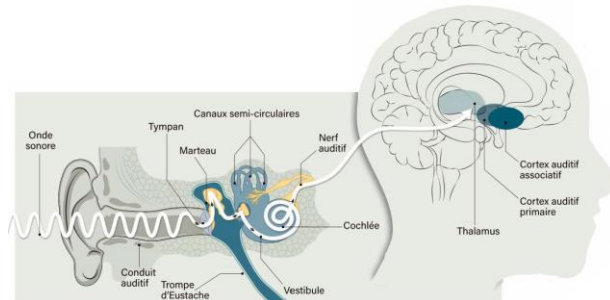
L'agnosie est un trouble de la reconnaissance qui peut affecter n'importe quel sens comme la vue, l'ouïe ou encore le toucher lorsque le trouble de la reconnaissance affecte la vue, on parle d'agnosie visuelle. Cela peut empêcher la personne de reconnaître des objets ou des visages. Lorsque le trouble de la reconnaissance affecte l'ouïe, on parle plutôt d'agnosie auditive. Dans ce cas, elle peut empêcher la personne de reconnaître des sons ou des voix. Lorsque le trouble de la reconnaissance affecte le toucher, on parle d'agnosie tactile. Dans ce cas, elle peut empêcher la personne de reconnaître des objets, des textures ou des formes par simple palpation.

Différents types d'agnosie existent selon la modalité sensorielle qui est affectée. L'agnosie n'est donc pas causée par un problème se situant au niveau des organes sensoriels (la personne agnosique perçoit toujours les différents stimuli que ce soit par la vue, le toucher, l'ouïe, l'odorat ou encore le goût) mais bien par une lésion se situant au sein du cerveau : la personne agnosique ne parvient plus à traiter les informations sensorielles perçues.

L'analyse d'un son commence à sa source : Que ce soient les cordes vocales d'un interlocuteur ou votre casque audio, celle-ci produit une onde sonore, qui atteint votre oreille et parcourt votre conduit auditif externe. Elle arrive ensuite au niveau des voies auditives périphériques, notamment la cochlée. C'est à

cette étape cruciale que la stimulation acoustique devient un message nerveux, notamment grâce au tympan et à la vibration des cellules ciliées associatives qui perçoivent le son et l'analysent, en le classant.

FIGURE 1.
Le schéma auditif

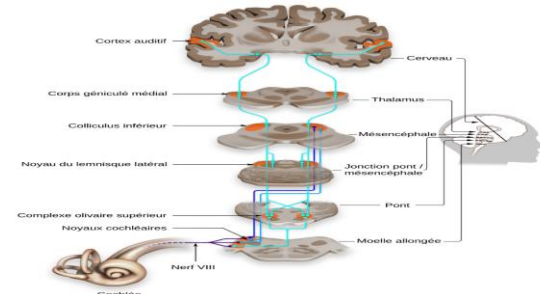


<https://www.neuroetpsycho.fr>

L'analyse d'un son débute à sa source, qu'il provienne des cordes vocales d'un interlocuteur ou d'un casque audio, cette source génère une onde sonore. Celle-ci se propage jusqu'à votre oreille, traverse le conduit auditif externe, puis atteint les voies auditives périphériques, notamment la cochlée. À ce stade clé, la stimulation acoustique est transformée en signal nerveux, grâce à la vibration du tympan, des osselets et des cellules ciliées. Ces dernières perçoivent le son et commence une analyse.

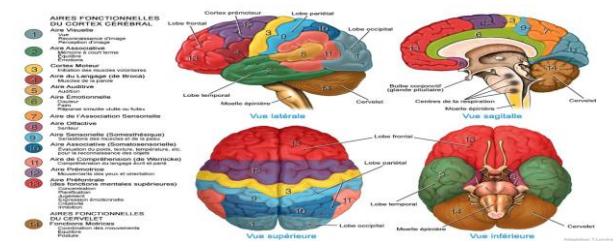
Le message nerveux emprunte ensuite le tronc cérébral pour gagner une zone spécifique du cerveau : le complexe thalamo-cortical. Il atteint enfin les aires auditives primaires, où le son est interprété et traité.

FIGURE 2.
La voie centrale ou voie auditive



<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/animaux/systeme-nerveux-et-systeme-hormonal/le-traitement-des-sons-par-le-systeme>

FIGURE 3 :
Les aires fonctionnelles par le cortex auditif



https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.louis-marchand.fr%2F2014%2F10%2F15%2Fsciences-cognitives-la-grande-importance-de-linterconnexion-entre-la-communication-ecrite-et-la-communication-verbale%2F&psig=AOvVaw0D2UwC2mXQdley_s0zdhLDr&ust=1762955455954000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBUQjRxqFwoTCNjap4uf6pADFQAAAAAdAAAAABAE

Le parcours simplifié pourrait se résumer ainsi : l'onde sonore est captée puis entre en résonance dans le conduit auditif puis arrive au tympan. Amplifié par les trois osselets, codifié par la cochlée puis la voie auditive et le traitement de la voie auditive et du tronc, le complexe thalamo-cortical et la correspondance et son traitement par les aires auditives primaires. Dans certaines situations, les mécanismes attentionnels peuvent être submergés, entraînant une perte de contrôle sur l'amygdale, structure impliquée dans la gestion des émotions et des réactions de

défense.

La littérature propose une distinction entre formes aperceptives et associatives, bien que cette dichotomie demeure débattue. Les formes aperceptives impliqueraient un déficit dans l'analyse des caractéristiques acoustiques, tandis que les formes associatives refléteraient une rupture entre la perception intacte et l'accès aux représentations sémantiques auditives (Vignolo, 1982).

La classification actuelle des agnosies auditives :

La surdité verbale pure ou agnosie verbale est caractérisée par une altération sélective de la compréhension de la parole orale, alors que les autres modalités linguistiques restent relativement préservées (Auerbach et al., 1982). Les patients décrivent souvent la parole comme un bruit indistinct ou une langue étrangère. Le patient n'arrive à saisir qu'une partie du sens des mots et il cherche à deviner ce qu'on lui dit. L'absence de clarté et d'évidence de l'information crée un inconfort psychologique, et comme une personne devenue sourde, le patient a tendance à faire répéter le message. Le trouble de décodage des signifiants retentit sur l'expression qui devient hésitante et imprécise avec des répétitions de mots et des paraphrasies phonémiques plus ou moins nombreuses. Au cours de la conversation, l'aphasique est tenté d'écrire, mais le résultat n'est pas concluant.

Les données cliniques suggèrent que ce trouble résulte fréquemment de lésions bilatérales des régions temporales supérieures ou de déconnexions entre les aires auditives primaires et les régions périsylviennes du langage (Buchman et al., 1986). Plusieurs auteurs ont proposé qu'un déficit du traitement temporel rapide constitue un mécanisme central sous-jacent (Tallal, 2004).

L'agnosie auditive non verbale, également appelée agnosie environnementale, se manifeste par une incapacité à reconnaître les sons non linguistiques de l'environnement, tels que les bruits d'objets ou de phénomènes naturels (Engelien et al., 1995). L'agnosie auditive non verbale est représentée par la difficulté à reconnaître les sons non verbaux, tels que les bruits environnementaux ou la musique. Cette dissociation fonctionnelle entre sons verbaux et non verbaux a conduit à l'hypothèse d'une spécialisation hémisphérique, l'hémisphère droit jouant un rôle prépondérant dans le traitement des sons environnementaux complexes (Griffiths et al., 1999).

