

POINT DE VUE

Il est urgent de prévenir les troubles de l'audition chez l'adolescent

Les jeunes s'exposent souvent à des bruits « toxiques » qui altèrent leur capacité auditive. Pourtant, quelques règles de prévention simples pourraient éviter cette atteinte.

Michel MONDAIN et Frédéric VENAIL

Beaucoup d'adolescents ont sans arrêt les écouteurs de leur baladeur sur les oreilles. Non seulement cette attitude énerve les adultes qui tentent de communiquer avec eux, mais elle menace aussi leur capital « audition ». Car contrairement à ce que l'on croit souvent, les oreilles des adolescents subissent régulièrement des traumatismes. Ce que l'on ignore aussi, c'est qu'il est possible d'éviter ces troubles de l'audition.

Le son, une onde captée par le pavillon de l'oreille, est transmis par le tympan et les osselets à l'oreille interne. Cette dernière contient des cellules spécialisées, les cellules ciliées, qui transforment le son en un signal électrique transporté par le nerf auditif au cerveau. On dispose à la naissance d'un capital de plus de 19 000 cellules ciliées. Ces cellules ne se renouvellent pas et leur nombre diminue naturellement avec l'âge. Ainsi, certaines personnes âgées deviennent incapables de distinguer les paroles dans le brouhaha : elles sont atteintes de presbycusie. Ces cellules sont aussi endommagées ou détruites par certaines infections ou drogues, et surtout par les traumatismes sonores, auxquels sont souvent exposés les adolescents.

Un son intense et prolongé peut détruire les cellules ciliées, car elles sont stimulées à l'excès. Les adolescents sont de plus en plus exposés aux baladeurs, concerts ou bruits violents : en France, dix pour cent des moins de 25 ans ont une atteinte de l'oreille interne.

Or elle passe souvent inaperçue et n'est donc pas prise en charge.

Les lésions provoquées par un son dépendent de son intensité et de la durée d'exposition. Un bruit peut être traumatique dès que son intensité dépasse 85 décibels si l'exposition est prolongée (au moins deux heures). Plus le bruit est intense, plus il provoque des lésions. On sait que le seuil douloureux est à 130 décibels, mais un baladeur réglé au maximum du volume peut fournir un son de 100 décibels, soit l'équivalent du bruit d'un marteau-piqueur. Et le bruit atteint 105 déci-

cent de sa puissance maximale, fournit entre 72 et 97 décibels de bruit. Si l'écoute au casque diminue la puissance reçue par rapport à un écouteur placé dans le conduit auditif, elle engendre déjà des perturbations, certes minimales mais réelles, de l'audition. Ces troubles peuvent être mesurés par audiométrie par exemple.

Qui plus est, quand on est peu vigilant, on ne perçoit pas forcément qu'un bruit est trop intense ou traumatisant. C'est le cas si l'on est fatigué, que l'on a bu trop d'alcool ou pris d'autres substances ; or c'est un cocktail fréquent lors des soirées entre adolescents.

Lorsque l'oreille subit un traumatisme, les lésions cellulaires sont soit réversibles, soit définitives. Quoi qu'il en soit, l'adolescent présente une déficience auditive, avec une sensation d'oreilles cotonneuses. Les acouphènes, c'est-à-dire la perception d'un bruit ressemblant à un sifflement ou à un bourdonnement, sont fréquents. Plus rarement, l'adolescent peut avoir une hyperacousie douloureuse, une sensation que les sons sont trop intenses et douloureux.

L'apparition d'un ou de plusieurs de ces signes traduit une lésion de l'oreille interne. Elle impose un arrêt immédiat de l'exposition au bruit, et un repos. Si les lésions sont réversibles, tout aura disparu après une nuit de sommeil. Dans le cas contraire, un otorhinolaryngologiste (ORL) doit être consulté très rapidement. Il évalue l'ampleur

SEULE LA PRÉVENTION
permet de protéger
l'audition, et il est grand temps
d'en informer les jeunes.

bels dans les concerts ou les discothèques : c'est le bruit d'une sirène.

