



**Lutte  
contre  
le bruit**



**LIBRARY**  
EUROPEAN COMMUNITY  
INFORMATION SERVICE  
WASHINGTON, D. C.





La promotion des conditions de vie et de travail constitue une des raisons essentielles qui ont inspiré la création de la première Communauté européenne, celle qui rassemble les industries du charbon et de l'acier. Cette idée directrice est à l'origine de diverses actions particulières de promotion sociale, de protection de la main-d'œuvre, d'initiatives de coordination, d'information et de documentation dans le domaine social.

Ces actions se conjuguent pour contribuer à la promotion sociale du personnel et à sa sécurité matérielle. Dans cette préface d'un opuscule consacré à un problème de santé, il convient de mettre l'accent sur les efforts de la C.E.C.A. pour garantir une autre forme de la sécurité, celle qui intéresse le maintien de l'intégrité physique des travailleurs et celui de leur équilibre physique et psychique. Fort heureusement, ces problèmes de sécurité, dont on n'a pas besoin de souligner l'intérêt vital, peuvent être l'objet d'études approfondies grâce à des dispositions particulières du traité instituant la Communauté

européenne du charbon et de l'acier.

L'article 55 du traité donne en effet à la Haute Autorité<sup>1)</sup> le mandat d'encourager et de financer des recherches sur la sécurité du travail, d'organiser la collaboration entre chercheurs et de favoriser la diffusion et l'utilisation d'acquisitions nouvelles. C'est en vertu de cette mission précise qui lui a été impartie que la Haute Autorité a pu, avec l'appui d'experts scientifiques, d'experts des organisations patronales et syndicales et d'experts gouvernementaux, réaliser des programmes de recherche de médecine, d'hygiène et de sécurité du travail.

La lutte contre le bruit est un des problèmes qui ont été explorés par les chercheurs avec l'aide de la Communauté européenne du charbon et de l'acier. Les recherches sur le bruit se sont avérées délicates, car le bruit peut être selon les cas une source d'information utile, une source de gêne ou une source de dommages sérieux. Les conclusions des chercheurs ont per-

---

<sup>1)</sup> Depuis juillet 1967, la Commission des Communautés européennes, exécutif unique pour les trois Communautés européennes (C.E.C.A., C.E.E., Euratom), a pris la relève du mandat confié à la Haute Autorité de la C.E.C.A.

mis de mieux analyser les composantes du bruit, d'en apprécier les effets sur l'homme et de préciser la conduite à tenir pour la prévention des dommages.

Il est évident que les spécialistes ont déjà tiré profit des nouvelles acquisitions qui ont été portées à leur connaissance. Mais la mission d'information de la C.E.C.A. serait incomplète si elle ne s'étendait pas au personnel qui est directement intéressé aux résultats des recherches. La présente brochure appartient précisément à une collection créée pour l'information du personnel. Elle fait le point sur les connaissances nouvellement acquises en matière de lutte contre le bruit. La rédaction de cet opuscule a été confiée par la Haute Autorité

au professeur Angelo Viziano de Turin qui, depuis de longues années, s'occupe de médecine du travail et s'attache en même temps à intéresser le grand public aux progrès de la médecine.

Pour rendre la lecture plus facile, l'auteur a volontairement laissé de côté les détails qui intéressent seulement les spécialistes du bruit. De plus, pour rendre la lecture plus attrayante, il a présenté les exposés sous la forme d'une discussion de table ronde entre experts des problèmes du bruit.

Il faut espérer que, autant par sa teneur concise que par cette présentation, on atteindra le but visé: informer le personnel et l'associer à l'œuvre de prévention.

Lionello LEVI SANDRI

Vice-président de la Commission  
des Communautés européennes

Tout facteur pouvant nuire à la santé ou engendrer des troubles physiques ou psychiques chez les travailleurs dans leur milieu de travail peut se répercuter négativement sur le rendement.

