

« QUE SAIS-JE ? »
LE POINT DES CONNAISSANCES ACTUELLES

— N° 855 —

LE BRUIT

par

René CHOCHOLLE

Maître de Recherche au C.N.R.S.

TROISIÈME ÉDITION MISE A JOUR



PRESSES UNIVERSITAIRES DE FRANCE

108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS

1973

VINGT-QUATRIÈME MILLE

IV. — Les niveaux de bruit

La marge des bruits auxquels nous sommes soumis journalièrement est extrêmement étendue. Elle peut aller de quelques dizaines de dBA dans les endroits les plus calmes jusqu'à 140 ou 160 dBA auprès des moteurs à réaction.

Pour donner une idée des niveaux de bruit, on peut dire que le niveau est de 40 à 50 dBA dans les bureaux calmes ou les appartements ; il peut atteindre 60 à 80 dBA dans la rue, 70 à 90 dBA dans le métro et les moyens de transport, 90 à 110 dBA dans les usines, 120 à 130 dBA auprès des marteaux pneumatiques (v. fig. 16).

Les niveaux globaux des bruits sont évidemment plus élevés que le niveau de chacune des fréquences composantes prises isolément, puisque les appareils somment les diverses composantes, comme on l'a vu précédemment ; si une des composantes est beaucoup plus importante que les autres, la différence entre le niveau global et le niveau de cette composante reste faible.

De même, les niveaux globaux sont plus élevés que le niveau dans chacune des bandes de fréquences prises isolément. La différence entre le niveau global et le niveau dans une des bandes de fréquences peut aller de quelques décibels par rapport à la bande nettement plus intense, à 10 ou 20 dB si les bandes se valent. On peut calculer le niveau global du bruit à partir du niveau dans chacune des bandes de fréquences prises isolément : on admet que la pression acoustique totale est égale à la somme des pressions acoustiques dans chacune des bandes prises isolément ; des abaques permettent d'effectuer les sommes sans avoir besoin de passer par les valeurs arithmétiques.

Les niveaux globaux des sources de bruit sont également importants à connaître ; ils permettent de déterminer les niveaux de bruit qu'une source produira à une distance déterminée ; on les exprime par la puissance totale émise, ou en décibels par rapport à un niveau de référence.

CHAPITRE IV

LES EFFETS DES BRUITS SUR L'ORGANISME

Les effets des bruits peuvent être directs sur l'oreille, la voie sensorielle auditive et quelques autres voies sensorielles ; mais ils peuvent être aussi secondaires au niveau du psychisme, ou réflexes au niveau de la vie végétative.

I. — Les effets des bruits sur l'oreille et la voie sensorielle auditive

On doit évidemment distinguer entre les effets physiologiques normaux et les effets pathologiques occasionnels.

1. Les effets physiologiques normaux. — Ceux-ci sont communs à tous les sons, qu'ils soient ressentis ou non comme des bruits ; ils peuvent avoir parfois des conséquences néfastes indirectes pour notre organisme ou nous gêner.

Parmi les effets normaux nous retiendrons plus particulièrement les effets suivants :

A) *Les effets de masque* : Comme on l'a vu (v. fig. 9 et 10), l'effet de masque touche des fréquences voisines et s'étend largement vers les fréquences plus aiguës ; le langage est également facilement masqué par du bruit.

L'effet de masque peut rendre difficile de suivre une conversation, nous irriter, accroître notre émotivité, réduire notre attention ; il peut également nous empêcher de percevoir des ordres, des recommandations, des signaux avertisseurs. Le bruit peut être ainsi indirectement la cause d'accidents.

B) *Les perturbations de la localisation spatiale* : La présence d'une ambiance bruyante peut perturber notre reconnaissance spatiale des sources acoustiques et menacer également de ce fait notre sécurité.

C) *L'audition intolérable et la douleur aux niveaux trop élevés* : Elles peuvent elles aussi être indirectement la cause d'accidents.

D) *L'établissement, l'évanouissement et la latence de la sensation auditive* : Comme toutes les autres sensations, la sensation auditive ne s'établit pas d'emblée ; elle met 100 à 200 ms pour atteindre son plein niveau (Chocholle en 1938, par exemple) ; et il lui faut un temps du même ordre pour s'évanouir.

D'autre part, la sensation auditive a, comme toutes les sensations, un certain retard, une certaine latence sur le stimulus par accumulation des retards le long de la voie sensorielle et plus particulièrement au niveau des centres supérieurs ; il existe également des retards à la variation ou à la cessation du stimulus. Il en résulte un retard à la réponse motrice (par exemple Chocholle en 1945 et 1947), dit *temps de réaction* ; ce dernier varie avec l'intensité de 120 à 400 ou 500 ms, suivant les sujets et les conditions.

Ces différents facteurs peuvent évidemment être la cause, eux aussi, d'accidents.

E) *L'adaptation auditive* : A ses tout premiers instants et après la période d'établissement, la réponse d'un organe n'est jamais complètement organisée : elle n'est pas adaptée ; si la cause de cette

réponse se prolonge, cette dernière tend alors à s'organiser, à réaliser un équilibre avec l'ensemble des facteurs en présence, et donc à s'adapter. Cette organisation de la réponse est très rapide ; après son achèvement, la réponse continue identique à elle-même aussi longtemps que le stimulus, sauf fatigue éventuelle. L'organisation de la réponse se traduit par une réduction rapide et progressive de son niveau jusqu'à ce que la stabilisation soit achevée.

On distingue parfois l'adaptation de l'accommodation (appelées quelquefois respectivement encore adaptation immédiate et adaptation perstimulatoire) ; la première, très rapide, résulterait plus particulièrement de la réalisation d'équilibres, la deuxième prolongerait la première et résulterait de l'organisation de la réponse elle-même.

Dans l'oreille, de l'adaptation et de l'accommodation apparaissent certainement à tous les niveaux, depuis les muscles de l'oreille moyenne jusqu'au niveau des centres supérieurs.

On étudie l'adaptation auditive en faisant égaliser de temps à autre l'intensité d'un son continu sur une oreille et celle de stimulus plus ou moins brefs et de même fréquence sur l'autre oreille (Hood, en 1950 et en 1954, par exemple). La réduction de sonie sous l'effet de l'adaptation se monte à environ 30 à 40 dB à 1 000 Hz pour un son d'intensité élevée (v. fig. 17).

L'adaptation est maximale à la fréquence du son stimulant, mais elle s'étend également à un certain nombre de fréquences voisines. Elle dure tant que dure le stimulus et cesse avec le stimulus ; elle a à peu près disparu au bout de quelques

secondes ; sa disparition est totale en une minute. Elle dépend de l'intensité du stimulus, mais apparaît toujours, quels que soient le stimulus et son intensité.

F) *La fatigue auditive* : La fatigue est l'état d'un organe qui a fonctionné au-delà de ses possibilités,

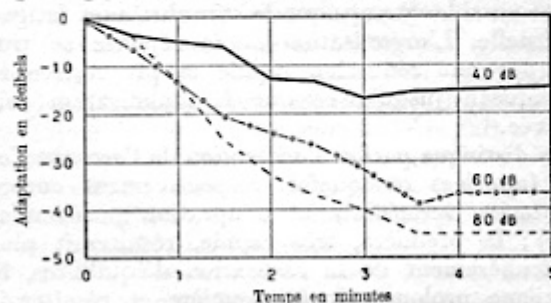


Fig. 17. — Evolution de l'adaptation en fonction du temps pour un son de 1 000 Hz (d'après Hood, 1956)

la cause de la réponse ou la réponse elle-même ayant dépassé des limites acceptables ou duré trop longtemps. La fatigue est caractérisée par une réduction de l'aptitude de l'organe à répondre et donc par une augmentation du seuil de la réponse. Un organe fatigué a besoin de récupérer, de se reconstituer, au moyen d'apports extérieurs le plus souvent, avant de retrouver ses aptitudes habituelles ; la récupération est plus ou moins rapide.