Par conséquent, les adolescents sont exposés à des niveaux de bruits « toxiques ». De plus, le deuxième facteur de traumatisme est la durée de l'exposition, et il faut bien reconnaître que les adolescents passent des heures à écouter leur baladeur. En outre, les sons aigus sont plus nocifs que les sons intermédiaires, eux-mêmes plus nocifs que les graves. En 2010, Hannah Keppler et ses collègues, de l'Université de Gand en Belgique, ont montré qu'un baladeur, écouté pendant une heure entre 50 et 100 pour

de l'atteinte de l'oreille interne et propose un traitement ; par exemple, les anti-inflammatoires de type corticoïdes limitent la destruction des cellules ciliées, à condition d'être pris très rapidement. Si le traitement est inefficace, l'adolescent gardera toute sa vie soit un acouphène, soit une surdité qui s'aggravera avec l'âge : il a épuisé en peu de temps son capital sensoriel. Une seule solution : informer les adolescents pour prévenir ces troubles de l'audition.

En effet, en pratique, seule la prévention est efficace. Des campagnes de prévention, organisées chaque année lors des *Journées nationales de l'audition*, mais aussi proposées sous forme de plaquettes par l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé, informent le public. L'arsenal législatif soutient ces actions en imposant des normes techniques pour les casques et les

écouteurs, dont le niveau de sortie ne doit pas dépasser 100 décibels.

Quelques gestes simples sont aussi à conseiller : régler le volume de sortie du baladeur en dessous de la moitié de la puissance maximale et ce, dans un endroit calme. Il est difficile de recommander aux adolescents de réduire leur « consommation » de son, du moins peut-on leur conseiller avec insistance de faire des pauses régulières.

Lors d'un concert ou d'une sortie en discothèque, il est préférable de s'éloigner des enceintes ou de porter des protections auditives, par exemple des bouchons d'oreille. Ces dispositifs permettent une bonne qualité d'écoute et ne coupent pas les basses à forte intensité – tant appréciées des adolescents. Il est aussi conseillé de sortir de temps en temps pour laisser les oreilles « se reposer » : l'Institut national de préven-

tion et d'éducation pour la santé recommande une pause de 30 minutes toutes les deux heures ou de 10 minutes toutes les heures. Ces conseils sont identiques lors des répétitions musicales dans des endroits clos, par exemple un garage ou une cave, où le niveau sonore est élevé. Ils le sont aussi quand on écoute la radio en voiture, avec les vitres fermées. Seule la prévention permet de protéger l'audition, et il est grand temps d'en informer les jeunes. ■

Michel MONDAIN dirige le Service d'otorhinolaryngologie du CHU de Montpellier. Frédéric VENAIL est otorhinolaryngologiste à Montpellier et chercheur à l'INSERM.

Sites de la Société française ORL : www.orlfrance.org et www.sforl.org



Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

ÉCONOMIE

Les pollueurs ne sont pas les payeurs

Dans les sociétés par actions, ni les actionnaires ni les dirigeants ne sont responsables sur leurs propres deniers.

Ivar EKELAND

La radio m'informe ce matin que des taux de radioactivité plusieurs milliers de fois supérieurs à la normale ont été relevés au large de Fukushima, et que l'opérateur craint qu'il y ait une fuite dans le réacteur, contaminant la mer en continu.

Le problème, bien sûr, c'est qu'on ne sait pas. L'opérateur est la seule source des informations, il était aux commandes au moment de la catastrophe, et il a donc tout intérêt à minimiser celle-ci. On ignore s'il dit la vérité, toute la vérité, rien que la vérité. On ne sait même pas s'il la connaît lui-même, ou s'il s'emploie activement à la rechercher. C'est ce que les économistes appellent un problème d'aléa moral : on voudrait bien que l'opérateur

prenne toutes les mesures nécessaires pour préserver la santé des populations, mais



comme il est le seul à savoir ce qu'il fait, on est incapable de vérifier s'il le fait ou pas.