Par conséquent, la création ou le maintien de conditions de travail inoffensives et aussi supportables que possible procure non seulement un certain bien-être pour les intéressés mais les préserve aussi contre toute atteinte à leur santé.

Malheureusement, il existe aujourd'hui des travaux qui, dans l'état actuel des choses, sont nécessaires et irremplaçables, bien qu'ils provoquent encore des sensations de gêne, des malaises et parfois, à la longue, des troubles vraiment nocifs.

La tâche des hommes de science est donc d'aller se rendre compte dans la pratique des diverses exigences du travail industriel, sous ses formes multiples, toujours plus modernes et complexes, et de collaborer avec les techniciens pour trouver et appliquer des moyens permettant de neutraliser, ou du moins d'atténuer chaque facteur de trouble, et d'arriver en quelque sorte à donner au travail même une allure de confort.

Or, une orientation intelligente et une impulsion vigoureuse ont été données depuis quelque temps à la recherche et à la mise en œuvre de mesures dans ce sens, corroborées actuellement encore par l'action exemplaire de la C.E.C.A., qui encourage et ne cesse d'encourager les études correspondantes dans chaque secteur, afin de parvenir à des résultats pratiques positifs.

Chacun sait que les *moyens de prévention* des maladies professionnelles ou des diverses nuisances qui, s'ils n'engendrent pas de véritables maladies, peuvent provoquer des états d'irritation, d'inquiétude et de dépression chez les travailleurs sont de divers ordres:

a) Moyens concernant l'amélioration non seulement de l'ambiance du travail et des machines, mais aussi du matériel et de la technique d'exécution du travail au cours des différentes opérations;

b) Moyens concernant directement l'homme, c'est-à-dire applicables à sa personne.

Il va de soi que, pour concevoir la meilleure défense du travailleur, il faut d'abord *analyser le travail*, jugé nocif sous un aspect quelconque, et promouvoir des enquêtes directes sur *l'influence qu'il exerce sur l'homme lui-même*.

## Généralités sur «le risque du bruit»

Un des problèmes qui, à cet égard, n'a cessé de prendre de l'importance depuis le début de l'ère du machinisme industriel et qui se repose aujourd'hui avec une acuité accrue pour diverses raisons contingentes est celui *du bruit* ou, mieux, des bruits.

Pourtant, il s'agit d'un problème déjà étudié à fond, si l'on estime que les *solutions obtenues sont suffisantes pour éviter ou réduire les nuisances provoquées par le bruit sur l'homme*, en le protégeant en temps opportun, par les mesures spéciales appliquées d'une manière générale ou individuellement, notamment contre les facteurs déterminant les différents degrés de cette forme de surdité que l'on appelle «professionnelle». Celle-ci résulte en effet de l'exercice prolongé de métiers déterminés dans des conditions particulièrement bruyantes, bien que fréquemment son apparition soit due non seulement au bruit, mais aussi à *d'autres nuisances* et, surtout, à la prédisposition ou *sensibilité individuelle* qui joue un certain rôle.

Dans l'introduction à cette brochure d'information révélant les *actions morbides* possibles de certains travaux liés à des bruits particuliers, ainsi que les *mesures de prévention* envisageables (qui ont d'ailleurs, en grande partie, déjà fourni dans la pratique des résultats bons et parfois excellents), il convient de dire tout de suite que les bruits nocifs (tous ne sont pas strictement nocifs, cela dépend de leurs différentes qualités physiques plus ou moins traumatisantes) *peuvent avoir une influence néfaste sur l'organisme en général*. Cette influence peut se manifester notamment sur la partie du système nerveux qui touche aux activités conscientes, sur la partie du système nerveux qui règle les fonctions internes de l'organisme, ou encore sur les glandes hormonales (endocrines), ainsi que sur les appareils circulatoire et respiratoire, compte tenu notamment des interférences réciproques de ces systèmes, appareils et organes.

