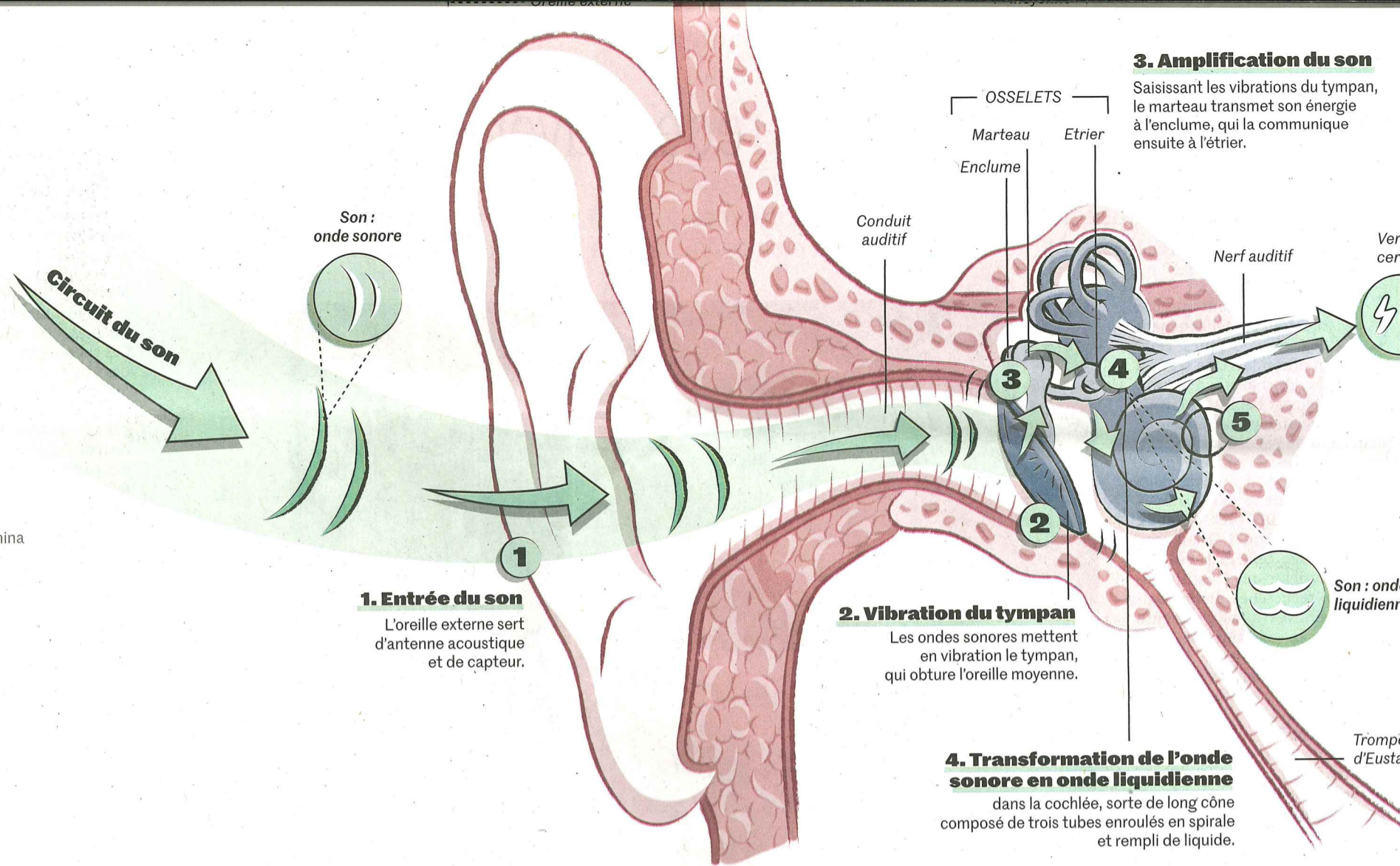


Infographie :
Le Monde,
Audrey Lagadec,
Pascale Santi
Sources : Cochlea,
Préfecture de police,
Bruitparif, Atlas
d'anatomie de Pierre Kamina



1. Entrée du son

L'oreille externe sert d'antenne acoustique et de capteur.