On distingue parfois les fatigues à récupération rapide des fatigues à récupération lente, car leur origine peut être différente.

On mesure la fatigue auditive par l'augmentation du seuil après fatigue par un stimulus auditif ; on utilise également des égalisations de sonie après fatigue unilatérale entre l'oreille fatiguée et l'autre oreille.

La fatigue s'étend sur une bande de fréquences d'autant plus large que le stimulus a duré plus longtemps ; elle est limitée en général aux fréquences voisines et à une bande qui s'étend sur deux octaves environ au-dessus de la fréquence du son fatigant, mais peut atteindre parfois toutes les fréquences plus élevées que celle du stimulus ; la fatigue n'atteint jamais de façon significative des fréquences plus graves que le stimulus, à l'exception des fréquences voisines (v. fig. 18). La fatigue n'est jamais maximale à la fréquence du son fatigant ; le maximum de l'effet se trouverait, pour quelques auteurs, à une demi-octave au-dessus de la fréquence du son fatigant ; pour d'autres, il se produirait à l'octave supérieure. Les fréquences situées entre 1 000 et 5 000 Hz entraînent, semble-t-il, un maximum de fatigue.

Un bruit à spectre continu (bruit blanc) crée de la fatigue sur une bande étendue de fréquences, de 300 à 8 000 Hz au moins (v. fig. 19) ; mais le maximum de fatigue se trouve entre 2 000 et 4 000 Hz selon les auteurs.

La fatigue est d'autant plus importante que le stimulus a duré plus longtemps ; la fatigue est également d'autant plus grande que le stimulus est plus intense ; mais, contrairement à l'adaptation, elle n'apparaît qu'à des niveaux élevés. La fatigue auditive peut atteindre 80 à 90 dB, ou plus encore selon les cas.

La récupération de la fatigue auditive (v. fig. 18 et 19) peut être très lente et demander même plusieurs jours si l'élévation du seuil a été importante, si celle-ci a atteint plus de 60 dB par exemple. La récupération est rapide au début, mais se ralentit peu à peu. Les fréquences voisines de 4 000 Hz semblent récupérer moins vite que les autres, quel qu'ait été, par ailleurs, le son fatigant.

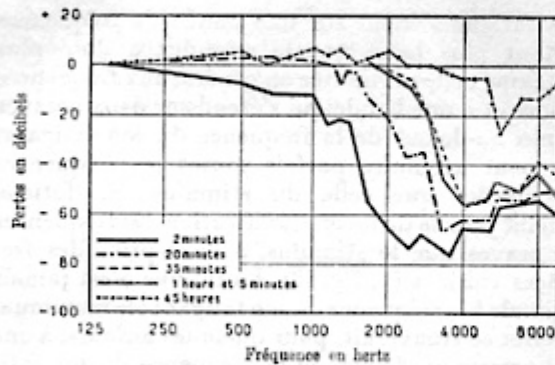


Fig. 18. — La fatigue et sa récupération au bout des temps indiqués : son de 2 000 Hz à 130 dB pendant 2 minutes (d'après DAVIS, MORGAN, HAWKINS, GALAMBOS et SMITH, 1950).

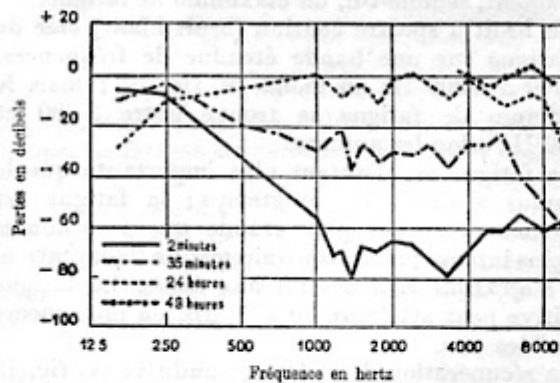


Fig. 19. — La fatigue et sa récupération au bout des temps indiqués : bruit de bande compris entre 300 et 4 000 Hz à 130 dB pendant 132 minutes (d'après DAVIS, MORGAN, HAWKINS, GALAMBOS et SMITH, 1950).

La fatigue auditive est accompagnée de *recrutement*, comme le montrent les comparaisons de sonie entre les deux oreilles après fatigue unilatérale, et

doit donc trouver son origine en grande partie au niveau des cellules ciliées. On dit, en effet, qu'il y a recrutement lorsqu'une oreille dont le seuil est fortement relevé arrive à rejoindre malgré tout, aux niveaux élevés, la sonie perçue par une oreille normale (v. fig. 20) : la sonie évolue donc pour cette oreille plus vite que pour une oreille normale, ou pour une oreille anormale qui, bien qu'ayant un seuil fortement relevé, conserve la même perte auditive le long de toute la marge d'intensité dont elle peut encore disposer ; or, la présence de recrutement semble liée à des atteintes des cellules ciliées.

Par ailleurs, la fatigue auditive est accompagnée de *diplacousie*, c'est-à-dire de modification de la tonie, de la hauteur tonale perçue ; les sons ne paraissent plus de même hauteur ou de même timbre après fatigue importante.

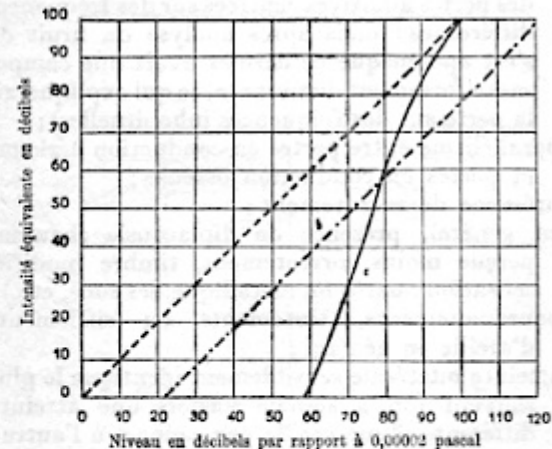


Fig. 20. — Schéma de l'évolution de la sonie chez un sujet normal (courbe a), chez un sujet sourd ne présentant pas de recrutement (courbe b), et chez un sujet sourd présentant du recrutement (courbe c).

Il faut enfin mentionner la grande variabilité de la fatigue auditive et de sa récupération suivant les personnes, et même chez la même personne d'un jour à l'autre : des sujets peuvent, en effet, faire preuve, au cours d'essais, d'un état de fatigue ou d'une récupération très différents certains jours, sans que les conditions aient changé.

2. Les effets pathologiques. — Ce sont essentiellement les *traumatismes auditifs*, dits encore *traumatismes* (ou *traumas*) *acoustiques*.

A) *Caractères audiométriques* : Les traumatismes auditifs se caractérisent de la façon suivante :

- pertes auditives le plus souvent importantes dans une bande plus ou moins large de fréquences, dont le maximum se trouve aux alentours de 4 000 Hz en général (on a signalé parfois des pertes auditives centrées sur des fréquences différentes ; mais après analyse du bruit on s'est aperçu que ce dernier avait une composante fortement dominante, ce qui expliquerait la perte sur des fréquences inhabituelles) ;
- parallélisme entre pertes en conduction aérienne et pertes en conduction osseuse ;
- présence de recrutement ;
- en général, présence de diplacousie (hauteur perçue moins correctement, timbre modifié, sensation ouatée ou métallique des sons, etc.) ;
- bourdonnements, tintements ou sifflements d'oreille en général ;
- atteinte bilatérale sensiblement identique le plus souvent (on a signalé parfois une atteinte différente d'une oreille par rapport à l'autre ; il semble bien que, dans ce cas, l'oreille la moins atteinte se soit trouvée protégée) ;
- irréversibilité de l'atteinte.