Le problème ne date pas d'hier. On fouille maintenant dans le passé, et on trouve nombre d'exemples où TEPCO, la compagnie qui gère cette centrale et bien d'autres, a rogné sur les normes de sécurité ou sur les coûts de maintenance. Qui s'en est soucié, tant qu'il ne se passait rien ? Par définition, le risque est ce qui ne s'est pas encore produit, mais qui peut se produire. Dans une situation industrielle très technique, comme une centrale nucléaire, ou une station de forage en mer, l'opérateur est le mieux placé pour apprécier le risque, mais ce n'est pas lui qui en subira les conséquences, ou du moins de manière très limitée.

TEPCO, comme BP, est une société anonyme. Les actionnaires ne sont pas responsables : si vous détenez une action TEPCO, on n'ira pas vous poursuivre pour indemniser les victimes des irradiations, ou les pêcheurs qui ont perdu leur gagne-pain.

Certes, on peut poursuivre la société, et la faire condamner, mais elle ne pourra donner que ce qu'elle a. Au pire, elle se met en faillite, les créanciers se payent sur les actifs, bien dépréciés à l'heure qu'il est, et il faudra trouver (et payer) quelqu'un d'autre pour gérer les suites de la catastrophe – la centrale qui risque d'exploser, les déchets qui s'écoulent dans la mer, les déchets à garder au chaud pendant des siècles. Les actionnaires, eux, voient la valeur de leur action tomber à zéro : c'est une perte financière, mais cela s'arrête là, du moins si vous n'habitez pas le Japon et que vous êtes à l'abri des radiations.

Cela a un avantage : qui investirait dans le nucléaire s'il risquait d'être tenu responsable des accidents ? Personne, et c'est

pour cela que la société par actions est une grande invention pour drainer les capitaux. Vous me direz : les actionnaires ne paient pas de leur personne, mais ils payent de leur poche, et ils ont intérêt à ce que les dirigeants de la société prennent les mesures de sécurité qui assurent la survie de celle-ci. Mais voilà, on retrouve l'aléa moral : les actionnaires ne savent pas ce que font les dirigeants. Les petits actionnaires n'ont pas d'influence et n'ont de toute façon pas le temps de regarder ce qui se passe, les gros, ceux qui siègent au conseil d'administration, n'ont pas la compétence technique et sont bien obligés de croire ce qu'on leur raconte.

Les dirigeants sont donc livrés à eux-mêmes et agissent comme des propriétaires, sans en avoir les responsabilités. Au pire, ils perdent leur poste, éventuellement avec un parachute doré, et ils en retrouvent un autre, comme Tony Hayward, le PDG de BP. Adam Smith écrivait que les sociétés anonymes se caractérisaient par la négli-

gence pour les intérêts des actionnaires, et l'opulence pour ceux des dirigeants.

Mais, direz-vous, il y a eu Tchernobyl, et ce n'était pas une société par actions qui était aux commandes ? On retrouve toujours de l'aléa moral, mais dans un autre cadre : la bureaucratie soviétique prenait en compte les intérêts de ses dirigeants plutôt que la santé de la population.

Est-ce à dire que, quel que soit le système, l'énergie nucléaire est dangereuse ? Je ne sais pas. Ce qui est sûr, c'est que l'aléa moral se glisse partout où on lui laisse une ouverture. On ne peut pas faire confiance à l'opérateur, que ce soit TEPCO, l'Union soviétique ou EDF. Il faut des organismes de contrôle totalement indépendants, qui ne soient pas l'émanation de l'opérateur, et dotés de moyens puissants. Un peu comme le système judiciaire, où les professions de procureur et d'avocat sont séparées, et où les débats sont publics. C'est peut-être un rêve. ■

Ivar EKELAND est professeur d'économie.