2. Vibration du tympan

Les ondes sonores mettent en vibration le tympan, qui obture l'oreille moyenne.

4. Transformation de l'onde sonore en onde liquidienne

dans la cochlée, sorte de long cône composé de trois tubes enroulés en spirale et rempli de liquide.

3. Amplification du son

Saisissant les vibrations du tympan, le marteau transmet son énergie à l'enclume, qui la communique ensuite à l'étrier.

► SUITE DE LA PREMIÈRE PAGE

L'environnement sonore, un enjeu de santé publique

En effet, si l'on considère les seuils recommandés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), neuf Franciliens sur dix subissent des niveaux sonores supérieurs. A titre d'exemple, le bruit aux abords du périphérique parisien dépasse très souvent le niveau de 68 décibels (dB), qui correspond à la valeur limite réglementaire pour le bruit routier (selon l'indicateur européen Lden de niveau de bruit moyen pondéré sur la journée).

Quant aux effets sur l'audition, on parle de seuil de risque à 85 dB durant huit heures, et pour une exposition brève, même d'une minute, à des niveaux très élevés, au-delà de 110 dB. Pour comparaison, un bruit de missile atteint 130 dB, un concert dépasse souvent les 100 dB (la limite réglementaire a été réduite à 102 dB pour les boîtes de nuit ou salles de concert). Rappelons-le, l'échelle des décibels n'est pas linéaire, mais logarithmique: tous les 3 dB, l'intensité sonore double. «Ce qui est très important en matière d'exposition sonore, c'est la durée et l'intensité», avertit Aziz El Amraoui, directeur de recherche à l'Institut de l'audition (Institut Pasteur).

Le bruit empêche la perception d'un danger
«Un Francilien perdrait en moyenne au cours de sa vie entière une année de vie en bonne santé du fait de son exposition au bruit et jusqu'à trois ans chez les personnes qui vivent dans les endroits les plus bruyants, d'après les estimations réalisées en 2019», précise Fanny Mietlicki.

Dans son rapport paru fin 2018, «Lignes directrices relatives au bruit dans l'environnement pour la région européenne», qui se fonde sur une revue de la littérature scientifique, l'OMS place ainsi le bruit comme deuxième facteur environnemental provoquant le plus de dommages sanitaires en Europe, derrière la pollution de l'air. Au moins un million d'années de vie en bonne santé seraient perdues chaque année à cause du bruit lié au trafic en Europe occidentale.

«En France, 9,8 millions de personnes seraient affectées par une forte gêne dont 3,3 millions par de fortes perturbations de leur sommeil liées au bruit des transports», soulignent Fanny Mietlicki, Olivier Blond, président de Bruitparif, et Anne-Sophie Evrard, chargée de recherche en épidémiologie à l'université Gustave-Eiffel (Bron, Rhône), dans un article paru en mars dans la revue ADSP du Haut Conseil de la santé publique.

L'exposition au bruit a plusieurs conséquences sur la santé, d'abord sur l'audition: 460 millions de personnes subissent aujourd'hui une perte auditive dans le monde, selon l'OMS qui en prévoit 700 millions d'ici à 2050, dont une grande part liée au bruit. Pire, de 670 millions à 1,35 milliard d'adolescents et de jeunes adultes risquent potentiellement une perte auditive en raison de l'utilisation d'écouteurs et de la fréquentation de lieux musicaux bruyants, indique une méta-analyse publiée le 15 novembre 2022 dans la revue BMJ Global Health.

«On constate aujourd'hui une croissance exponentielle de l'apparition de la surdité liée à l'âge, au bruit ou à des facteurs génétiques, avec une

interaction de ces facteurs», rappelait la professeure Christine Petit, fondatrice de l'Institut de l'audition lors de la Semaine du son, en janvier. En milieu professionnel, l'impact du bruit est également élevé, notamment dans les secteurs comme la métallurgie, l'industrie du papier ou le bâtiment. Il est même responsable d'un risque plus élevé d'accidents du travail, en contribuant à relâcher la vigilance ou en empêchant la perception d'un danger. Selon un sondage réalisé en 2017 pour l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail, 67% des actifs français se disent dérangés par le bruit sur leur lieu de travail. Le bruit vient également des open spaces (bureaux ouverts), souvent cités comme sources de stress et de problèmes de concentration.