L'amusie acquise ou agnosie musicale (amusia) est considérée par plusieurs auteurs comme une forme spécifique d'agnosie auditive affectant la reconnaissance et la structuration de la musique (Peretz & Zatorre, 2005). Elle peut concerner la mélodie, le rythme ou l'harmonie, selon la localisation et l'étendue des lésions. Les études en neuroimagerie ont mis en évidence l'implication des régions temporales droites, ainsi que des réseaux fronto-temporaux bilatéraux, dans le traitement musical.

La phonagnosie correspond à un déficit sélectif de la reconnaissance des voix familières, indépendamment de la compréhension du contenu verbal (Van Lancker & Kreiman, 1987). Ce trouble met en évidence l'existence de mécanismes spécialisés pour l'identification de l'identité vocale. Les lésions associées à la phonagnosie sont généralement localisées dans le sillon temporal supérieur droit et les régions temporales antérieures, impliquées dans la cognition sociale auditive (Belin et al., 2004).

Dans les formes les plus sévères appelées formes globales sont des formes de sons qui sont difficiles à reconnaître ou même à répondre de manière adaptée

Les critères de diagnostics sont mise en évidence par des tests spécialisés. Le diagnostic repose sur le bilan neuropsychologique et orthophonique standardisé par des tests de reconnaissance de sons de l'environnement, des tests de reconnaissance de voix, tests de perception et reconnaissance musicale, des Tests de compréhension orale vs écrite et des tâches de discrimination sonore (même/différent, durée, intensité, fréquence) pour distinguer déficit perceptif simple d'un déficit de reconnaissance afin de démontrer que le son est détecté mais non identifié et non compris.

Bases neuroanatomiques et modèles théoriques

Les données issues des études lésionnelles et de neuroimagerie soutiennent un modèle hiérarchique et distribué du traitement auditif. Le cortex auditif primaire assure l'analyse acoustique élémentaire, tandis que les régions auditives associatives participent à l'intégration perceptive et sémantique des sons (Griffiths & Warren, 2002).

Un modèle en deux voies a été proposé, distinguant une voie ventrale impliquée dans l'identification des sons et une voie dorsale impliquée dans le traitement spatio-temporel et sensorimoteur (Rauschecker & Scott, 2009). Les agnosies auditives résulteraient principalement d'atteintes de la voie ventrale.

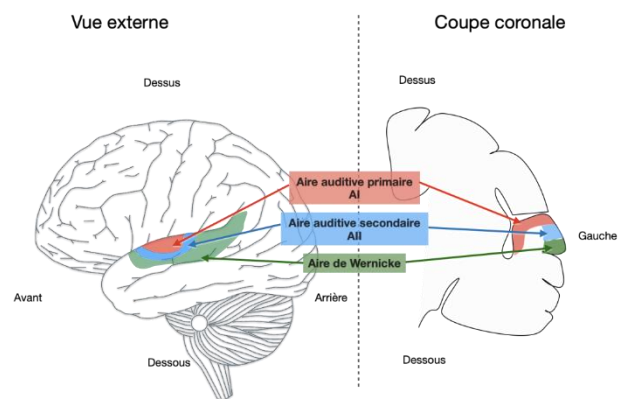
Les agnosies auditives résultent d'atteintes des régions corticales impliquées dans le traitement et la reconnaissance des sons, principalement au niveau des lobes temporaux. Selon le type d'agnosie (verbale, non verbale, globale), certaines aires sont plus spécifiquement impliquées.

Les aires cérébrales principales impliquées sont le cortex auditif primaire qui est localisé dans les gyrus temporaux supérieurs (gyrus de Heschl). Une des fonctions connus est

d'assurer la détection des sons. Ce cortex est rarement seul responsable d'une agnosie, mais souvent concerné dans des lésions bilatérales importantes.

Le cortex auditif secondaire et associatif qui est localisé principalement dans le gyrus temporal supérieur, dans les aires auditives associatives du lobe temporal et le planum temporal. Son rôle est l'analyse complexe des sons, l'intégration et identification des informations auditives et donne accès à la signification des sons.

FIGURE 4 :
Le cortex auditif par son anatomie



<https://vieterre.fr/1ere-enseignements-scientifiques/theme-4-son-et-musique-porteurs-dinformation/cours-entendre-la-musique/>

En fonction du type d'agnosie :

Agnosie auditive verbale (surdité verbale pure), les aires impliquées sont repérées par des liaisons souvent bilatérales temporales supérieures ou atteinte unilatérale gauche avec déconnexion interhémisphérique ou une atteinte du planum temporale et de régions péri sylviennes ou de la voie ventrale du langage. Les conséquences sont que la parole est entendue mais non comprise mais que la compréhension écrite et production orale souvent préservées.

Les agnosies auditives non verbale impliquent les aires du lobe temporal droit dominant, le cortex auditif associatif droit et les réseaux de reconnaissance des sons de l'environnement. La conséquence est la difficulté à reconnaître les bruits de l'environnement (téléphone, klaxon, animaux). Cela peut inclure l'amusia qui est une atteinte des réseaux auditivo-musico-perceptifs droits. L'amusia en formes perceptives aux aires impliquées temporales droites supérieures, les réseaux fronto-temporaux droits et les aires impliquées dans traitement du pitch et du rythme.

L'Agnosie auditive globale implique les aires bilatérales étendues temporales supérieures par une atteinte à la fois des réseaux de la parole et des sons non verbaux. Les conséquences sont la non-reconnaissance de la parole, de la musique et des bruits environnementaux.

Les hémisphères ont des spécialisations fonctionnelles par l'hémisphère gauche qui apporte le traitement rapide et temporel et le langage. Par l'hémisphère droit qui apporte le traitement spectral et mélodique. La musique et les sons complexe non verbaux.

Les modèles cognitifs du traitement de l'information distinguent deux grands types de processus : le traitement ascendant (*Bottom-up*) et le traitement descendant (*top-down*). Ces deux approches expliquent comment le cerveau perçoit, interprète et réagit aux stimuli sensoriels, comme les sons, les images ou les informations linguistiques. Le traitement ascendant (ou *Bottom-up*) est un processus basé sur les données sensorielles. Il part des stimuli externes comme les sons ou lumières pour construire une perception ou une reconnaissance, sans influence préalable des connaissances ou des attentes. Les mécanismes sont l'analyse sensorielle qui par le cerveau traite d'abord les propriétés physiques du stimulus comme la fréquence, l'amplitude, le timbre pour un son. Pour la

vision : couleurs, formes, mouvements et pour l'audition : hauteur, timbre, rythme.

Le traitement hiérarchique se décrit ainsi, les informations sont transmises des aires sensorielles primaires (ex. : cortex auditif primaire) vers des aires associatives (ex. : cortex temporal). Chaque niveau ajoute une complexité à la perception comme la reconnaissance d'un motif mélodique après avoir traité les notes individuelles). Le rôle dans la perception est de permettre de détecter des changements rapides dans l'environnement comme un bruit soudain et essentiel pour les réflexes et les réactions automatiques comme sursauter à un son fort. Les limites étant que cela ne tient pas compte du contexte ou des attentes comme la confusion entre deux sons similaires en l'absence d'indices contextuels. Quelques exemples seraient pour l'audition de reconnaître une note de piano comme un *La* grâce à sa fréquence (440 Hz) ou de détecter un mot dans une langue inconnue en se basant uniquement sur les phonèmes. Dans la vision de voir un objet rouge et rond et le reconnaître comme une pomme sans savoir que c'est un fruit.

Les bases neurales sont les aires sensorielles primaires dont le cortex auditif primaire (gyrus temporal supérieur) pour les sons et le cortex visuel primaire (lobe occipital) pour les images. Les voies ascendantes sont la transmission de l'information des récepteurs sensoriels (oreille, œil) vers le cerveau.