Le traumatisme auditif commence aux environs de 4 000 Hz ; à ce stade, la perte auditive reste faible et ne dépasse pas 20 à 30 dB. Mais cette perte d'audition se met alors à s'étendre si le sujet continue à rester dans un bruit intense ; elle atteint progressivement des fréquences de plus en plus aiguës et s'approfondit ; en même temps, mais plus lentement, elle progresse vers les fréquences moyennes (v. fig. 21, 22 et 23). Quand la perte d'audition atteint les fréquences moyennes, le sujet commence à rencontrer des difficultés pour suivre une conversation, puisque les sons vocaux ont leurs principales composantes dans les fréquences moyennes. Dans les cas les plus prononcés, les pertes auditives sont totales ou presque totales (plus de 70 dB) aux alentours de 4 000 Hz et aux fréquences aiguës ; aux fréquences moyennes, elles peuvent s'étendre jusqu'à 500 Hz, ou même plus bas encore.

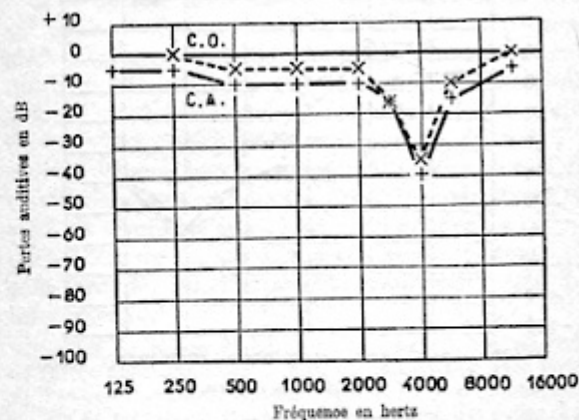


Fig. 21. — Audiogramme d'une oreille atteinte de surdité professionnelle à ses débuts (C.A. : conduction aérienne, C.O. : conduction osseuse)

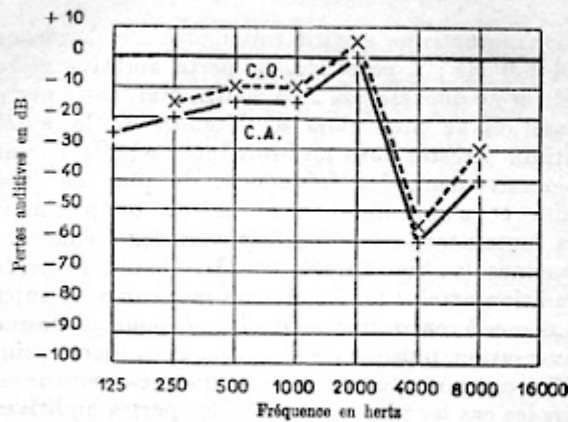


Fig. 22. — Audiogramme d'une oreille atteinte de surdité professionnelle accusée (C.A. : conduction aérienne, C.O. : conduction osseuse)

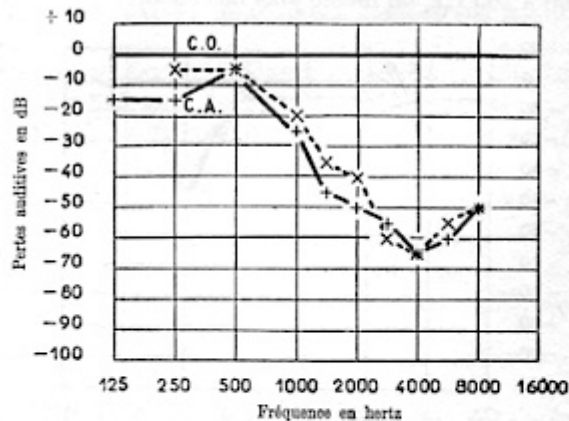


Fig. 23. — Audiogramme d'une oreille atteinte de surdité professionnelle très prononcée (C.A. : conduction aérienne, C.O. : conduction osseuse)

Les surdités par traumatisme auditif ne sont pas évolutives par elles-mêmes ; elles ne s'étendent que si on continue à rester dans le bruit : dès que le sujet atteint de traumatisme auditif est éloigné de tout milieu bruyant, la perte d'audition se stabilise au niveau atteint. On a signalé des cas où les pertes auditives auraient régressé un peu, mais ceci reste encore à prouver.

On rencontre des différences individuelles considérables : certains sujets sont atteints dès les premiers instants de présence dans le bruit, tandis que d'autres ne le sont qu'au bout d'un temps plus ou moins long, voire des années, ou ne le seront jamais. Tout se passe comme si,   un moment donné, l'oreille devenait tout à coup beaucoup plus fragile, ou se trouvait en présence d'une action traumatisante du bruit accrue par suite de quelque relâchement.

L'évolution ultérieure d'un traumatisme auditif est également fort variable d'un sujet à un autre ; chez certains, l'évolution peut être rapide ; chez d'autres elle est beaucoup plus lente, et peut même s'étendre sur de nombreuses années avec des périodes de stabilité ; on peut même parfois arriver à une stabilisation à peu près complète, bien que le sujet continue à rester dans un bruit intense. Les aggravations semblent se produire, en général, à certaines périodes : de temps à autre, l'oreille redeviendrait plus fragile, ou l'action traumatisante du bruit augmenterait.

Comme les pertes d'audition par traumatisme auditif ont de fortes analogies avec la fatigue auditive (  part l'irréversibilité des dernières), on tend souvent à les confondre ou à les relier ; de nombreux auteurs admettent que des fatigues auditives importantes prolongées et répétées amèneraient à un traumatisme auditif. En réalité, on a probablement affaire à deux phénomènes totalement différents ; la fatigue auditive

est un effet physiologique, tandis que le traumatisme auditif est un processus pathologique : *la fatigue est uniquement (ou essentiellement) fonctionnelle et réversible et le traumatisme auditif uniquement (ou essentiellement) lésionnel et irréversible* ; d'autre part, nous n'avons aucune preuve jusqu'à présent d'une relation quelconque entre le traumatisme auditif et un état de fatigue important, prolongé et répété.

Les pertes auditives dues aux traumatismes acoustiques se rencontrent essentiellement, mais pas uniquement, chez des travailleurs atteints par les bruits sur les lieux de travail ; on leur donne, dans ce cas, le nom de *surdités professionnelles*.

Tous les caractères des traumatismes auditifs montrent qu'il y a lésion au niveau de l'oreille interne : parallélisme entre conduction aérienne et conduction osseuse, recrutement, diplacousie : il y a *traumatisme*, d'où leur nom. Aux niveaux très élevés, il peut même y avoir lésion au niveau de l'oreille moyenne : on a signalé (Parrack par exemple, en 1956) des cas de rupture du tympan en présence d'un son ou d'un bruit d'environ 160 dB.

B) *Les lésions anatomiques* : Les expériences sur l'Animal ont montré que, sous l'action d'un bruit ou d'un son intense, des lésions anatomiques importantes apparaissent effectivement au niveau de l'organe de Corti. Des lésions fort diverses ont été décrites : lésions des cellules ciliées ou de leurs cils, des cellules de soutien, des fibres nerveuses, ruptures ou déplacements de membranes, etc. ; parfois cependant, malgré des pertes auditives importantes, on n'a pu trouver de lésions décelables par les procédés utilisés jusqu'à présent. Les résultats sont fort variables selon les auteurs, les bruits ou les Animaux utilisés, les méthodes histologiques employées, aussi bien dans l'étendue ou la localisation des lésions que sur leur nature.