Sur le plan physiologique, le système auditif repose sur un ensemble de structures hautement spécialisées et éminemment complexes. Une onde acoustique est transformée en stimulus biologique qui va déclencher une cascade d'événements jusqu'aux cellules ciliées auditives qui convertissent le son en signal électrique, message envoyé au cerveau. Cette complexité le rend extrêmement fragile, sensible aux agressions et à un usage intempestif. Son vieillissement naturel est inévitable, en général autour de 65 ans.

Les effets du bruit sur l'audition sont de la fatigue auditive, de la perte de discrimination des sons, voire de la surdité, des acouphènes (des sons perçus qui ne proviennent pas d'une source extérieure), de l'hyperacousie (une exacerbation des sons, les rendant dérangeants, ce qui provoque de l'isolement). Le bruit a aussi de nombreuses conséquences extra-auditives. Certaines sont liées aux réactions physiologiques de l'organisme, notamment les troubles du sommeil: retards à l'endormissement, davantage de réveils nocturnes, moins de sommeil lent profond, le plus réparateur. Les graves

conséquences d'un mauvais sommeil sur la santé ne sont plus à démontrer.

Les effets directs du bruit sur le système cardio-vasculaire, les troubles cardiaques ischémiques, notamment, l'infarctus du myocarde et un risque d'hypertension artérielle, ont été montrés par de nombreux travaux. Publiée en mars dans JAAC, le journal du Collège américain de cardiologie, une étude a mis en évidence un lien entre les personnes vivant à proximité de zones de circulation routière et l'hypertension.

Plusieurs études sur les effets de l'exposition au bruit des avions sur la santé des riverains d'aéroports, menées dans le cadre du programme de recherche Debats (université Gustave-Eiffel), ont montré qu'une augmentation du niveau de bruit de 10 dB est associée à une augmentation du risque de dégradation de l'état de santé perçue, du risque d'hypertension chez les hommes uniquement, et à une modification de la sécrétion de cortisol, une des hormones du stress, décrit Anne-Sophie Evrard. «Les mécanismes biologiques expliquant les résultats différents chez les hommes et chez les femmes ne sont pas encore élucidés», précise-t-elle.

«Baisse des fonctions cognitives»

Un travail spécifique sur le sommeil de 100 sujets vivant à proximité d'un aéroport a montré un accroissement du risque de dormir moins de six heures par nuit et du sentiment de fatigue au réveil. La chercheuse lyonnaise s'intéresse également aux effets sur l'obésité et le diabète à partir des données de Debats. «Dans les études, on ne prend pas en compte la multi-exposition à différentes sources de bruit de même qu'on ne prend pas en compte d'autres nuisances environnementales, comme la pollution lumineuse ou la pollution de l'air, c'est le rôle de cette dernière que nous allons explorer», indique Anne-Sophie Evrard. Elle mène aussi un travail sur les effets du bruit des éoliennes sur la santé dans le cadre du projet de recherche RIBEOH (Recherche des impacts du bruit éolien sur l'humain, son, perception, santé), auprès de 1200 personnes.

Plus directement, les pertes auditives, jusqu'à la surdité, altèrent la qualité de vie et de l'état de santé perçue et les interactions sociales. Ce qui favorise l'isolement et peut entraîner des troubles psychologiques. Des travaux ont également

montré que le bruit des avions et du trafic routier affectait les capacités cognitives des enfants, provoquant des retards dans l'apprentissage de la lecture, la mémorisation, l'attention...