Le traitement descendant (ou *top-down*) est un processus basé sur les connaissances, les attentes et le contexte. Il utilise les informations stockées en mémoire (expériences passées, langage, culture) pour interpréter les stimuli sensoriels comme reconnaître une mélodie familière dès les premières notes grâce à la mémoire, même si le son est de mauvaise qualité. Les mécanismes sont l'influence des attentes par le cerveau anticipe ce qu'il va percevoir en fonction du contexte comme entendre "pain" au lieu de "main" dans une

boulangerie). Son utilisation de la mémoire par activation des représentations mentales stockées comme reconnaître un visage grâce à des souvenirs. Le traitement global avant local par le cerveau identifie d'abord la structure globale. Une phrase est entendue avant d'analyser chaque mot serait une image. Le rôle dans la perception est l'interprétation contextuelle qui permet de compléter ou corriger les informations sensorielles ambiguës comme comprendre une phrase dans un environnement bruyant. L'efficacité cognitive permet de : réduire la charge de traitement en utilisant des schémas et les limites (ex. : reconnaître une chanson sans écouter tous les instruments) et les limites peuvent conduire à des illusions ou des biais.

Quelques exemples concrets seraient de comprendre une phrase dans une langue maternelle même si certains mots sont inaudibles ou de reconnaître une voix familière au téléphone malgré un mauvais signal.

Les agnosies associatives sont liées à un dysfonctionnement du traitement descendant.

Les Aires associatives sont le cortex préfrontal (attentes, mémoire de travail) et le cortex temporal (mémoire sémantique). Les voies descendantes sont des connexions des aires frontales et temporales vers les aires sensorielles primaires.

Les outils d'évaluations reconnus, la prise en charge et les rééducations possibles :

L'imagerie par IRM et IRMf qui montrent des lésions corticales temporales supérieures par des atteintes bilatérales fréquentes dans surdité verbale pure et une implication des réseaux de connectivité (faisceau arqué, corps calleux).

Les tests de reconnaissance de sons environnementaux et les tests de discrimination phonémique sont des outils clés en

neuropsychologie et en orthophonie pour évaluer les troubles auditifs centraux, comme les agnosies auditives.

La complémentarité entre les deux processus collabore en permanence pour une perception optimale comme écouter de la musique dans un café bruyant. Le processus Bottom-up permet de détecter les fréquences et le rythme de la musique et le processus top-down permet d'utiliser la mémoire pour reconnaître la chanson malgré le bruit ambiant. Le Bottom-up permet l'analyse des phonèmes et des syllabes et le top-down, l'utilisation du contexte sémantique pour comprendre une phrase ambiguë. En lecture, le Bottom-up permet la reconnaissance des lettres et des mots et le top-down apporte la compréhension du texte grâce à la grammaire et au contexte.

Les applications cliniques en rééducation orthophonique pour les agnosies auditives sont de combiner des exercices de discrimination phonémique (Bottom-up) et des indices contextuels (top-down). En neuropsychologie d'évaluer si un trouble est d   à un déficit sensoriel (Bottom-up) ou cognitif (top-down).

Les troubles liés à chaque processus pour une agnosie perceptive affecte le Bottom-up qui est une incapacité à reconnaître un stimulus malgré des sensations normales. Pour une agnosie associative, le processus top-down est l'incapacité à associer à sa signification.

En orthophonie, la rééducation des agnosies auditives du Bottom-up par des exercices de discrimination de sons (ex. : /ba/ vs. /da/) et le top-down par l'utilisation de phrases ou de chansons familières pour faciliter la reconnaissance.

Les outils possibles en design et ergonomie serait une interfaces utilisateur pour le Bottom-up par une utilisation des icônes simples et distinctes et le top-down afin d'ajouter des étiquettes textuelles pour activer la mémoire sémantique. L'outil possible en intelligence

artificielle serait l'intelligence artificielle par l'intelligence artificielle par reconnaissance vocale qui utiliserait le Bottom-up pour l'analyse des fréquences sonores et le top-down pour l'utilisation de modèles de langage pour prédire les mots suivants.

Voici une explication détaillée de chaque type de test, leur objectif, leur déroulement, et leur utilité clinique.

Les tests de reconnaissance de sons environnementaux visent à évaluer la capacité d'un patient à identifier et reconnaître des sons non verbaux (bruits de la vie quotidienne). Ils permettent de détecter une agnosie auditive non verbale, c'est-à-dire une incapacité à reconnaître des sons familiers malgré une audition normale. Les types de sons testés par des sons environnementaux variés et peuvent inclure des sons naturels comme les chants d'oiseaux, bruit de la pluie, vagues. Des sons domestiques comme une sonnerie de téléphone, klaxon, aboiement, porte qui claque. Des sons mécaniques comme un moteur de voiture, machine à laver, clavier d'ordinateur. Des sons humains comme des Rires, toux et applaudissements.

Le déroulement du test est généralement auditif : le patient écoute une série de sons enregistrés. Les sons sont présentés un par un, avec un intervalle de quelques secondes entre chaque. Le patient doit nommer le son ou choisir la bonne réponse parmi plusieurs options (klaxon, une cloche ou un sifflet ?).

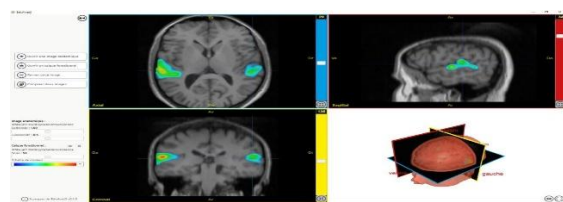
Quelques exemples de tests standardisés :

- Environmental Sound Recognition Test (ESRT) développé pour évaluer la reconnaissance de sons environnementaux. Il comprend 30 à 50 sons courants. Le patient doit identifier chaque son oralement ou par écrit.

- Batterie d'évaluation des agnosies auditives (BEAA) qui inclut des sous-tests de reconnaissance de sons et de bruits et est utilisée en France et en Europe. Par un score de reconnaissance, un pourcentage de sons correctement identifiés avec une analyse des erreurs par confusions entre sons similaires (ex. : klaxon et alarme) avec incapacité totale à reconnaître un son. L'interprétation des résultats est un résultat normal quand la reconnaissance correcte de 80 à 100 % des sons. Les résultats pathologiques sont un score < 70 % : Suggère une agnosie auditive non verbale. Des erreurs spécifiques (ex. : confusion entre sons de même catégorie peut indiquer une lésion dans une zone cérébrale précise comme le cortex temporal droit pour les sons musicaux. Les Diagnostic différentiel permettent d'exclure une surdité (test audiométrique normal) et de distinguer de l'aphasie ou de la démence. L'utilité clinique permet de confirmer une agnosie auditive non verbale.

La localisation des lésions permet d'aider à identifier les zones cérébrales atteintes quant à la planification de la rééducation, elle permet de cibler les sons problématiques pour la thérapie.

FIGURE 5.
L'imagerie au service des aires auditives



<https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/?p=1266>

L'IRMf de cette image avec un seuil de 50, le seuil préconisé de 70 ayant tendance à quasiment masquer l'activité de l'hémisphère droit démontre une activation du cortex auditif,

situé sur la partie supérieure du lobe temporal. Une IRM anatomique et une IRM fonctionnelle obtenues par le protocole suivant : le sujet est exposé alternativement à des sons bisyllabiques (60 par minute, dépourvus de sens) et à des périodes de silence. L'IRM fonctionnelle obtenue montre les aires cérébrales davantage activées durant les périodes d'exposition aux sons bisyllabiques.