Mais il faut ajouter tout de suite que les effets de ce genre

dans le travail peuvent être atténués par de meilleures possibilités *d'adaptation* des travailleurs eux-mêmes aux conditions ambiantes, lorsque, au moment de leur recrutement, la *sélection préventive* et les *contrôles périodiques* ont éliminé les sujets présentant une certaine prédisposition à subir ces effets.

Précisons que pour bien comprendre ce «*risque du bruit*» des notions, même élémentaires, sont indispensables concernant :

- 1) la *nature des bruits*: notions de caractère technique;
- 2) les *sources premières* des bruits dans les différents secteurs de travail;
- 3) les *moyens possibles pour atténuer les bruits et les rendre inoffensifs, en éliminant les éléments nocifs*. Il faut en outre posséder des

connaissances médicales sur les *effets nuisibles* du bruit.

Mais il convient d'ajouter encore, sans hésitation, que l'action *prophylactique* contre ce risque ne peut être entreprise qu'avec la *collaboration* et la participation active *des travailleurs* et des producteurs qui doivent se rendre compte de l'importance que revêt *le respect scrupuleux des règles de comportement recommandées* par la direction médicale de leur entreprise.

Ces recommandations concernent parfois non seulement le comportement des différentes personnes à l'intérieur de l'usine, mais aussi leur *vie en dehors du milieu du travail*, étant donné que, dans la vie courante, des causes accidentelles ou non (infections, intoxications, habitudes, ainsi que l'incidence naturelle du vieillissement) peuvent influencer indirectement sur l'évolution de ce risque professionnel.

## UNE DISCUSSION A LA «TABLE RONDE»

Comme nous l'avons dit dans l'introduction, nous prenons part à une «*table ronde*», c'est-à-dire à un symposium où des spécialistes se trouvent réunis justement autour d'une table, et se préparent à faire leurs rapports sur les problèmes du bruit ou, si l'on préfère, une sorte de procès au grand inculpé de la vie moderne, tandis qu'un groupe d'auditeurs intéressés par les applications dans le milieu industriel écoute avec la plus grande attention et peut poser des questions et exprimer ses idées.

Nous voici prêts à rendre compte de l'événement avec l'objectivité la plus absolue.

Observons d'abord l'ambiance de ce tribunal de scientifiques et de praticiens. La salle est vaste; les murs sont insonorisés et les pieds des fauteuils sont munis de patins en caoutchouc; les microphones et les haut-parleurs sont parfaitement réglés; les machines à écrire sont camouflées. De sorte

qu'aucun bruit ne trouble l'atmosphère et que seul un certain murmure s'élève de temps en temps lorsque les experts assis à la table échangent parfois leurs avis ou se donnent à voix basse des explications, ou encore lorsque, parmi les auditeurs, quelqu'un demande à son voisin de lui expliquer ce qu'il n'a pas bien compris. On est donc en train de faire le procès d'un grand inculpé — *le bruit* — mais l'accusé n'a pas été admis dans la salle.

Il ne fait aucun doute que si l'accusé s'est enfui de cette salle, chacune des personnes présentes le connaît bien dans ses diverses manifestations, encore que, comme on le verra par la suite, il ne soit pas si facile d'en donner une définition scientifique parfaite. Mais, heureusement, on a mis au point des appareils de mesure pour en détecter les sources et en mesurer la portée, c'est-à-dire les éléments indispensables pour permettre son bannissement.

## Nécessité de défendre l'ouïe

Un signal lumineux indique le début de la «table ronde». Le président prononce l'allocution d'ouverture et fait surtout, évidemment, l'éloge de l'ouïe et de

son organe. Ainsi apparaît la gravité du délit commis contre son intégrité. L'orateur s'exprime approximativement dans les termes suivants :

«Pour bien nous mettre d'accord, il convient de donner d'abord une vue synthétique de l'organe de l'ouïe — confié à un expert anatomiste qui prendra la parole immédiatement après moi — c'est-à-dire une représentation de cet appareil qui nous préoccupe essentiellement, à savoir l'organe qui nous procure le plaisir (avec le concours de la parole dont l'apprentissage pendant l'enfance est impossible sans la fonction auditive) de pouvoir communiquer avec autrui en famille ou dans la société, de goûter la vie et d'apprécier les phénomènes de la Création avec les merveilles des sens naturels et des musiques orchestrées.