«La perte auditive des 40-50 ans contribue largement à la baisse des fonctions cognitives», explique Christine Petit, en ajoutant que cette perte d'audition peut s'accompagner d'un facteur de démence. Déjà, en 2012, les travaux de l'équipe de Frank Lin de l'hôpital Johns-Hopkins, à Baltimore (Maryland), avaient mis en évidence qu'une perte auditive de 25 dB (les sons en deçà de ce seuil ne peuvent être entendus), liée à l'âge, correspondait à un déclin cognitif. Le port d'appareils auditifs permettrait de limiter le risque d'en souffrir, selon une étude parue dans The Lancet le 13 avril. Mais les appareils auditifs demeurent largement sous-utilisés, notamment chez les seniors, selon une étude conduite à partir des données de la cohorte Constances. Pourtant, depuis 2021, les aides auditives sont remboursées par l'Assurance-maladie.

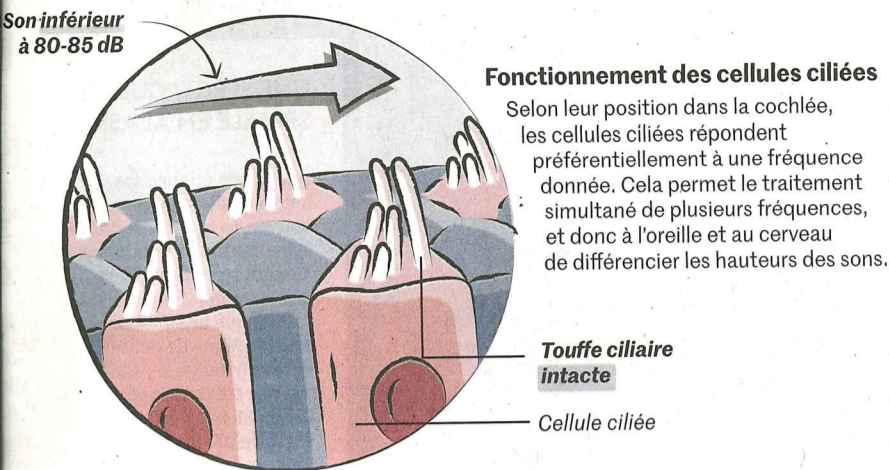
Les effets des autres sources de bruit que les transports sont encore un vaste champ à défricher. Il en est ainsi de la vie récréative nocturne. Bruitparif a conduit une étude pilote avec la Mairie de Paris sur le quartier Les Halles-Beaubourg-Montorgueil, au cœur de la capitale, pour faire des premières cartes de bruit de ces zones. «Nous avons le projet de lancer une grande enquête auprès de 1200 personnes qui habitent ce type de quartiers pour disposer de données scientifiques sur leur exposition au bruit, leur gêne ressentie et la qualité de leur sommeil», détaille Fanny Mietlicki. Le coût social du bruit a été évalué en 2021 à 147,1 milliards d'euros par l'Agence de la transition écologique et le Conseil national du bruit en chiffrant les externalités négatives du bruit (sur la santé, les dépréciations immobilières, les pertes de productivité au travail, etc.).

Dans un tout autre domaine que le seul volume sonore, une autre nuisance est apparue dans les années 1960, le son compressé. Il consiste à tasser les sons de façon électronique, à réduire les écarts entre les sons forts et les sons faibles. Il n'y a plus de microsilenances, l'oreille ne se repose plus. «C'est une nuisance nouvelle, qui se retrouve partout, cinéma, musique, radio, réunions en visio, plates-formes de musique... s'est démultipliée depuis quelques décennies», note Paul Avan, directeur du Centre de recherche et d'innovation en audiologie humaine (Ceriah, Institut Pasteur) et professeur de biophysique à l'université Clermont-Auvergne. Or, l'oreille, un organe qui fonctionne en continu, a besoin de plages de repos pour pouvoir se régénérer.

Des chercheurs de l'Inserm et de la faculté de médecine de Clermont-Ferrand ont fait écouter Miss You, d'Adèle, à 90 cochons d'Inde, la moitié en son compressé, l'autre en format original. «Cela en boucle durant quatre heures sans pause, autour de 102 dB, le niveau habituel d'une boîte de nuit. «Aucune perte auditive n'a été constatée, mais le groupe qui a écouté le son compressé n'avait pas complètement récupéré en une semaine le réflexe stapédien, qui diminue les vibrations du tympan pour protéger l'oreille interne. Leurs circuits ne veulent de contrôle des sons étaient altérés», explique Paul Avan, qui a coordonné cette étude, publiée en partie dans Acoustique & Techniques, la revue du Centre d'information sur le bruit, fin 2022.