De nombreuses recherches ont été entreprises pour déterminer sur l'Animal la localisation des lésions le long de la membrane basilaire en fonction de la fréquence sous l'effet de sons purs ; les résultats diffèrent entre les auteurs : on a décrit des lésions localisées tantôt au niveau de la fréquence traumatisante, tantôt au niveau de l'harmonique supérieur, tantôt sur toute une bande de fréquences plus aiguës que le son traumatisant, tantôt aux alentours de 4 000 Hz ; parfois même, les lésions semblaient s'étendre à toutes les fréquences.

En fait, tous ces travaux pourraient, semble-t-il, se résumer de la façon suivante, malgré leurs divergences : en présence de sons purs à des niveaux suffisamment élevés, les fréquences atteintes s'étendraient sur une ou deux octaves supérieures, avec, le plus souvent, un maximum aux environs de l'harmonique supérieur ; à des niveaux encore plus élevés, la bande des fréquences traumatisées s'étendrait et le maximum se déplacerait même parfois vers 4 000 Hz ; aux niveaux les plus élevés, toutes les fréquences seraient atteintes.

En présence d'un bruit blanc, la bande des fréquences atteintes est assez large et le maximum s'est montré localisé aux environs de 4 000 Hz dans les expériences sur l'Animal.

On retrouve ainsi sur l'Animal ce que nous ont appris les observations sur l'Homme : localisation de l'atteinte aux alentours de 4 000 Hz sous l'effet d'un bruit, mais possibilités d'atteintes sur des fréquences différentes si le bruit a une dominante importante.

C) *La raison de la localisation des traumatismes auditifs aux environs de 4 000 Hz* : De nombreuses explications ont été données. On a cherché par exemple (Rüedi et Furrer en 1946) à faire jouer un rôle aux tourbillons apparaissant dans le liquide endolymphatique de la cochlée à des endroits bien déterminés sous l'effet des sons, décrits par v. Békésy en 1928 ; les tourbillons pourraient changer de sens aux environs de 4 000 Hz et, sous l'effet d'un bruit à spectre étendu assez intense, la membrane basilaire tirillée dans les deux sens pourrait se trouver lésée ; en réalité, on sait maintenant que ces tourbillons ne peuvent changer de sens en aucun point de la cochlée.

On a émis également l'hypothèse que les pertes vers 4 000 Hz pourraient s'expliquer par la composition spectrale des bruits d'usine et la plus faible valeur des seuils auditifs vers 2 000 Hz.

Toutes ces explications ne paraissent pas convaincantes. Tout au contraire, la structure même de la cochlée semble être en cause ; en effet, comment s'expliquerait autrement la localisation des pertes auditives résultant de traumatismes crâniens aux environs de 4 000 Hz également ? Comment s'expliquerait autrement la localisation des pertes auditives sous l'effet des ondes de choc aux environs de 4 000 Hz ? Et il est curieux de constater que les pertes auditives sous l'effet des agents toxiques ou des virus qui s'attaquent à l'oreille se trouvent également dans cette zone.

Du fait de l'enroulement de la cochlée, de la proximité des fenêtres ronde et ovale et du vestibule, ou de la proximité de la bipartition de l'artère cochléo-vestibulaire en une branche vestibulaire et en une branche cochléaire, il se pourrait que la membrane basilaire (ou certains de ses éléments) soit plus fragile près de sa base, ou que des variations de pression trop importantes puissent y apparaître.

II. — Les effets des bruits sur d'autres organes sensoriels

Les bruits intenses peuvent provoquer des troubles de l'équilibre, d'où cause d'accidents.

Dans une ambiance par trop intense, on a l'impression de perdre l'équilibre, de marcher dans le vide et en pleine inconscience, de ne plus pouvoir coordonner ses mouvements ; il faut des efforts surhumains pour se maintenir, marcher, faire le moindre geste. Ces troubles de l'équilibre peuvent être la cause de nausées, de vertiges ; chez les per-

sonnes qui travaillent auprès des moteurs à réaction, les vertiges, les nausées peuvent même entraîner des vomissements, des syncopes et persister après la fin de la journée de travail.

Toutes les perturbations de l'équilibre doivent provenir essentiellement d'une action directe des sons et bruits intenses sur les terminaisons des éléments sensoriels des organes vestibulaires : canaux semi-circulaires, utricule, saccule. Le réflexe de Tullio nous montre qu'une telle action est possible ; on sait, en effet, qu'un son intense provoque chez le Pigeon privé de cochlée une rotation de la tête dans un sens opposé à la source ; d'autre part, des enregistrements directs faits sur l'Animal par divers auteurs ont montré que des sons intenses pouvaient effectivement exciter les terminaisons sensorielles des canaux semi-circulaires. Sur l'Homme d'ailleurs, des expériences montrent que des contractions apparaissent dans les muscles du cou tendant à dévier la tête vers la source du bruit ; mais s'agit-il d'un réflexe vestibulaire ou d'une réaction auditive ?

De la même façon, des sons très intenses doivent arriver à stimuler les terminaisons sensorielles sensibles aux vibrations solidiennes et leurs effets s'ajouter aux vibrations transmises par le sol, les supports, etc.

III. — Les effets psychiques des bruits

Il y a de grandes interactions entre les effets psychiques des bruits et les effets physiologiques généraux : les effets psychiques se répercutent sur les effets physiologiques généraux et inversement.

Les effets psychiques eux-mêmes ne sont pas des effets directs ; ils doivent être dus, pour une part, à des liaisons plus ou moins secondaires à

différents niveaux infracorticaux ou corticaux de la chaîne nerveuse auditive, pour une autre part à des répercussions du domaine physiologique, et pour une dernière part à des répercussions entre diverses aires corticales, avec intervention possible de structures infracorticales et de données psychiques.

1. Troubles généraux du psychisme. — Les troubles du psychisme peuvent aller de sentiments de troubles mal définissables jusqu'à des perturbations bien précises et même des troubles pathologiques.

Les bruits peuvent engendrer des sentiments divers, comme par exemple et suivant les cas, des sentiments de déplaisir, de désagrément, d'angoisse, de gêne, d'inconfort, d'inattendu, d'inapproprié, d'appréhension, de peur, etc.

Ils peuvent également réduire notre attention, empêcher sa concentration (d'où possibilité d'accidents); ils peuvent aussi gêner notre pensée, perturber notre mémoire.

Les bruits peuvent également empêcher le recueillement sur soi-même, annuler l'impression d'isolement du monde extérieur que l'on ressent d'habitude dans un lieu retiré (dans notre chambre par exemple, ou à la campagne); ils peuvent aussi perturber nos moments de repos.

Des fonctions plus spécialisées peuvent aussi se trouver altérées: ainsi, par exemple, le sommeil peut se trouver perturbé sous l'effet des bruits perçus au cours de la nuit, ainsi que sous l'effet de la fatigue ou de tintements d'oreilles provoqués par les bruits de la veille.

D'autre part, les bruits peuvent être la cause de véritables troubles psychiques. Certains bruits peuvent devenir une obsession: il en est ainsi, par exemple, de la goutte d'eau qui tombe à intervalles

plus ou moins réguliers au cours de la nuit, du faible bruit que font les petits insectes appelés « Horloges de la mort » en raison même du bruit produit, du grignotement d'une souris dans une pièce voisine, du froissement de petits bouts de papier par un voisin au cours d'un spectacle. L'obsession vient de la répétition, de la prolongation du bruit, de sa signification, ou, au contraire, de son imprécision, voire même de l'absence de signification claire.

Les bruits peuvent enfin engendrer de véritables troubles de la personnalité: irritabilité, asthénie, nous rendre susceptibles, insupportables envers les autres; ils peuvent même être à la longue la cause de véritables troubles de caractère, ou de véritables troubles mentaux. Les troubles de la personnalité causés par le bruit ne cessent pas avec le bruit en général; ils peuvent subsister des jours, des semaines ou plus encore; une période de calme complet ou de repos peut même parfois s'avérer inefficace.