»C'est lui aussi qui nous permet de reconnaître les éléments dont se composent les sens, de sorte qu'au milieu du brouhaha ou du vacarme d'une rue nous distinguons la voix parlée.

»C'est l'organe capable de percevoir les vibrations sonores à l'intérieur de certaines limites de fréquence, et qui nous permet de déceler à temps les signaux d'alarme et d'en localiser la provenance. Aussi nous sert-il implicitement de défense.

»Mais c'est l'organe qui, lorsque les sens se transforment en bruits désagréables (selon les modalités que nous exposerons), est aussi contraint de nous imposer des sensations désagréables, de malaises, de troubles nerveux et psychiques, jusqu'au moment où son seuil de tolérance est atteint, et que ses tissus, ses structures, ses mécanismes merveilleux de transmission et de

perception des ondes sonores provenant de l'extérieur s'altèrent, ce qui a pour conséquence d'entraver l'acheminement de ces ondes vers les centres cérébraux capables de déchiffrer clairement leur signification.

»L'ouïe est un patrimoine qu'il est nécessaire de sauvegarder d'autant plus que son appareil, comme tout autre organe, est destiné à subir l'usure du temps avec l'approche de la vieillesse. Il faut le protéger parce que — comme nous l'avons déjà dit — il est notre *moyen d'intercommunication le mieux adapté*.

»*Dès l'enfance*, il commence à nous satisfaire en nous donnant la solution des nombreux «pourquoi?» adressés aux parents. En outre, il nous fait apprécier la signification du timbre rude ou caressant de la voix du père ou de la mère selon les situations. Pour la voix parlée, l'ouïe est le prodige qui fait que les sens sont associés d'une manière très subtile et avec une cadence rythmée. La voix fait des sons transmis directement ou à distance le *message de notre pensée* et de nos sentiments, et elle apporte ainsi une contribution aux relations humaines.»

Le président fait une pause brève, puis il continue :

«Une bonne ouïe nous permet, à l'âge de la scolarité, d'apprendre mieux et d'être mieux apprécié, car une faible *surdité* (une légère carence de l'ouïe, qui peut souvent passer inaperçue et progresser sans qu'on s'en aperçoive, peut aujourd'hui être découverte à temps par des examens spéciaux exécutés régulièrement dans les écoles avec des appareils audiométriques modernes) est souvent la cause de comportements étranges de la part des enfants pendant les cours; ils sont apparemment distraits ou désintéressés et en définitive ne tirent pas profit de l'enseignement scolaire. Ces phénomènes sont facilement, mais *injustement* interprétés par les enseignants comme le résultat d'une pure paresse et d'un manque d'application, d'une négligence en somme, sinon même d'une intelligence insuffisante.