**LES PERTES AUDITIVES
ALTÈRENT LA QUALITÉ
DE VIE ET LES INTERACTIONS
SOCIALES. CE QUI
FAVORISE L'ISOLEMENT**

Onde liquidienne transformée en influx nerveux



Un travail est en cours auprès de professionnels exposés toute la journée à des plates-formes de visioconférence, au son hypercompressé, qui ont explosé durant les périodes de confinement. Des associations internationales d'interprètes et plusieurs services de médecine du travail de centre d'appels ont rapporté des problèmes de pertes auditives et d'acouphènes. « On cherche à savoir à quel niveau sonore va se déclencher le réflexe stapédien. Ce n'est pas tellement la valeur en décibels qui nous intéresse, car elle varie d'un individu à l'autre, mais la différence avant et après une exposition, qui illustre une fatigue auditive », explique Grégory Gérenton, ingénieur de recherche au Ceriah.

Les enfants très-exposés

« Comme on parle de gestes qui sauvent, il faudrait populariser les comportements qui préservent l'audition : éviter ou diminuer l'écoute des sons compressés, mais aussi les intensités trop fortes et les temps d'écoute prolongés », préconise Aziz El Amraoui. Comme régler ses écouteurs ou son casque dans une pièce sans bruit, pas dans une rue bruyante. L'idée n'est pas de bannir l'écoute de la musique, mais d'éviter de l'écouter fort. La loi impose que les écouteurs soient limités à 100 dB. Il vaut mieux privilégier ceux qui tiennent compte de l'effet du bruit ambiant.

Beaucoup d'artistes dénoncent la compression, notamment Thomas Dutronc, parrain de la 20^e Semaine du son. Christian Hugonnet, fondateur de l'association La Semaine du son, parrainée par l'Unesco, travaille sur un label avec Universal, l'Ircam et l'Institut de l'audition, afin de limiter la compression excessive et de définir des critères objectifs de qualité sonore. Il devrait être présenté en 2024. « Il importe aussi de sensibiliser au "bon son", dès l'école, en apprenant à écouter la musique bien sûr, mais aussi les bruits d'oiseaux », suggère Paul Avan. « Le son est un guide de notre bien-être et de notre survie. Cette prise de conscience est essentielle : nous devons entendre pour mieux voir », abonde Christian Hugonnet.

Il n'y a pas de traitement possible de la perte d'audition, et surtout en direction des enfants, trop exposés. D'où l'enjeu du dépistage. Au-delà des recommandations des pouvoirs publics (faire des pauses au concert, en écoute de musique, ne pas s'endormir avec ses écouteurs...), des solutions techniques existent pour réduire le bruit de la circulation routière : utiliser les véhicules électriques, baisser les vitesses de circulation et mettre des revêtements de chaussée qui ont des propriétés d'absorption du bruit.

Lutter contre les bruits, c'est aussi éviter d'en faire. Fanny Mietlicki, voit dans l'aménagement des villes « un levier important, en évitant les matériaux qui sont très réfléchissants, notamment tout ce qui est minéral, d'où l'intérêt de la végétalisation des façades, des espaces verts, qui permettent de plus de créer des zones de pause sonore », précise-t-elle. Des labels « espaces calmes » dans les collectivités ou les entreprises sont d'ailleurs en cours de développement par les pouvoirs publics. La prévention passe par la prise en compte du bruit dès la conception d'un bâtiment ou d'une nouvelle activité, « ce qui est loin d'être toujours le cas », constate la directrice de Bruitparif.

LE SON COMPRESSÉ CONSISTE À RÉDUIRE LES ÉCARTS ENTRE LES SONS FORTS ET LES SONS FAIBLES. IL N'Y A PLUS DE MICROSILENCES, L'OREILLE NE SE REPOSE PLUS

Sifflements, bourdonnements, grésillements... les acouphènes polluent la vie d'un grand nombre de personnes. « Toujours ce même sifflement et, dans mes insomnies, j'en pleure », chante Angèle. « J'ai des bruits dans la tête, ça arrive d'un seul coup », slame aussi Grand Corps Malade dans sa chanson *Acouphènes*. Environ 15 à 20 % de la population en France déclare souffrir d'acouphènes, dont 1 % d'entre eux sont invalidants, avec un retentissement sur la qualité de vie (sommeil, concentration, isolement, anxiété). Si le pic se situe vers 65 ans, ils peuvent survenir à tout âge.