2. Les effets perturbateurs des bruits sur la perception des messages verbaux, d'une conversation. — Des bruits trop intenses peuvent empêcher de suivre une conversation, d'entendre des ordres, des recommandations.

Les effets des bruits sur l'intelligibilité, la compréhension des messages verbaux, proviennent en partie de l'effet de masque du bruit sur ces messages; mais le bruit peut également rendre difficile le maintien d'une attention suffisante, ou même détourner complètement cette dernière comme on l'a vu, rendant ainsi difficile de suivre une conversation, par ailleurs suffisamment audible.

Les perturbations sur les communications téléphoniques, télégraphiques, les messages radio, dans les salles de spectacle, etc., ont été particulièrement étu-

diées. On a ainsi déterminé par exemple les rapports limites entre sons vocaux et bruit de fond pour que, dans telle ou telle condition, un message verbal soit encore intelligible : la discrimination ne peut se faire que si le message verbal dépasse le bruit de fond de plus de 10 à 15 dB. On a déterminé également les modifications à faire subir aux messages verbaux pour les rendre plus intelligibles malgré la présence de bruit.

3. Les troubles intellectuels et psychomoteurs. —

Nous avons tous le sentiment de plus grandes difficultés en présence de bruit dans les tâches que nous entreprenons, ou dans la résolution de certains problèmes intellectuels. On devrait donc s'attendre à :

- une diminution de la rapidité des réponses psychomotrices ou intellectuelles ;
- une augmentation des erreurs ;
- une réduction de la précision et de la qualité des réponses ;

Tous ces facteurs peuvent être la cause d'accidents dans le travail.

Or, malgré un nombre impressionnant de travaux sur cette question, des résultats positifs indiscutables ont été rarement obtenus expérimentalement. C'est ainsi que Kryter en 1950, à la suite d'une revue détaillée de tout ce qui avait paru antérieurement, pouvait conclure qu'aucun effet n'avait pratiquement été démontré jusqu'alors.

La raison en est certainement que nous sommes capables de mobiliser toute notre énergie pour surmonter une difficulté, au moins pendant un temps ; nous pouvons écarter de notre esprit tout ce qui aurait tendance à réduire notre attention, notre capacité de réponse ; devant un obstacle, des dif-

ficultés, nous tendons à accroître nos performances habituelles, pour passer outre.

On comprend ainsi que les expériences aient abouti à des résultats différents, voire contradictoires, selon les auteurs : les temps de réaction ont ainsi été vus plus longs ou au contraire inchangés selon les auteurs. On comprend aussi que les résultats aient été parfois même opposés à ce qu'on attendait : le but même d'une expérimentation étant de faire le mieux possible ce qui est demandé, l'effort fourni par le sujet pendant un temps peut parfois alors dépasser le niveau nécessaire pour surmonter toutes les difficultés ; ainsi, les résultats aux tests d'intelligence ont souvent été paradoxalement supérieurs à la normale, malgré l'impression de forte gêne et de grande fatigue ressentie par les sujets (Gavini, 1952).

Les conditions d'expérience, les consignes données sont également très importantes : elles peuvent modifier complètement le sens d'une expérience, voire même en fausser les résultats ; l'Homme, en effet, n'est pas une machine, il peut s'adapter, se contrôler, etc.

Pour obtenir des résultats positifs, il faut arriver à mettre en défaut les aptitudes des sujets à surmonter les difficultés, leurs possibilités d'adaptation, de contrôle, de vigilance ; on peut y arriver en compliquant les tâches et en faisant durer le bruit suffisamment longtemps pour que ces divers mécanismes se relâchent par épuisement.

Ainsi, Broussard, Walker et Roberts Jr. ont pu montrer récemment qu'une tache lumineuse de très faible intensité observée au travers d'une lunette était vue au bout d'un temps plus long dans le bruit.

Broadbent de même, au cours de ces dernières années, a montré que les temps augmentaient éga-

lement si les sujets avaient à surveiller en même temps un certain nombre de cadrans ou de lampes dont il fallait suivre les signaux ; les sujets ne devaient répondre qu'à un signal bien déterminé et n'apparaissant que rarement. De même, Broadbent d'un côté et Jerison de l'autre ont montré récemment que, devant une tâche compliquée et des signaux se répétant rapidement, le nombre des erreurs augmentait dans le bruit.

Nous avons nous-même vu que les sujets faisaient plus d'erreurs à un test de pointage sur cylindre tournant et donnaient des temps plus longs à un test de reconnaissance visuelle au bout de quelques heures de présence dans le bruit ; ces effets s'accroissent avec le temps passé dans le bruit ; mais une période de repos d'une demi-heure ramène presque à leur valeur normale les réponses des sujets (Chocholle et Berger, 1954 et 1958).

Des essais ont également été faits sur le lieu de travail : par exemple, le nombre de mots frappés par une dactylographe augmente et le nombre d'erreurs diminue après traitement insonorisant des murs et des plafonds, ce qui a pour effet de réduire un peu le bruit ambiant.

4. Le rapport du niveau des bruits utiles à celui du bruit de fond. — Si une ambiance trop bruyante, ou certains bruits trop élevés, sont un véritable danger pour notre organisme, un trop faible niveau de bruit, ou un rapport trop faible d'un bruit significatif au bruit de fond, peut avoir quelques inconvénients du point de vue psychique.

Un niveau de bruit vraiment trop faible peut parfois amener à un état de somnolence, réduire notre vigilance, et créer une certaine gêne au cours d'une période d'activité : un minimum d'ambiance

sonore est nécessaire au cours de certaines périodes d'activité, mais ce niveau doit rester bien faible cependant. De plus, tous les sons ne sont pas équivalents : les différents types d'activité ont besoin d'ambiances sonores différentes. Ceci ne peut évidemment en aucun cas justifier les ambiances musicales, dites musique fonctionnelle, créées parfois dans certains ateliers bruyants, car non seulement les bruits existent toujours, mais encore le niveau global se trouve considérablement accru, puisque s'ajoute le niveau de la musique, lui-même suffisamment élevé pour dominer le bruit.

D'autre part, un bruit informateur ou un bruit signal doivent avoir un certain niveau par rapport au bruit de fond, pour permettre au travailleur de suivre son travail, de se sentir en sécurité ; et ceci évite des accidents, comme on l'a vu précédemment.

IV. — Les effets physiologiques généraux des bruits sur l'organisme

Les effets physiologiques généraux des bruits sur l'organisme sont indirects, tout comme les effets psychiques ; ils doivent venir pour une part d'actions réflexes à partir des centres infracorticaux, et pour une autre part de répercussions périphériques des perturbations apportées au niveau psychique. Les effets physiologiques normaux sont tout aussi difficiles à démontrer que les effets psychiques. Sous l'effet de bruits prolongés et intenses apparaît une sensation de fatigue, de lassitude générale, de grande faiblesse ; cette fatigue est parfois tellement intense que le sommeil ou un repos de quelques jours ne permettent parfois plus une récupération totale.

Des troubles physiologiques peuvent également apparaître : étourdissements, syncopes, maux de

tête ou migraines permanentes, perte d'appétit, amaigrissement, anémie, etc.