Les Tests de discrimination phonémique ont pour objectif d'évaluer la capacité à distinguer les sons du langage (phonèmes), Ils sont utilisés pour détecter une agnosie verbale auditive ou des troubles de traitement phonologique. Ces tests portent sur des contrastes phonémiques en français (ou dans la langue du patient) :

TABLEAU N° 1.
Les oppositions en langue Française

Catégorie	Type	Exemples d'oppositions	Mots minimaux (exemples)
Consonnes	Occlusives	/p/ vs. /b/ /t/ vs. /d/	"pou" vs. "bou" "tare" vs. "dare"
	Fricatives	/s/ vs. /ʃ/ (ch) /f/ vs. /v/	"sac" vs. "chac" (ex. : "chat") "fou" vs. "vou" (ex. : "voux")
Voyelles	Fermées/Ouvertes	/i/ vs. /y/ (u) /ɛ/ (è) vs. /e/ (é)	"lit" vs. "lu" "père" vs. "paire"
Syllabes	Mots minimaux	Syllabes identiques avec une consonne différente	"ami" vs. "arme"

Par un test auditif, le patient écoute des paires de sons ou de mots dont les tâches sont la discrimination, identification et la répétition.

Quelques exemples de tests standardisés comme le test de discrimination phonémique, la batterie d'évaluation des troubles aphasiques et le test de répétition de non-mots. L'utilité clinique permet de confirmer une agnosie verbale auditive et d'évaluer l'étendue d'une aphasie ou d'une dysphasie. La rééducation permet de cibler les phonèmes problématiques pour des exercices de discrimination.

Un exemple de protocole clinique pour un patient suspecté pourrait inclure :

- Un audiogramme.
- Un Test de reconnaissance de sons environnementaux (ESRT).
- Un test de discrimination phonémique (TDP).
- Une IRM cérébrale.
- Un bilan orthophonique parfois compléter par des tests de langage si nécessaire.

Étiologies et présentation clinique

Les principales étiologies des agnosies auditives rapportées dans la littérature incluent les accidents vasculaires cérébraux, les traumatismes crâniens, les encéphalites (notamment herpétiques) et les lésions tumorales (Miceli & Caccia, 2023).

Cliniquement, les tableaux sont souvent complexes et associés à d'autres déficits cognitifs, ce qui rend l'identification de formes pures exceptionnelle.

Les prises en charge spécifiques en rééducation orthophonique ont pour objectifs d'améliorer la discrimination auditive et la reconnaissance des sons et de stimuler la plasticité cérébrale pour compenser les zones

lésées. Les méthodes sont des exercices de discrimination, l'utilisation de logiciels comme *Earobics* par des exercices interactifs de discrimination auditive et *fast ForWord* qui est un programme pour améliorer le traitement temporel des sons. La thérapie par la musique pour les agnosies musicales, utiliser des exercices de reconnaissance de mélodies ou d'instruments. Quelques exemples de séance par l'écoute active. Le patient écoute un son et doit le décrire ou l'associer à une image. La répétition et feedback : Correction immédiate pour renforcer les connexions neuronales.

Les Thérapies cognitives et comportementales ont pour objectifs d'utiliser les capacités préservées pour compenser les déficits et d'améliorer l'attention auditive et la mémoire de travail. Les méthodes sont les stratégies de compensation par indices visuels : Associer un son à une image (ex. : image d'un chien pour le son "aboïement"), le contexte sémantique : Utiliser des phrases pour faciliter la reconnaissance des mots (ex. : "Le chat miaule" pour identifier le son), l'entraînement attentionnel avec des exercices pour focaliser l'attention sur des sons cibles dans un environnement bruyant. La thérapie par réalité virtuelle pour stimuler des environnements sonores pour entraîner la reconnaissance en contexte réel.

Les aides technologiques ont pour objectifs d'amplifier ou modifier les sons pour les rendre plus accessibles avec des outils comme les prothèses auditives intelligentes comme les appareils amplifiant les fréquences spécifiques déficitaires (les aides auditives avec réduction de bruit pour les agnosies verbales), des applications mobiles comme *Sound Recognition Apps* pour entraîner la reconnaissance de sons environnementaux et *speech Therapy Apps* qui sont des exercices de discrimination phonémique.

Les systèmes d'alerte visuelle permettent de remplacer les sons par des signaux lumineux (flash pour une sonnette, système LISA).

Les Prises en charge psychologique et sociale ont pour but de réduire l'anxiété liée au trouble et d'améliorer la qualité de vie et l'autonomie. Les méthodes sont les Thérapies cognitivo-comportementales (TCC) qui gèrent le stress et les frustrations liées aux difficultés auditives. Les groupes de soutien par des échanges avec d'autres patients ou familles pour partager des stratégies ainsi que l'éducation des proches afin de former l'entourage à communiquer efficacement comme parler lentement, utiliser des gestes appropriés.

Les approches pharmacologiques n'ont pas de traitement médicamenteux spécifique pour les agnosies auditives. Les médicaments associés quand l'agnosie est liée à une maladie neurodégénérative (ex. : Alzheimer), des traitements symptomatiques peuvent être proposés (ex. : inhibiteurs de la cholinestérase), les antidépresseurs ou anxiolytiques si le patient développe une dépression réactionnelle. Un exemple de protocole de rééducation (cas clinique) serait un homme de 55 ans avec agnosie auditive non verbale post-AVC (lésion temporale droite) avec pour objectifs d'améliorer la reconnaissance des sons environnementaux et d'utiliser des stratégies compensatoires pour les activités quotidiennes.

Le protocole serait deux séances d'orthophonie avec des exercices de discrimination : Sons de klaxon, sonnette, pas. Des associations son-image : Le patient écoute un son et pointe l'image correspondante avec pour aide technologique une application mobile pour entraîner la reconnaissance de sons à domicile, un système d'alerte visuelle pour la sonnette de la porte. En stratégies compensatoires, une liste écrite des sons courants avec leur signification (ex. : "klaxon = danger"), une formation de la famille pour utiliser des signaux visuels en complément des sons.

Tous les 3 mois, une réévaluation avec le test ESRT et ajustement du protocole.

Les pronostics et facteurs de réussite s'améliorent quand la prise en charge précoce (dans les 6 mois post-lésion), la motivation du patient et implication de l'entourage est omniprésente et quand la plasticité cérébrale est intacte (jeune âge, absence de lésions étendues).

Les facteurs limitants sont les lésions bilatérales ou étendues avec des troubles associés comme l'aphasie ou les troubles mnésiques).

Les innovations et recherches futures sont le Neurofeedback par entraînement cérébral pour renforcer l'activité des zones auditives préservées, la stimulation magnétique transcrânienne (rTMS) qui stimule les aires cérébrales sous-actives pour améliorer la reconnaissance. L'intelligence artificielle pour le développement d'applications personnalisées pour la rééducation.

Résultats : discussion de la littérature

La littérature sur les agnosies auditives repose largement sur des études de cas et des séries cliniques de petite taille, limitant la généralisation des modèles proposés. La diversité des outils d'évaluation et l'absence de critères diagnostiques standardisés constituent également des limites importantes. Néanmoins, ces troubles offrent un cadre théorique riche pour explorer la spécialisation fonctionnelle du système auditif humain.