Pour Antoine, quinquagénaire parisien, « c'est arrivé progressivement, avec des sifflements assez aigus. Puis ça s'est accentué, ça sifflait sans cesse, ça ne s'arrêtait pas, c'était insupportable, ça me réveillait la nuit ». « L'acouphène est une sensation auditive sans stimulation sonore extérieure, qui peut être vécue comme une expérience désagréable pouvant impacter la qualité de vie », selon la définition de l'Association francophone des équipes pluridisciplinaires en acouphénologie (Afrépa), qui regroupe des cliniciens spécialisés. « Survivant dans une seule ou dans les deux oreilles, de façon continue ou intermittente, l'acouphène diffère par son intensité, sa fréquence, sa durée... Il peut être transitoire ou persistant. Il traduit une souffrance de l'oreille interne », décrit Jean-Luc Puel, directeur de l'équipe audition (Inserm) et professeur à l'université de Montpellier.

Dans des cas rares (environ 5 %), les acouphènes sont dits « objectifs », pouvant être entendus par une personne extérieure, car liés à une source sonore

provenant du corps, comme des contractions spontanées de muscles ou des bruits vasculaires. Mais la majorité sont des acouphènes dits « subjectifs », sans source sonore externe. Les causes sont multiples. Environ 80 % sont associés à des troubles auditifs, la presbyacousie (vieillesse de l'oreille) et/ou la surdité liée à l'âge. Des traumatismes acoustiques répétés liés à l'écoute de musique très forte ou un environnement professionnel exposé au bruit peuvent également en provoquer. Une étude avait ainsi montré que 75 % des disc-jockeys de 26 ans travaillant trois nuits par semaine depuis six ans souffraient d'acouphènes.

« Certains médicaments, des bouchons de cérumen, les otites, des maladies inflammatoires de l'oreille ou encore la maladie de Ménière... peuvent aussi être à l'origine de ces troubles », selon le docteur Alain Londero, chargé d'une consultation acouphènes et hyperacousie à l'hôpital européen Georges-Pompidou (HEGP). Il n'existe pas forcément de corrélation entre la sévérité de l'acouphène et le degré de surdité. Ils peuvent aussi être associés à des douleurs cervicales ou des contractions de la face et du cou, des signes neurologiques...

Le mécanisme des acouphènes reste méconnu. « On ne sait pas très bien d'où ils viennent », concède Jean-Luc Puel, également président de l'association Journée nationale de l'audition (JNA). *Des études d'imagerie cérébrale supposent un fonctionnement anormal du cortex auditif, mais aussi des perturbations au niveau des zones cérébrales impliquées dans les émotions, comme l'amygdale, la mémoire.* Les

acouphènes sévères peuvent créer de l'anxiété, voire de la dépression dans certains cas. Une recherche, appelée Audicog, est actuellement menée par deux hôpitaux de l'Assistance publique-Hôpitaux de Paris (le HEGP et la Pitié-Salpêtrière), par l'Institut du cerveau et l'université de Lille sur « toutes les dimensions cognitives et attentionnelles qui peuvent perturber les patients acouphéniques, en comparant 300 patients acouphéniques épileptiques ou non et des volontaires sains », explique Alain Londero, qui est un des coordonnateurs de l'étude.

Thérapie sonore
Contrairement à l'idée reçue, des prises en charge existent. En cherchant l'origine, dans un premier temps. Des aides auditives sont souvent proposées pour soulager les acouphènes. Mais si le patient n'a pas de déficience auditive, « le port d'une aide auditive visant à amplifier les sons n'a pas d'intérêt », prévient Jean-Luc Puel. « Le port d'un générateur de bruit portatif, qui diffuse un stimulus sonore de basse intensité pour masquer l'acouphène et en diminuer l'impact peut être indiqué », ajoute-t-il. Cela peut aussi être couplé à un accompagnement psychologique. « Des études ont montré une certaine efficacité de ces thérapies, mais l'absence de groupe contrôle ne permet pas d'évaluer la part de l'effet placebo », tempère Jean-Luc Puel, convaincu que la thérapie sonore a sa place dans l'arsenal thérapeutique.