L'étude expérimentale des effets physiologiques des bruits, et donc des causes de la fatigue et des troubles qu'ils engendrent, doit être complètement séparée de l'étude des réactions physiologiques à l'apparition brusque du bruit. En effet, toute apparition brusque et inattendue d'un stimulus intense provoque une réaction d'alarme, d'alerte, de surprise : il y a réaction de « stress », de choc émotionnel, qui se traduit par des réactions sur le plan physiologique. Si le stimulus est bref, les perturbations apportées sur le plan physiologique disparaissent progressivement ; il en est de même si le stimulus se prolonge, car au bout d'un certain temps les perturbations ont complètement disparu et un nouvel état de choc émotionnel peut apparaître à la cessation du stimulus ; si le stimulus est répété un certain nombre de fois, il y a accoutumance en général et il n'apparaît plus de choc émotionnel. Le bruit, comme tous les autres stimuli, provoque évidemment un état de choc émotionnel : si l'on n'y prend pas garde, on peut attribuer à l'effet du bruit ce qui est plus simplement l'effet du choc émotionnel ; la distinction est d'ailleurs fort difficile, surtout si l'on expérimente sur des durées relativement brèves. Tout comme pour les effets psychiques, il faut prolonger l'expérience sur de très longues heures ; un effet qui s'atténue progressivement est un effet de choc émotionnel ; un effet qui, par contre, tout comme la fatigue, s'accroît avec le temps est un effet durable du bruit.

La fatigue due au bruit n'est d'ailleurs peut-être pas un simple effet d'épuisement de certaines données ; la présence de bruit pourrait être la cause d'effets de types divers qui tendraient à désorganiser des équilibres, comme sont désorganisés les équilibres sous l'effet du choc émotionnel à l'apparition du bruit ; mais l'organisme réagirait d'une façon permanente pour maintenir ces équilibres, qui, s'ils se désorganisaient, pourraient devenir néfastes, contrairement au cas du choc émotionnel où les équilibres sont brusquement détruits et se rétablissent assez rapidement ; des efforts, des dépenses supplémentaires, seraient nécessaires pour maintenir ces équilibres, d'où fatigue.

Les bruits provoquent des troubles neuro-végétatifs certains ; tous les troubles neuro-végétatifs possibles ont donc été recherchés. Malheureusement,

la distinction entre effets du choc émotionnel à l'apparition du bruit et effets durables des bruits a rarement été faite ; il n'est donc pas étonnant que les effets décrits par divers auteurs ne se soient pas confirmés au cours d'études systématiques postérieures. Il en est ainsi par exemple des effets suivants : accélération du rythme cardiaque, du rythme de la respiration, augmentation de la pression sanguine, modification des mouvements péristaltiques de l'estomac ou de l'intestin, de l'écoulement de la salive, de la fonction rénale, variations du métabolisme de base, accélération de la vitesse de sédimentation, augmentation de la pression intracrâniale, accroissement du tonus musculaire, modifications des tracés électrodermographiques.

Tous ces effets dépendent de l'émotivité plus ou moins grande du sujet, peuvent même ne pas exister chez certains d'entre eux, et disparaissent en un temps plus ou moins long quand le bruit se prolonge.

Des effets intéressants ont été décrits récemment par Lehmann et ses collaborateurs du Max Planck Institut : sous l'effet du bruit, il y a contraction des vaisseaux sanguins dans la zone précapillaire, d'où augmentation de la résistance à la circulation sanguine, réduction du volume du sang pulsé au travers des capillaires et aussi réduction du volume du sang pulsé par le cœur ; ces effets augmentent avec le niveau du bruit et ont pu être suivis, paraît-il, pendant une heure par les auteurs ; ils ont cependant tendance à décroître au fur et à mesure que le bruit se prolonge et on ne peut affirmer qu'il s'agit d'effets durables ; ne s'agit-il pas, là encore, d'effets de choc émotionnel créés au début du bruit ? Les auteurs (et plus particulièrement Meyer-Delius) ont également décrit une diminution no-

table de l'amplitude des battements du pouls au niveau des doigts ; mais cet effet n'a été suivi que pendant quelques minutes jusqu'à présent et on ne peut dire s'il ne s'agit pas d'un effet de choc émotionnel. Ces effets ont été mis en parallèle par les auteurs avec la plus grande fréquence, statistiquement significative, de divers troubles circulatoires chez les travailleurs soumis à des bruits intenses depuis des années (études comparatives portant sur des ambiances bruyantes plus ou moins intenses).

On a cru voir également des modifications des glandes à sécrétion interne : hypophyse, thyroïde, surrénales, des perturbations des tracés électro-encéphalographiques, un abaissement de la chronaxie, une augmentation de l'excitabilité nerveuse, des modifications de la sensibilité de l'œil aux couleurs ou de l'accommodation, des mouvements oculaires ; mais s'agit-il d'effets de choc émotionnel, ou d'effets réels des bruits ?

L'effet de papillotement (de flicker) visuel a aussi été étudié, car il se montre sensible à la fatigue générale ; mais la plupart des auteurs, dont nous-même en 1954, ont constaté que cet effet n'était pas sensible au bruit.

V. — Les effets des ultrasons sur l'organisme

Les effets des ultrasons à forte intensité ont été particulièrement étudiés chez l'Animal, ainsi que sur les êtres unicellulaires. Les ultrasons peuvent entraîner des accidents graves, voire provoquer des destructions, des nécroses, si l'intensité a été trop élevée ou si on les a laissé agir trop longtemps. Les ultrasons intenses sont mortels sur des êtres unicellulaires et peuvent même l'être sur de petits animaux tels que des Rats ou des Souris.

L'épaisseur et la texture de la peau semblent protéger l'Homme contre les effets violents des ultrasons, au moins aux intensités utilisées jusqu'à présent : en effet, les effets signalés jusqu'alors ne diffèrent pas essentiellement de ceux de sons de même niveau : nausées, vertiges, vomissements en particulier. Il est d'ailleurs très difficile de faire la part des ultrasons dans tous les troubles reconnus auprès des moteurs et des machines fournissant un bruit riche en fréquences ultrasonores ; en effet, ces bruits comprennent également des composantes nombreuses et très intenses dans les fréquences audibles. Il n'est pas exclu que les ultrasons de niveaux très élevés, de même que les bruits de mêmes niveaux, puissent avoir une certaine action sur les tissus au travers de la peau : des sujets complètement sourds pourraient ressentir, semble-t-il, des malaises identiques aux sujets normaux auprès de moteurs à réaction extrêmement bruyants ; mais il est probable cependant que les ultrasons agissent sur l'organisme en partie par l'intermédiaire de l'oreille.

VI. — Les effets des vibrations et des infrasons sur l'organisme

Les vibrations doivent avoir des effets nocifs sur l'organisme : tous les muscles des travailleurs utilisant des marteaux-piqueurs sur les chantiers ou dans les carrières vibrent d'une façon inimaginable ; il n'est pas étonnant que ces travailleurs se plaignent de manque de sommeil, d'une asthénie très accusée, du dégoût de tout et en particulier de la nourriture ou de la vie familiale.

Dans les carrières de pierres de taille par exemple, les travailleurs ne peuvent rester que quelques années, et il leur est impossible de se reclasser

ensuite, sauf peut-être dans des emplois tout à fait secondaires. Aux effets des vibrations s'ajoutent également les effets des poussières, des intempéries, etc.

Les vibrations ont des effets directs sur l'organisme ; on a décrit des effets locaux : enflures, spasmes de douleur, paresthésies, dégénérescences osseuses ; on a décrit également des interférences avec la vision.

Les infrasons ont certainement aussi des effets sur l'organisme, car ils sont vraiment par trop désagréables quand ils sont très intenses.