La plasticité cérébrale et récupération sont démontrées par les mécanismes de plasticité cérébrale permettant une récupération partielle ou totale, surtout après un AVC (Flamand & Paillou, 2021). Les thérapies basées sur la musique (ex. : écoute quotidienne de mélodies) améliorent la mémoire verbale et l'attention chez les patients cérébrolésés (Särkämö et al., 2008). Un exemple clinique serait un patient présentant une agnosie auditive non verbale

après un AVC temporal droit peut récupérer partiellement sa capacité à reconnaître des sons environnementaux grâce à la réorganisation des réseaux neuronaux (Flamand & Paillou, 2021). Des questions se posent sur le recrutement de zones homologues comme l'hémisphère controlatéral qui peut prendre en charge certaines fonctions normalement dévolues à l'hémisphère droit. Le renforcement des connexions résiduelles qui par les voies neuronales partiellement préservées peuvent être stimulées par la rééducation (ex. : exercices de discrimination auditive). La neurogenèse et synaptogenèse, bien que limitée chez l'adulte, la formation de nouvelles synapses ou la modification de l'efficacité synaptique (plasticité synaptique) joue un rôle dans la récupération (Nudo, 2006).

Les acteurs influençant la récupération sont nombreux en modulant la plasticité cérébrale et l'efficacité de la rééducation :

- Âge : Les jeunes patients (enfants, adolescents) présentent une plasticité plus marquée que les adultes ou les personnes âgées (Johnston, 2009).
- Localisation et étendue des lésions : Les lésions focales (ex. : infarctus limité au gyrus temporal supérieur) ont un meilleur pronostic que les lésions diffuses ou bilatérales.
- Précocité de la prise en charge : Une rééducation initiée dans les 6 premiers mois post-lésion maximise les chances de récupération (Kleinman & Golan, 2016).
- Motivation et engagement du patient : La participation active aux exercices de rééducation (ex. : logiciels d'entraînement auditif) est cruciale pour stimuler la plasticité (Ward, 2017).

Le rôle de la rééducation dans la plasticité par les thérapies basées sur la stimulation auditive

(écoute de sons environnementaux, exercices de discrimination phonémique) active les mécanismes de plasticité, par l'entraînement intensif. Des séances quotidiennes de 30 à 60 minutes améliorent la reconnaissance des sons chez 50 % des patients (Flamand & Paillou, 2021), l'utilisation de la musique par l'écoute de mélodies familières stimule les réseaux auditifs et favorise la récupération de la mémoire verbale et de l'attention (Särkämö et al., 2008). Le neurofeedback par cette technique qui permet aux patients de visualiser leur activité cérébrale (via EEG) et d'apprendre à moduler volontairement l'activation des zones auditives (Gruzelier, 2014).

Les agnosies auditives questionnent l'hypothèse d'une organisation modulaire du cerveau, selon laquelle certaines fonctions cognitives (ex. : reconnaissance de la parole, de la musique, des sons environnementaux) seraient traitées par des modules spécialisés et indépendants. Les arguments en faveur de la modularité sont la dissociation clinique. Certains patients présentent une amusie pure (incapacité à reconnaître la musique) sans trouble de la parole ou des sons environnementaux, suggérant l'existence de modules distincts (Peretz, 2001). Les études en neuro-imagerie : L'IRM fonctionnelle montre que la reconnaissance de la parole active principalement l'hémisphère gauche, tandis que la musique active davantage l'hémisphère droit (Zatorre et al., 2002). Les modèles cognitifs comme le modèle à double voie de Hickok et Poeppel (2007) propose deux réseaux cérébraux pour le traitement de la parole. La voie ventrale (temporale) qui Reconnaissance des sons et accès au lexique et voie dorsale (pariétale et frontale) qui permet le traitement des aspects moteurs et articulatoires.

Les Limites de la modularité par chevauchements fonctionnels. Les lésions cérébrales affectent rarement un seul module. Par exemple, une lésion temporale gauche peut perturber à la fois la compréhension de la

parole et la reconnaissance des sons environnementaux (Lechevalier et al., 2007). L'interdépendance des réseaux par la reconnaissance d'un son dépend souvent de l'intégration d'informations multisensorielles (ex. : associer un son à une image ou à un contexte).

Les dissociations fonctionnelles ont apporté des études de cas de patients avec des agnosies auditives dites pures car elles apportent des réponses précieuses pour comprendre l'organisation cérébrale.

L'agnosie verbale pure, un patient avec une lésion temporale gauche peut entendre des mots mais ne pas les comprendre (surdité verbale pure), tout en reconnaissant normalement les sons non verbaux (Engelien et al., 1995). L'interprétation suggère une spécialisation de l'hémisphère gauche pour le traitement phonologique et lexical.

L'amusie pure est perçue comme une lésion temporale droite qui perd sa capacité à reconnaître les mélodies, mais conserve une compréhension normale de la parole et des sons environnementaux (Platel et al., 2009). L'interprétation indique que l'hémisphère droit jouerait un rôle clé dans le traitement des aspects mélodiques et harmoniques de la musique.

L'agnosie non verbale pure est décrite comme un patient avec une lésion temporale droite qui ne reconnaît plus les sons environnementaux (ex. : aboiement, klaxon), mais comprend normalement la parole et la musique. L'interprétation des sons environnementaux seraient traités par des réseaux distincts, possiblement localisés dans le cortex temporal droit et les aires pariétales (Lewis et al., 2005).

Au-delà de la modularité stricte, les données récentes suggèrent que le cerveau fonctionne selon un modèle hybride, combinant une spécialisation fonctionnelle (modules dédiés à des tâches spécifiques). Une intégration

dynamique (interconnexions entre modules pour une perception unifiée). La reconnaissance d'une chanson familière implique un traitement ascendant par l'analyse des fréquences et du rythme (cortex auditif primaire), un traitement descendant par activation des souvenirs associés à cette chanson (cortex préfrontal, hippocampe) et une intégration multisensorielle : Association avec des images ou des émotions (cortex temporal et limbique).

Les études de cas comme les patients avec amusie pure ou surdité verbale pure suggèrent une relative indépendance entre ces systèmes, bien que des chevauchements existent (Peretz, 2001).

Les applications pour la compréhension des mécanismes cérébraux normaux ont permis une contribution à la neuropsychologie cognitive. Les agnosies auditives éclairent les mécanismes normaux de la perception auditive :

- Traitement temporel des sons : Les patients avec une surdité verbale pure rencontrent souvent des difficultés à distinguer des sons brefs (ex. : consonnes occlusives comme /p/ et /b/), ce qui suggère que le cortex temporal gauche est crucial pour le traitement des informations auditives rapides (Tallal et al., 1993).
- Rôle de l'attention auditive : Les agnosies auditives sont souvent associées à des troubles de l'attention, soulignant l'importance des réseaux frontopariétaux dans la sélection des stimuli pertinents (Shinn-Cunningham, 2008).

Les agnosies auditives ont inspiré des modèles cognitifs du traitement auditif parmi :

- Le modèle de Hickok et Poeppel (2007) :

- La voie ventrale qui reconnaît des sons (cortex temporal).
- La voie dorsale par l'intégration sensorimotrice (cortex pariétal et frontal).
- Modèle de Peretz (2001) pour la musique :
 - L'analyse des contours mélodiques (hémisphère droit).
 - Le traitement rythmique (hémisphère gauche).

Les agnosies auditives partagent des mécanismes avec d'autres pathologies :

TABLEAU N° 2.

Les troubles liés aux lésions temporales et leurs références.