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Végétaliser les toitures et terrasses

La transformation des toits et des terrasses en espaces verts est peu coûteuse et apporte plusieurs bénéfices, notamment en termes d'économies d'énergie.

Maeva SABRE et Gaëlle BULTEAU

Des jardins sur les toits ? L'idée n'est pas nouvelle, les premières traces remontant au VII^e siècle avant notre ère avec les jardins suspendus de Babylone. En fait, la végétalisation des toitures et façades des bâtiments améliore le cadre de vie en milieu urbain et correspond bien aux objectifs des accords du protocole de Kyoto. Encore faut-il quantifier cette amélioration et encourager davantage la mise en place de telles surfaces.

La Chambre syndicale française de l'étanchéité (CSFE) a mis en avant dès 2004 l'intérêt des différentes techniques de toitures et terrasses végétalisées (TTV) vis-à-vis des 14 cibles de la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale). Ces cibles portent notamment sur la gestion de l'énergie, de l'eau, le confort hygrothermique, acoustique, visuel, olfactif, la qualité de l'air. Les enjeux se situent à trois échelles différentes : l'échelle globale, liée au climat et à l'environnement, celle de la ville – le cadre urbain entraînant

une densification, une imperméabilisation de la surface et une augmentation des températures – et enfin l'échelle du bâtiment.

L'un des grands avantages de la végétalisation des toits serait la diminution, surtout en été, de la consommation d'énergie. Mais les toitures végétalisées ont *a priori* de nombreux autres atouts. Parmi les plus cités figurent leur capacité à retenir l'eau, utile à la gestion, régulation et filtration des eaux pluviales ; leur rôle d'isolant acoustique, qui renforce le confort intérieur et extérieur ;

leur contribution à la lutte contre la pollution atmosphérique; la protection assurée au bâti (étanchéités bien contrôlées); leur influence sur le climat urbain (modération des températures); l'esthétique, avec plus d'espaces verts; le renforcement de la biodiversité urbaine... De même, en raison de leur teneur en eau, les TTV permettent de retarder la propagation d'incendies, du moins en l'absence de sécheresse prolongée.

Reste que les études permettant de quantifier ces bénéfices sont encore trop rares. L'une d'elles, réalisée au Laboratoire européen d'acoustique du bâtiment du CSBT, à Marne-la-Vallée, porte sur l'isolation acoustique. Elle indique que, selon que le substrat est sec ou gorgé d'eau, une toiture végétalisée permet d'amortir les bruits de 15 à 20 décibels par rapport à une toiture classique. Selon une étude américaine de 2001, la végétalisation de six pour cent des toits de Toronto, au Canada, réduit la température urbaine de un à deux degrés. Troisième exemple: d'après une étude allemande de 2004, une toiture végétalisée permettrait d'économiser jusqu'à environ 40 euros d'électricité (chauffage ou climatisation) par mètre carré et par an, par rapport à un toit classique recouvert de gravier.

Il faut aussi noter que les résultats des études dépendent du type de toitures considérées, leurs caractéristiques variant en outre d'un fabricant à l'autre. L'amélioration de ces surfaces fait d'ailleurs partie des activités de recherche et développement du domaine.

Les toits végétalisés peuvent être de véritables jardins ou de simples tapis végétaux. Le choix dépend de l'emplacement, mais aussi des contraintes esthétiques et de celles liées au bâti. Une toiture végétalisée est en effet constituée de différentes couches (un pare-vapeur, un isolant, une étanchéité, une couche de drainage, une couche filtrante, la couche de substrat et enfin la couche végétale) qui peuvent rendre la membrane d'étanchéité difficilement accessible et l'ensemble peut avoir un poids que la toiture existante ne peut supporter.