VII. — Les effets des ondes de choc et des variations brusques de la pression atmosphérique sur l'oreille

Les ondes de choc propagées à la suite d'une explosion, d'une déflagration, d'un coup de feu, etc., représentent des variations brusques de la pression d'une à plusieurs atmosphères : leur amplitude est donc largement supérieure à celle de tout son connu. L'onde de choc est accompagnée d'un bruit dû aux déplacements des particules, à leur échauffement, aux frottements, aux échos, bruit très complexe à composantes graves (ou parfois aiguës) très importantes ; l'intensité du bruit est plus faible que celle de l'onde de choc et ne dépasse pas celle des bruits les plus intenses. La vitesse de l'onde de choc étant supérieure en général à celle du son, à une distance assez grande de la source nous percevons d'abord l'onde de choc, puis le bruit, ce dernier se prolongeant grâce aux échos.

Les traumatismes sont identiques à ceux des sons intenses ; il est donc difficile en général de distinguer entre ce qui est dû à l'onde de choc ou au bruit qui l'accompagne. Les pertes auditives

se trouvent localisées dans les fréquences aiguës, avec un maximum vers 4 000 Hz (v. fig. 24) ; parfois cependant des pertes auditives nettes apparaissent aussi entre 500 et 1 000 Hz.

Les ondes de choc peuvent aussi entraîner des accidents au niveau de l'oreille moyenne : rupture

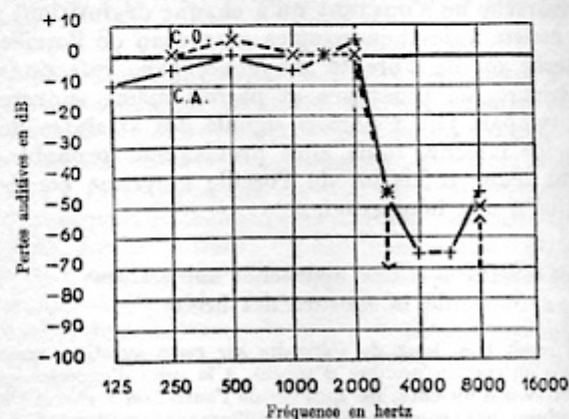


Fig. 24. — Audiogramme d'une oreille atteinte de surdité par onde de choc (C.A. : conduction aérienne, C.O. : conduction osseuse)

du tympan, de la chaîne des osselets, arrachement de l'étrier hors de la fenêtre ovale, hémorragies, etc. Des pertes auditives résultant de lésions au niveau de l'oreille moyenne apparaissent également sur les sujets qui ont eu à la fois à subir un traumatisme crânien et une onde de choc (s'ils ont été renversés par une explosion, par exemple).

Des symptômes labyrinthiques apparaissent parfois aussi : vertiges, vomissements, pertes d'équilibre ; parfois même il peut y avoir lésion d'un canal labyrinthique.

Des variations de pression trop rapides peuvent également avoir des conséquences fâcheuses pour l'oreille chez les scaphandriers, les aviateurs, les sous-mariniens par exemple, du fait que la pression à l'intérieur de l'oreille moyenne ne varie pas aussi vite que celle exercée sur le tympan (la trompe d'Eustache ne s'ouvrant qu'à chaque déglutition) ; on assiste à des hémorragies au niveau de l'oreille externe ou de l'oreille moyenne, avec infections ultérieures en puissance et parfois même rupture du tympan. On a parfois signalé des atteintes de l'oreille interne, mais elles proviennent probablement d'une infection de l'oreille moyenne consécutive à une hémorragie.

VIII. — Les approches subjectives de la mesure des bruits

Il serait trop long de s'étendre sur cette question, mais depuis un certain nombre d'années, à la suite d'expériences de Stevens d'un côté, de Zwicker de l'autre, on a cherché à introduire nos connaissances sur l'intensité subjective, la « sonie », dans les mesures ; d'où des évaluations des bruits en « sones », dits de Stevens ou de Zwicker selon le cas ; des appareils de mesure sont même en vente sur le marché.

De la même façon, après des expériences de Kryter, on a essayé d'introduire la gêne (v. chapitre suivant), la nuisance des bruits ; d'où les évaluations des bruits en PN dB, d'utilisation mondiale chez les spécialistes de l'aviation pour les bruits auprès des aérodromes (PN « perceived noise », bruit perçu) ; sur certains sonomètres, une courbe D a été ajoutée, qui permet les mesures en PN dB.

Toutes ces méthodes de mesure ont été normalisées et homologuées, aussi bien sur le plan mondial qu'en France, ainsi que d'autres méthodes encore (indice N-R par exemple), d'où un certain manque d'unité dans les mesures.

Par ailleurs diverses méthodes de calcul sont utilisées pour tenir compte de l'intermittence des bruits (auprès des aérodromes, par exemple).

CHAPITRE V

LES LIMITES TOLÉRABLES DES BRUITS

Il est primordial de connaître les limites supérieures tolérables des bruits, les composantes et les types de bruit les plus désagréables et les plus nocifs.

Mais les effets des bruits sont les plus divers, comme on l'a vu : ils peuvent en effet être physiologiques, psychiques, pathologiques ; d'autre part, ils dépendent des conditions, de facteurs personnels, etc.

Il y a donc nécessairement autant de limites supérieures acceptables de bruit qu'il y a d'effets possibles, de conditions, de types de bruit et de sujets. On est donc amené à chercher des solutions moyennes.

La détermination des limites est extrêmement délicate. Nous manquons parfois de données sûres et qui plus est, nous n'avons pas toujours de méthodes convenant à ce genre de déterminations. D'autre part, comme on l'a vu, la variabilité individuelle est considérable ; en fait, on est obligé de se référer aux probabilités de gêne, de méfait ou de lésion, calculées d'après le nombre de sujets touchés à tel ou tel niveau de bruit.

I. — Les données actuelles

1. **Les données médicales.** — Les données médicales sur les traumatismes auditifs dus aux bruits sont évidemment très nombreuses ; mais ces données sont assez difficiles à interpréter et à traduire en données statistiques utilisables.

Les données médicales sont toujours des observations évidemment, même si elles sont accompagnées de la description détaillée des divers facteurs qui ont pu accélérer ou retarder le processus lésionnel. Les observations individuelles sont trop hétérogènes pour pouvoir être traduites en données statistiques utilisables. Les observations statistiques elles-mêmes apportent insuffisamment d'éléments, car elles portent toujours sur des milieux très bruyants et très différents d'une statistique à une autre.

Des résultats valables ne peuvent être obtenus que dans des études comparatives sur des milieux plus ou moins fortement bruyants, mais sensiblement analogues, avec des groupes d'individus assez comparables, tant dans leur état actuel que dans les antécédents, placés dans des conditions pas trop différentes, aussi bien au cours du travail qu'au cours des périodes passées hors du lieu de travail.

On admet, en général, qu'un bruit risque d'être traumatisant à partir de 80 dB A ; le risque paraît certain au-dessus de 90-100 dB A.

2. Les données physiologiques générales. — Les données physiologiques sont encore un peu trop fragmentaires. Cependant, Lehmann et ses collaborateurs du Max Planck Institut pensent que des manifestations physiologiques apparaîtraient déjà à 65 dB A ; à 90 dB A, elles sont fort importantes.

3. Les données psychophysiologiques, psychiques et psychomotrices. — D'après les données obtenues ces dernières années sur les réactions psychomotrices (au cours de nos propres recherches par exemple), on a pu montrer qu'un bruit de 80 dB A était déjà nettement perturbateur. La limite acceptable est donc nettement inférieure.

Quant aux effets psychiques, ils peuvent apparaître à des niveaux bien plus faibles : même des bruits très faibles peuvent être la cause d'obsessions, comme on l'a vu.

4. Les données des enquêtes et des plaintes. — Le dépouillement des plaintes représente un des éléments les plus importants pour la détermination des limites de bruit acceptables. La répétition des plaintes dans des cas semblables et la disparition de celles-ci après une certaine réduction des bruits à la suite d'un traitement approprié servent de critère.