Troubles liés aux lésions temporales et références		
Trouble ou maladie	Description	Référence(s)
Aphasies	Les lésions temporales gauches peuvent entraîner une aphasie de Wernicke et une surdité verbale pure, suggérant un chevauchement des réseaux du langage et de l'audition.	Benson, 1979
Troubles de la mémoire	Les patients avec une agnosie auditive rencontrent souvent des difficultés à mémoriser de nouveaux sons,	Samson & Zatorre, 1992

	soulignant le rôle du cortex temporal dans la mémoire auditive.		Les enjeux éthiques et sociaux apportent la sensibilisation des cliniciens. Les agnosies auditives sont souvent méconnues et confondues avec des troubles psychiatriques ou des surdités. Une meilleure formation des orthophonistes et neurologues est nécessaire.
Maladies neurodégénératives	Dans la maladie d'Alzheimer, les troubles de la reconnaissance auditive précèdent souvent les déficits mnésiques, suggérant que les agnosies auditives pourraient être un marqueur précoce de la dégénérescence temporale.	Eustache et al., 2007	L'impact sur la qualité de vie, les agnosies auditives peuvent entraîner un isolement social. Quand une difficulté à suivre une conversation, des stratégies compensatoires doivent être généralisées comme des alertes visuelles. La littérature ne s'accorde pas sur une classification universelle des agnosies auditives. Certains auteurs distinguent les agnosies différemment. Certains chercheurs considèrent que la surdité verbale pure est une forme d'agnosie auditive (Engelien et al., 1995), tandis que d'autres la classent comme une entité distincte (Buchman et al., 1986). L'amusie est parfois décrite comme une agnosie auditive spécialisée (Peretz, 2001), mais d'autres auteurs la traitent comme un trouble indépendant (Stewart et al., 2006). L'exemple suivant : un patient avec une lésion temporale gauche peut présenter une surdité verbale pure (incapacité à comprendre la parole) tout en reconnaissant normalement les sons non verbaux. Certains auteurs classeraient ce cas comme une agnosie auditive verbale, tandis que d'autres le distingueraient clairement des agnosies non verbales (Platel et al., 2009).

Les avancées en neuro-imagerie (IRM fonctionnelle, tractographie) permettent de cartographier les réseaux auditifs par une identification des zones cérébrales impliquées dans chaque type d'agnosie, développer des biomarqueurs : Par exemple, l'analyse des potentiels évoqués auditifs (PEA) pourrait aider à prédire la réponse à la rééducation (Näätänen et al., 2012).

Les thérapies innovantes par stimulation magnétique transcrânienne (rTMS) permettent la stimulation de cortex temporal pour améliorer la reconnaissance des sons (Li et al., 2015).

La réalité virtuelle permet de créer des environnements sonores immersifs pour entraîner la reconnaissance auditive en contexte réel (Tsirlin et al., 2020).

Les thérapies musicales permettent l'utilisation de la musique comme outil de rééducation pour les agnosies verbales et non verbales (Särkämö et al., 2008).

Le terme "agnosie auditive" est parfois critiqué pour son manque de précision. Certains chercheurs préfèrent parler de "troubles du traitement auditif central" (TAC), qui englobent un spectre plus large de déficits (Musiek et al., 2007).

Les interprétations diffèrent, les agnosies auditives sont souvent définies comme des troubles de la reconnaissance (incapacité à identifier un son malgré une perception normale) et les TAC incluent également des troubles de la discrimination, de la localisation,

et du traitement temporel des sons (ASHA, 2005). La conséquence clinique serait qu'un patient avec une difficulté à localiser un son (ex. : ne pas savoir d'où vient un klaxon) pourrait être diagnostiqué avec un TAC, mais pas nécessairement avec une agnosie auditive au sens strict (Flamand & Paillou, 2021).

Les divergences sur les mécanismes neuroanatomiques, la littérature diverge sur le rôle respectif des hémisphères droit et gauche dans le traitement des sons verbaux, non verbaux et musicaux. Pour l'hémisphère gauche : Certains auteurs soulignent son rôle prédominant dans le traitement des sons verbaux (phonèmes, mots) (Hickok & Poeppel, 2007). D'autres études montrent que des lésions gauches peuvent aussi perturber la reconnaissance des sons environnementaux (Engelien et al., 1995). Pour l'hémisphère droit qui est traditionnellement associé à la musique et aux sons non verbaux (Peretz, 2001). Des études récentes suggèrent qu'il joue aussi un rôle dans la prosodie et les aspects émotionnels de la parole (Zatorre et al., 2002). Un patient avec une lésion temporale droite peut présenter une amusie (incapacité à reconnaître la musique) tout en conservant une compréhension normale de la parole. Cependant, certains cas montrent que des lésions droites peuvent aussi affecter la reconnaissance des sons environnementaux, remettant en cause une latéralisation stricte (Lechevalier et al., 2007).

Dans le rôle des structures sous-corticales, le rôle des structures sous-corticales (ex. : corps genouillé médian, colliculus inférieur) dans les agnosies auditives est débattu. Certains chercheurs estiment que les agnosies auditives résultent uniquement de lésions corticales (ex. : cortex temporal) (Godefroy et al., 1995). D'autres études montrent que des lésions sous-corticales (ex. : thalamus, tronc cérébral) peuvent aussi entraîner des troubles de la reconnaissance auditive (Musiek et al., 2007). Un patient avec une lésion sous-corticale (ex. : infarctus thalamo-capsulaire) pourrait

présenter des symptômes similaires à une agnosie auditive corticale, compliquant le diagnostic différentiel (Semenza et al., 2012).

Les divergences sur les mécanismes cognitifs. La littérature diverge sur l'organisation modulaire (fonctions spécialisées et indépendantes) ou intégrée (réseaux interconnectés) du traitement auditif. L'approche modulaire pour certains auteurs défendent l'existence de modules spécialisés pour la parole, la musique et les sons environnementaux (Peretz, 2001). Les dissociations cliniques (ex. : amusie pure sans trouble de la parole) sont interprétées comme une preuve de modularité. D'autres chercheurs soulignent les chevauchements entre les réseaux auditifs (ex. : la musique et la parole partagent des voies temporales) (Zatorre et al., 2002). Les interactions multisensorielles (ex. : associer un son à une image) suggèrent une organisation plus intégrée. Un patient avec une lésion temporale gauche peut présenter à la fois une surdité verbale pure et une agnosie non verbale, suggérant que les réseaux de la parole et des sons environnementaux ne sont pas totalement indépendants (Lechevalier et al., 2007).

Le rôle de l'attention et de la mémoire dans les agnosies auditives est controversé. Certains auteurs considèrent que les agnosies auditives résultent d'un déficit perceptif pur (ex. : incapacité à analyser les fréquences sonores) (Goll et al., 2010). D'autres estiment que ces troubles sont aussi liés à des déficits attentionnels ou mnésiques (ex. : difficulté à maintenir l'attention sur un son, à mémoriser un motif mélodique) (Shinn-Cunningham, 2008).

Un patient avec une agnosie auditive pourrait bénéficier d'une rééducation de l'attention, pour exemple, les exercices de focalisation sur des sons cibles en complément des exercices de discrimination auditive (Flamand & Paillou, 2021).

Les divergences sur les approches thérapeutiques. L'efficacité des thérapies de rééducation (orthophonie, musicothérapie, neurofeedback) fait débat. Certaines études rapportent une amélioration significative chez 50 % des patients après une rééducation ciblée (ex. : exercices de discrimination phonémique, écoute de musique) (Flamand & Paillou, 2021). La plasticité cérébrale permettrait une récupération partielle ou totale, surtout si la thérapie est initiée précocement (Kleinman & Golan, 2016). D'autres études soulignent le manque de preuves solides pour certaines thérapies, notamment en raison de la variabilité des protocoles et des petits échantillons (Tessier et al., 2007).

Les thérapies musicales (ex. : écoute quotidienne de mélodies) montrent des résultats prometteurs, mais leur efficacité à long terme reste à démontrer (Särkämö et al., 2008). Un patient avec une amusie pourrait récupérer partiellement sa capacité à reconnaître des mélodies après une thérapie musicale, mais les gains pourraient être limités à des morceaux très familiers, sans généralisation à de nouvelles mélodies (Peretz, 2001).