De par son expertise sur ces systèmes, le CSTB instruit des avis techniques sur la conception et la réalisation des toitures végétalisées. En outre, pour répondre à l'attente des professionnels soucieux de fournir un

produit de qualité, le CSTB a ouvert en novembre 2010, à Nantes, une grande plateforme de recherches et d'essais nommée AQUASIM. Cet équipement est dédié à l'étude, en conditions réalistes ou accélérées, du « petit cycle de l'eau », au sein du système bâtiment-parcelle-environnement. Les toitures végétalisées sont l'une des thématiques traitées, la plateforme disposant d'un plateau végétal et d'un mur végétalisable de 80 mètres carrés chacun.

Plusieurs équipes du CSTB participent à des projets de recherche liés aux toitures végétalisées, tels que HOSANNA et VegDUD. Le premier vise à réduire les nuisances sonores en combinant des moyens naturels (dont la végétation) et artificiels. Quant à VegDUD, financé pour quatre ans (2010-2013) par l'Agence nationale pour la recherche, il étudie le rôle du végétal dans le développement urbain durable.

La technique des toits végétalisés nécessite des moyens spécifiques et complexes, mais le surcoût associé est modeste. Globalement, sur dix ans, il est de quelques dizaines d'euros par mètre carré, avec un entretien qui consiste en une à trois visites par an.

Pourtant, les toits végétalisés ont des difficultés à trouver leur place sur les bâtiments français. Leur superficie totale est aujourd'hui de l'ordre de un million de mètres carrés (soit un trentième de la surface totale), 90 pour cent des chantiers étant réalisés dans le neuf. D'autres pays ont bien plus d'avance, en particulier l'Allemagne: le marché annuel y est estimé à plus de 13 millions de mètres carrés, soit un mètre carré de toiture sur six!

Que faire pour augmenter en France les surfaces végétalisées? L'un des moyens est de proposer des subventions. C'est ce que font le Conseil régional d'Île-de-France, le Conseil général des Hauts-de-Seine ou encore l'Agence de l'eau Seine-Normandie. Une autre voie est que les villes inscrivent les toitures et terrasses végétalisées dans leur plan local d'urbanisme, comme l'ont fait Paris et Grenoble.

Maeva SABRE et Gaëlle BULTEAU
sont ingénieurs au Département CAPE
(Climatologie-Aérodynamique-Pollution-Épuration) du Centre scientifique et technique
du bâtiment (CSTB, www.cstb.fr).



MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

Biodiversité



**The
Natural
History
of Santo**

edited by
**Philippe Bouchet,
Hervé Le Guyader
& Olivier Pascal**

Les îles du Pacifique sont célèbres pour le très haut niveau d'endémisme et la grande vulnérabilité de leurs faunes et de leurs flores. L'île d'Espirito Santo, ou Santo, cumule les superlatifs: la plus grande et la plus haute du Vanuatu, Santo est un extraordinaire microcosme géographique et culturel, avec récifs, grottes, montagnes, îles et îlots satellites, et une occupation humaine qui remonte à 3 000 ans. Renouant avec l'esprit des « Grandes Expéditions Naturalistes », l'expédition Santo 2006 avait mobilisé sur le terrain plus de cent cinquante scientifiques, bénévoles et étudiants de vingt-cinq pays. Petit tour de force éditorial avec plus de 100 auteurs, ce *Natural History of Santo* est un éloge de la biodiversité de cette « île-planète ». À la fois beau livre richement illustré et bilan des connaissances scientifiques, *Natural History of Santo* se veut un outil de connaissance pour sa conservation durable. Il s'adresse autant aux acteurs locaux du développement et de l'éducation qu'aux naturalistes du monde entier.

ISBN: 978-2-85653-627-8 • format 210 x 297 mm
texte en anglais • impression quadrichromie
nombreuses photos • 544 p. • 59 € TTC

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DU MUSÉUM

Commandes et renseignements:
Muséum national d'Histoire naturelle
Publications scientifiques
Case postale 41 • 57 rue Cuvier • 75231 Paris cedex 05
Tél.: 01 40 79 48 05 • Fax: 01 40 79 38 40
diff.pub@mnhn.fr • <http://www.mnhn.fr/pubsci>