Les enquêtes sont également utilisées avec profit. On a ainsi créé dans des bureaux une ambiance plus ou moins bruyante au moyen d'un même bruit, mais plus ou moins atténué ; les employés devaient classer l'ambiance suivant qu'elle leur paraissait très calme, calme, modérément bruyante, bruyante, très bruyante ou intolérable (Beranek, 1956 et 1957). L'ambiance apparaît comme modérément bruyante vers 55 dB A, bruyante vers 65 dB A et très bruyante (et en même temps particulièrement désagréable, car elle ne permet plus de comprendre un mot au téléphone) vers 75 dB A.

Dans une autre enquête, il fut demandé à de nombreuses personnes (otologistes, ingénieurs, médecins du travail, acousticiens, psychologues d'usine) quels niveaux ne devaient pas être dépassés, à leur avis ; 85 dB A fut jugé en moyenne comme dangereux, et 110 dB A comme nocif.

Des niveaux d'égale gêne ont également été déterminés (Laird et Coye, 1929) (v. fig. 25).

On a déterminé de même des niveaux d'égale sensation désagréable pour les vibrations.

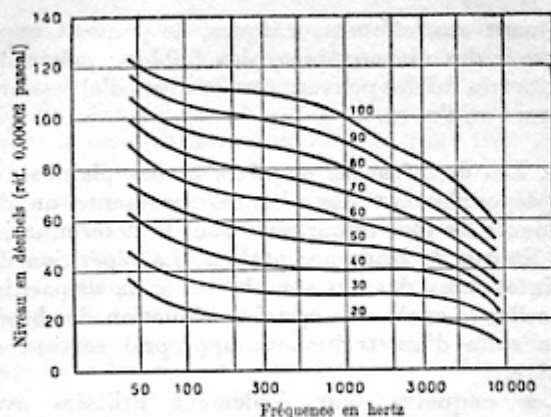


Fig. 25. — Niveaux d'égalité de gêne (d'après LAIRD et COYE, 1929)

II. — Les limites supérieures générales

De nombreuses propositions ont été faites. On a souvent voulu tenir compte du fait que les composantes de fréquence moyenne seraient peut-être responsables de la plus grande importance des pertes auditives aux environs de 4 000 Hz, et que ces composantes doivent être, par ailleurs, particulièrement protégées, puisque les sons vocaux ont leurs principales composantes dans les bandes moyennes ; on a donc souvent admis qu'on devait être plus exigeant aux fréquences moyennes qu'aux fréquences graves. Il semble pourtant qu'il y ait intérêt à admettre un même niveau limite dans toutes les bandes de fréquence : les sons graves sont peut-être aussi dangereux, d'autant que les vibrations engendrées concurremment aux sons se transmettent bien à ces fréquences et sont particulièrement nocives ; d'autre part, il y a des chances que les bandes de bruit n'agissent pas complètement isolément les unes des autres : des bandes de bruit, ou tout au moins des bandes de bruit voisines, pourraient, au moins partiellement, ajouter leurs effets.

On a également essayé de tenir compte de la durée pendant laquelle on est soumis journellement au bruit, ou de la plus ou moins grande brièveté de certains bruits et de leur répétition. Mais des évaluations sont difficiles dans ce domaine

(toutes les évaluations faites jusqu'à présent l'ont été en assimilant les traumatismes auditifs à la fatigue auditive ; mais cette assimilation n'est pas justifiée, et les évaluations ainsi faites manquent de bases solides).

Dans l'état actuel de la question, il semble qu'on pourrait fixer ainsi quelques limites :

- bruits inférieurs à 30 dB A : bruits négligeables, mais incidences psychiques possibles dans certains cas ;
- bruits compris entre 30 et 65 dB A : en plus d'incidences psychiques, réactions physiologiques nettes ;
- bruits compris entre 65 et 80 dB A : perturbations physiologiques et psychiques ;
- bruits compris entre 80 et 95 dB A : troubles physiologiques et psychiques importants, traumatismes auditifs possibles ;
- bruits supérieurs à 95 dB A : traumatismes auditifs certains.

Le niveau supérieur acceptable semble donc se situer à 80 dB A environ. Plutôt que de donner un chiffre global, on préfère le plus souvent cependant indiquer le niveau par bande d'octave ; dans toutes les octaves, la limite supérieure acceptable de bruit pourrait être de 75 à 80 dB par octave, sans que le niveau total puisse dépasser 80 dB : au-dessous de cette limite, les bruits sont à considérer comme non dangereux ou non traumatisants ; les bruits ne devraient donc jamais dépasser ce niveau.

Le niveau de 95 dB A ne doit jamais être dépassé sous aucun prétexte, même chez des sujets particulièrement résistants et pendant un temps court, car le risque de perturbations graves et de traumatismes est certain.

Il existe maintenant des petits dosimètres de bruits, miniaturisés, à mémoires incorporées, que

les travailleurs peuvent porter dans la poche ; ils permettent de lire en fin de journée le niveau de pointe du bruit au cours de la journée et le niveau moyen de tout le bruit supporté ; ainsi, on peut connaître les risques encourus par chaque travailleur, selon des normes en cours d'homologation.

III. — Les limites particulières à certaines conditions

Les limites données précédemment sont des limites générales ; mais évidemment ces limites sont beaucoup trop élevées dans des cas particuliers, si l'on songe, par exemple, aux chambres de malades, aux bibliothèques, aux salles de repos, etc.

Il est nécessaire de tenir compte :

1. Des conditions de lieu et donc d'activité ;
2. De l'état des individus, tant physiologique que psychique.

Ainsi, un niveau de 10 à 15 dB A semble la limite de ce que puisse supporter sans fatigue supplémentaire un grand malade. De même, après une journée harassante et passée dans le bruit, un niveau d'au plus 20 à 30 dB A est nécessaire à la maison pour permettre un peu de repos, éviter toute irritation supplémentaire ; pour un sommeil réparateur, un niveau encore plus faible est utile dans les chambres. On peut ainsi envisager tous les cas particuliers.

A la suite de divers auteurs, nous avons proposé les niveaux limites suivants en 1958 :

Hôpitaux	10 à 15 dB A
Chambres à coucher	15 à 20 dB A
Appartements, bibliothèques, salles de concert	20 à 30 dB A
Ecoles	25 à 40 dB A

Salles de cinéma, salles de conférences	30 à 40 dB A
Bureaux	30 à 45 dB A
Salles de dactylographie, grands magasins, restaurants	45 à 55 dB A
Rues moyennement calmes, moyens de transport	50 à 65 dB A
Usines, chantiers	50 à 80 dB A
Places, avenues du centre des villes.	60 à 80 dB A

Ces valeurs sont des valeurs optimales, mais qui auraient besoin d'être revues en fonction des possibilités techniques actuelles.

Les limites précédentes ne tiennent évidemment pas compte de la nature même des bruits ; mais celle-ci doit être prise en considération. Ainsi, certains bruits peuvent être irritants par leur répétition à intervalles plus ou moins réguliers, car on finit par les attendre et ils deviennent une obsession ; d'autres peuvent provoquer un choc émotionnel. Il faut également prendre en considération la forme même des bruits : ainsi, des attaques brusques, une répétition de chocs à intervalles rapprochés mais plus ou moins réguliers, de fortes modulations d'intensité ou de fréquence, des glissements de fréquence (comme le bruit d'une scie), de trop grandes différences entre les pointes de bruit et le bruit de fond, sont des éléments particulièrement désagréables, gênants ou perturbateurs. Enfin, certains sons ou certains bruits peuvent devenir irritants dans certaines conditions : il en est ainsi par exemple des conversations ou du piano des voisins, perçus au travers des murs.

Des limites particulières et inférieures aux limites précédentes doivent donc être envisagées pour certains bruits.