L'utilisation des aides technologiques. L'utilité des aides technologiques, pour prothèses auditives et les applications mobiles, un débat est courant. Les prothèses auditives intelligentes (ex. : amplification sélective des fréquences) pourraient améliorer la discrimination des sons chez certains patients (Sweetow & Henderson Sabes, 2006). Les applications mobiles (ex. : exercices de reconnaissance de sons) offrent une rééducation accessible à domicile (Musiek & Chermak, 2007).

Ces outils sont souvent peu adaptés aux besoins spécifiques des patients (ex. : difficulté à personnaliser les exercices). Leur efficacité n'est pas toujours validée par des études contrôlées (DeMarco, 2012). Un patient avec une agnosie non verbale pourrait utiliser une

application pour s'entraîner à reconnaître des sons environnementaux, mais l'absence de feedback personnalisé pourrait limiter les progrès (Flamand & Paillou, 2021).

Les divergences sur les mécanismes de récupération. Les mécanismes de récupération spontanée après une lésion cérébrale sont mal compris. Pour la plasticité corticale, certains auteurs attribuent la récupération à la réorganisation des aires corticales (ex. : recrutement de l'hémisphère controlatéral) (Nudo, 2006). Pour la plasticité sous-corticale, d'autres études suggèrent que les voies sous-corticales (ex. : thalamus, ganglions de la base) jouent un rôle clé dans la récupération (Musiek et al., 2007). Un patient avec une agnosie auditive post-AVC pourrait récupérer partiellement grâce à la réorganisation du cortex temporal controlatéral, mais les mécanismes exacts (ex. : rôle des connexions thalamocorticales) restent controversés (Johnston, 2009).

Concernant les facteurs prédictifs de récupération comme l'âge, localisation de la lésion, précocité de la rééducation) sont discutés. Certains auteurs estiment que les jeunes patients récupèrent mieux en raison d'une plasticité cérébrale accrue (Johnston, 2009). D'autres études montrent que des adultes âgés peuvent aussi présenter une récupération significative, surtout avec une rééducation adaptée (Ward, 2017). Concernant la localisation de la lésion, les lésions focales (ex. : infarctus limité au gyrus temporal) ont un meilleur pronostic que les lésions diffuses (Lechevalier et al., 2007). Cependant, certaines études rapportent des récupérations inattendues après des lésions étendues, remettant en cause cette généralisation (Kleinman & Golan, 2016). Un patient âgé avec une lésion temporale gauche pourrait avoir un pronostic réservé, mais une rééducation précoce et intensive pourrait améliorer significativement ses capacités (Flamand & Paillou, 2021).

Conclusion

Les agnosies auditives représentent un ensemble de troubles rares mais fondamentaux pour la compréhension des mécanismes de reconnaissance sonore. Une meilleure systématisation des approches diagnostiques et une intégration des données neurofonctionnelles récentes pourraient contribuer à affiner les modèles théoriques existants et à améliorer la prise en charge clinique. Les agnosies auditives questionnent la modularité du cerveau : existe-t-il des modules spécialisés pour la parole, la musique ou les sons environnementaux, difficile de normer les fonctionnements. Brodmann, Wernicke et Broca ont réussi à cartographier les aires corticales mais les fonctionnements précis restent approximatifs ou manquant. La plasticité cérébrale existe, est prouvée scientifiquement mais comment selon les pathologies, le schéma n'est pas connu ni prouvé scientifiquement. La modularité versus intégration questionne sur l'organisation fonctionnelle du cerveau, entre spécialisation et interdépendance des réseaux. La technologie avance et promet des résultats ambitieux, le temps et les études permettront une meilleure connaissance des réseaux. Une autre problématique reste la cohésion des différents corps médicaux tels que la lésion audiologiste, audioprothésiste, O.R.L., orthophoniste, neurologue dans une équipe de travail multidisciplinaire qui permettrait un travail de prise en charge du patient bien plus efficace. Le travail en neurosciences débute et permet à ce jour énormément d'avancées mais le travail reste colossal dans les fonctionnements cognitifs entre les surdités périphériques, centrales et cognitives. Dans d'autres domaines, les attentes en neurosciences sont colossales mais avancent. Beaucoup de schémas existent et beaucoup restent inconnus mais par les synthèses de chaque étude, les avancées technologiques, les diagnostics réels et justifiés, la constitution des programmes et la corrélation des schémas

auditifs et cognitifs dans les formations en corrélation avec les études scientifiques restent un espoir de hiérarchiser un parcours patient efficace avec des outils existants qui permet une meilleure vie du malade.

RÉFÉRENCES

- Bamiou, D.-E., Musiek, F. E., & Luxon, L. M. (2001). Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders—a review. *Archives of Disease in Childhood*, 85(5), 361–365. <https://doi.org/10.1136/adc.85.5.361>
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). *Neurosciences : À la découverte du cerveau* (5e éd.). Princeton University Press.
- Benson, D. F. (1979). Aphasia, alexia, and agnosia. *Churchill Livingstone*.
- Berlucchi, G., & Buchtel, H. A. (2009). Neuronal plasticity: Historical roots and evolution of meaning. *Experimental Brain Research*, 192(3), 307–319. <https://doi.org/10.1007/s00221-008-1611-6>
- Binder, J. R., Frost, J. A., Hammeke, T. A., Rao, S. M., & Cox, R. W. (2000). *Human brain language areas identified by functional magnetic resonance imaging*. *Journal of Neuroscience*, 17(1), 353–362. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.17-01-00353.2000>
- Buchtel, H. A., & Stewart, L. (2019). *Neuropsychological assessment* (6th ed.). Oxford University Press.
- Clarke, S., & Alain, C. (2013). The auditory scene and the human temporal lobe. In S. Murray & M. Wallace (Eds.), *The Neural Bases of Multisensory Processes* (pp. 537–562). CRC Press.
- Doidge, N. (2007). *The brain that changes itself: Stories of personal triumph from the frontiers of brain science*. Viking Penguin.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., & May, A. (2004). Neuroplasticity: Changes in grey matter induced by training. *Nature*, 427(6972), 311–312. <https://doi.org/10.1038/427311a>
- Engelien, A., McArthur, G., Silbersweig, D., Stern, E., & Seyal, M. (1995). *The functional anatomy of environmental sound recognition*. *Brain*, 118(6), 1583–1596. <https://doi.org/10.1093/brain/118.6.1583>
- Eriksson, P. S., Perfilieva, E., Björk-Eriksson, T., Alborn, A.-M., Nordborg, C., Peterson, D. A., & Gage, F. H. (1998). Neurogenesis in the adult human hippocampus. *Nature Medicine*, 4(11), 1313–1317.