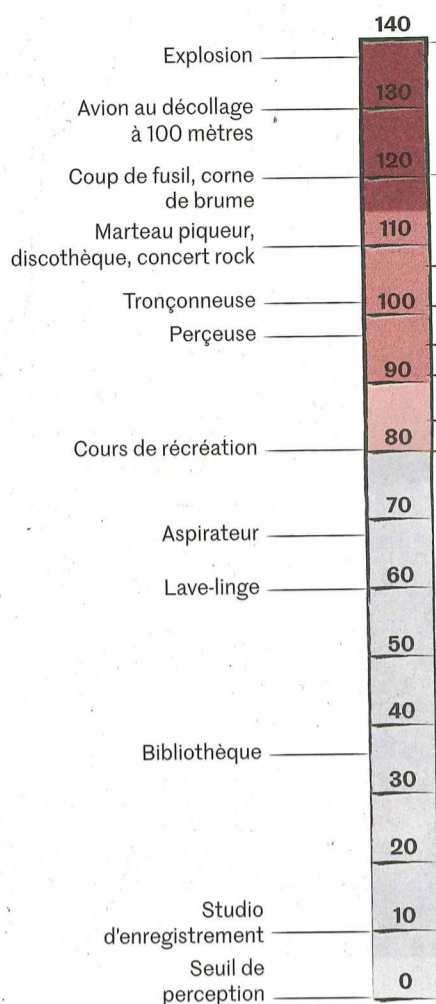
Autre approche, les thérapies cognitives et comportementales permettent de mieux vivre avec les acouphènes en modulant leur perception. Cette technique est la mieux validée,

ont montré plusieurs études publiées sur la Cochrane Library. Les techniques dérivées des méthodes de relaxation ou de méditation de pleine conscience comme la sophrologie peuvent être utilisées. Après avoir eu des réticences, Antoine a ainsi été orienté vers un sophrologue par une ORL spécialisée, qui n'avait détecté aucune anomalie par ailleurs. « Les acouphènes ont commencé à baisser à la troisième séance », décrit ce patient. Des techniques de neuromodulation bimodale consistent à faire une stimulation sonore en même temps qu'une stimulation électrique de la langue ou de nerfs crâniens dont une étude publiée en juin 2022 dans *Scientific Reports* a montré l'efficacité. Un bêta-mol, ces méthodes nécessitent des dispositifs coûteux, non remboursés.

Dans tous les cas, la prise en charge doit être multidisciplinaire. De nombreux patients sont encore dans l'errance, sans être soulagés. Constatant des abus dans certaines pratiques médicales et paramédicales, les associations JNA et France Acouphènes espèrent conduire une étude pour calculer le coût financier pour le patient. ■

PASCALE SANTI

Niveau sonore, en dB



Durée limite d'exposition* avant dommages

Quelques secondes suffisent à provoquer des dégâts irréversibles

Entre 1 et 4 min/j

Entre 15 et 30 min/j

Entre 2 et 8 h/j

Limite de nocivité

Pas de risque

Conséquences pour la santé

Sons exceptionnels, dommages irréversibles

Danger : sons nocifs

105 db : risques immédiats et à court terme pour l'audition : surdité, acouphènes...

Entre 85 dB et 105 dB : risques à moyen et long terme pour l'audition si exposition chronique : pertes auditives

A 85 dB : au travail, seuil de danger au-delà duquel des dommages peuvent survenir (niveau moyen sur une journée de travail de huit heures).

A 68 dB : bruit routier Effets extra-auditifs possibles (maladies cardio-vasculaires, stress, troubles du sommeil)

* Sans protection auditive.

ACOUPHÈNES, UNE PRISE EN CHARGE EST POSSIBLE