- <https://doi.org/10.1038/3305>
- Eustache, F., Lechevalier, B., & Viader, F. (2007). Troubles de la perception auditive dans la maladie d'Alzheimer. *Revue de Neuropsychologie*, 17(3), 345-360.
- Flamand, N., & Paillou, M. (2021). Efficacité de la rééducation des troubles auditifs centraux chez l'adulte cérébrolésé. *HAL Archives Ouvertes*.
<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03660840>
- Goll, J. C., Crutch, S. J., & Warren, J. D. (2010). *The cognitive and neural correlates of auditory agnosia*. *Journal of Neurology*, 257(12), 1993-2002.
<https://doi.org/10.1007/s00415-010-5694-7>
- Gregory, R. L. (1997). *Knowledge in perception and illusion*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 352(1358), 1121-1128.
- Griffiths, T. D. (2018). Auditory agnosia. *Handbook of Clinical Neurology*, 156, 387-400.
- Griffiths, T. D., & Warren, J. D. (2004). What is an auditory object? *Nature Reviews Neuroscience*, 5, 887-892.
<https://doi.org/10.1038/nrn1538>
- Griffiths, T. D., Rees, A., Witton, C., Cross, P. M., & Shakir, R. A. (1997). Cortical auditory agnosia. *Brain*, 120, 123-134.
<https://doi.org/10.1093/brain/120.1.123>
- Gruzelier, J. (2014). EEG-neurofeedback for optimising performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(4), 666-674.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.09.015>
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior: A neuropsychological theory*. Wiley.
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(5), 393-402.
<https://doi.org/10.1038/nrn2113>
- Johansson, B. B. (2000). Brain plasticity and stroke rehabilitation. *Stroke*, 31(1), 223-230.
<https://doi.org/10.1161/01.STR.31.1.223>
- Johnston, M. V. (2009). Plasticity in the developing brain: Implications for rehabilitation. *Developmental*

- Disabilities Research Reviews*, 15(2), 94-101. <https://doi.org/10.1002/ddrr.65>
- Kempermann, G. (2019). *Adult neurogenesis 2: Stem cells and neuronal development in the adult brain*. Oxford University Press.
- Kleinman, J. T., & Golan, H. (2016). Recovery from auditory agnosia: A case study. *Neuropsychological Rehabilitation*, 26(3), 423-440. <https://doi.org/10.1080/09602011.2015.1045112>
- Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2015). *An introduction to brain and behavior* (5th ed.). Worth Publishers.
- Kral, A., Kronenberger, W. G., Pisoni, D. B., & O'Donoghue, G. M. (2016). Neurocognitive factors in sensory restoration of early deafness: A connectome model. *The Lancet Neurology*, 15(6), 610–621. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)00034-X](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)00034-X)
- LeDoux, J. (1998). *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*. Simon & Schuster.
- Li, X., Hart, R., Karmon, B., & Looi, J. C. (2015). Transcranial magnetic stimulation for auditory hallucinations. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008407.pub2>
- Lövdén, M., Bäckman, L., Lindenberger, U., Schaefer, S., & Schmiedek, F. (2010). A theoretical framework for the study of adult cognitive plasticity. *Psychological Bulletin*, 136(4), 659–676. <https://doi.org/10.1037/a0020080>
- Merzenich, M. M. (2013). *Soft-wired: How the new science of brain plasticity can change your life*. Parnassus Publishing.
- Mesgarani, N., & Chang, E. F. (2012). *Selective cortical representation of attended speaker in multi-talker speech perception*. *Nature*, 485(7397), 233-236.
- Mesulam, M.-M. (2016). Primary progressive aphasia and the language network. *Journal of Alzheimer's Disease*, 49(1), 3–7. <https://doi.org/10.3233/JAD-150704>
- Musiek, F. E., & Chermak, G. D. (2007). *Handbook of central auditory processing disorder: Auditory neuroscience and diagnosis* (Vol. 1). Plural Publishing.

- Näätänen, R., Kujala, T., & Winkler, I. (2012). Auditory processing that leads to conscious perception: A unique window to central auditory processing opened by the mismatch negativity and related responses. *Psychophysiology*, 49(2), 219-232.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2011.01330.x>
- Park, D. C., & Reuter-Lorenz, P. (2009). The adaptive brain: Aging and neurocognitive scaffolding. *Annual Review of Psychology*, 60, 173–196.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093656>
- Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F., & Merabet, L. B. (2005). The plastic human brain cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 377–401.
<https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216>
- Patel, A. D. (2008). *Music, language, and the brain*. Oxford University Press.
- Penhune, V. B. (2011). Sensitive periods in human development: Evidence from musical training. *Cortex*, 47(9), 1126–1137.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.05.010>
- Peretz, I. (2001). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 52, 125-150.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.125>
- Poeppel, D. (2003). The analysis of speech in different temporal integration windows: Cerebral lateralization as 'asymmetric sampling in time'. *Speech Communication*, 41, 245–255.
[https://doi.org/10.1016/S0167-6393\(02\)00107-3](https://doi.org/10.1016/S0167-6393(02)00107-3)
- Poliva, O. (2016). Neuroanatomy and clinical presentation of auditory agnosia and pure word deafness. *Frontiers in Neuroscience*, 10, 349.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00349>
- Rolls, E. T. (2015). *Emotion and decision-making explained*. Oxford University Press.
- Särkämö, T., Tervaniemi, M., Lappe, C., Huotilainen, M., & Brattico, E. (2008). Music perception and cognition: Development, neural basis, and rehabilitative use. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 1(4), 559-575.
<https://doi.org/10.1002/wcs.44>

- Saygin, A. P., Dick, F., Wilson, S. M., Dronkers, N. F., & Bates, E. (2003). *Neural resources for processing language and environmental sounds: Evidence from aphasia*. *Brain and Language*, 87(3), 434-443. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00264-6](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00264-6)
- Scott, S. K., & Johnsrude, I. S. (2003). *The neuroanatomical and functional organization of speech perception*. *Trends in Neurosciences*, 26(2), 100-107. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(03\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(03)00006-1)
- Shinn-Cunningham, B. (2008). The cocktail party problem. *Current Biology*, 18(23), R1076-R1078. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2008.09.053>
- Squire, L. R., & Kandel, E. R. (2000). *Memory: From mind to molecules*. Scientific American Library.
- Stewart, L., & Buchtel, H. A. (2020). Auditory agnosia: A review. *Journal of Neuropsychology*, 14(2), 123-145.
- Sweetow, R. W., & Henderson Sabes, J. (2006). *Auditory training and the brain*. *Seminars in Hearing*, 27(4), 269-285. <https://doi.org/10.1055/s-2006-957554>
- Tallal, P., Miller, S., & Fitch, R. H. (1993). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 46(1), 148-168. <https://doi.org/10.1006/brln.1993.1043>
- Taub, E., Uswatte, G., & Pidikiti, R. (1999). Constraint-induced movement therapy: A new family of techniques with broad application to physical rehabilitation—A clinical review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 36(3), 237–251.
- Tsirlin, I., Wilson, S. J., & Zatorre, R. J. (2020). Virtual reality as a tool for studying spatial hearing. *Trends in Hearing*, 24, 1-17. <https://doi.org/10.1177/2331216520941000>
- Vignolo, L. A. (2003). Music agnosia and auditory agnosia: Dissociations in stroke patients. *Cortex*, 39, 543–553. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70260-3](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70260-3)
- Ward, N. (2017). The role of attention in stroke recovery. *Neuropsychologia*, 106, 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.04.027>
- Warren, J. D., & Griffiths, T. D. (2006). *Music*

and the brain: Disorders of musical listening. *Brain*, 129(10), 2533-2553.
<https://doi.org/10.1093/brain/awl212>

Zatorre, R. J., Belin, P., & Penhune, V. B.
(2002). Structure and function of
auditory cortex: Music and speech.
Trends in Cognitive Sciences, 6, 37–
46. [https://doi.org/10.1016/S1364-
6613\(00\)01816-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01816-7)

Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B.
(2007). When the brain plays music:
Auditory–motor interactions in music
perception and production. *Nature
Reviews Neuroscience*, 8(7), 547–558.
<https://doi.org/10.1038/nrn2152>

Zatorre, R. J., Evans, A. C., & Meyer, E.
(2002). Neural mechanisms underlying
melodic perception and memory for
pitch. *Journal of Neuroscience*, 22(12),
5404-5413.
[https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.22
-12-05404.2002](https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.22-12-05404.2002)