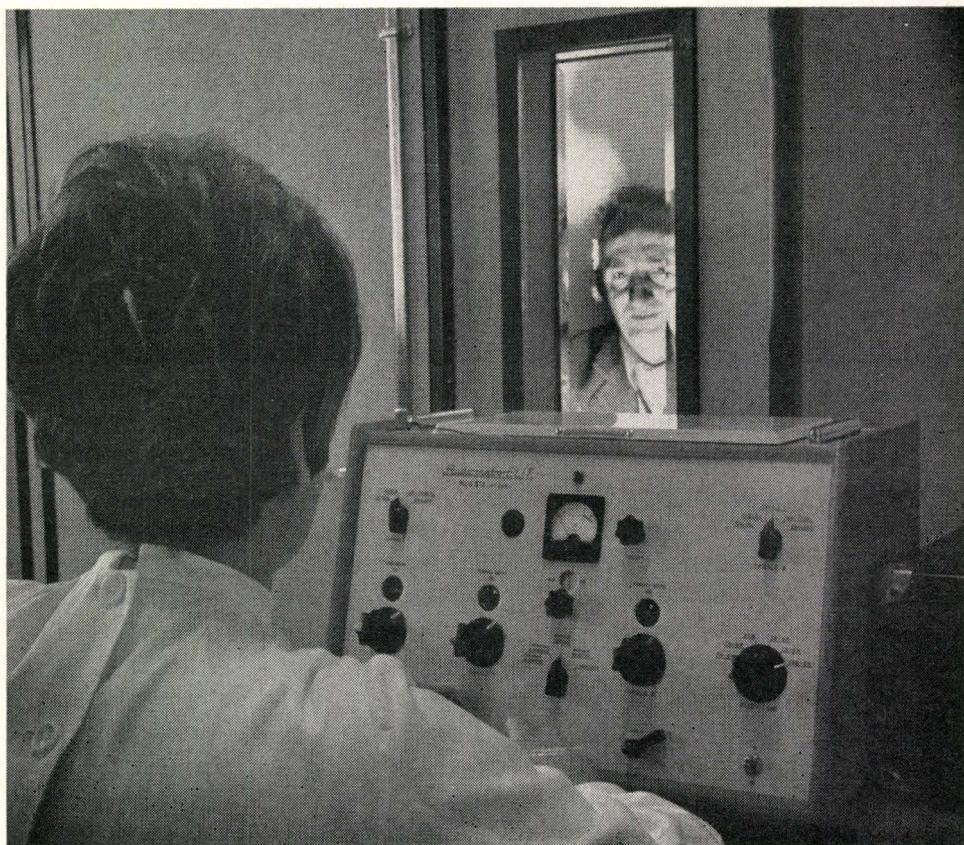


Fig. 1 : Modèle d'audiomètre.

»Ces enfants qui n'entendent pas très bien se trouvent devant des difficultés considérables lorsqu'ils comprennent mal les paroles du maître. Il arrive qu'ils ne perçoivent que quelques sons, de sorte qu'ils ne saisissent pas le sens exact de tous les mots. L'enfant atteint d'hypoacousie (c'est-à-dire ayant une déficience auditive) interprète la parole à sa façon plus qu'il ne l'entend, en confondant les sons semblables.

»Quelque chose d'analogue, poursuit le président, peut se produire, non sans entraîner parfois des conséquences dangereuses,

avec ces *travailleurs mal entendants* qui, dans les ateliers et au fond de la mine, finissent par ne plus bien entendre certains ordres ou communications, parce que le bruit de fond existant dans le milieu de travail peut facilement déformer ou couvrir la voix des autres.

»D'autre part, on devrait considérer aussi que par l'ouïe nous sommes en mesure de percevoir des expressions à peine susurrées que l'oreille sensible saisit rapidement et transmet aux centres cérébraux où seront suscitées des réactions émotives. Elle nous fait apprécier les chansons, la musique, la mélodie ou le jazz, et le timbre de chacun des différents instruments.

»Mais, *pour revenir au monde du travail*, il est un fait qu'en écoutant les sons ou les bruits s'échappant de moteurs ou de différentes machines, *l'ouvrier tire des informations sur le déroulement du travail* et peut se réjouir de leur bon fonctionnement, ou être amené à intervenir rapidement pour réparer des dégâts ou éviter des dangers.»

L'ouvrier sidérurgiste, a écrit un chercheur, exploite les signaux sonores de danger, qu'il s'agisse du sifflement provenant d'une fuite dans une conduite ou d'une vibration anormale d'un joint de canalisation défectueux, du bruit d'un moteur qui cogne ou du bruit de ferraille d'un groupe de chariots, etc. De même, l'ouvrier mineur *est sensible* aux bruits des terrains qui annoncent l'approche d'un danger, de même que certains bruits dus au fonctionnement anormal des engins mécaniques du fond, etc.

«On a donc raison, conclut le président, de *défendre l'ouïe* contre le bruit, qui est désormais un élément inséparable de cette civilisation du machinisme, de ces avions supersoniques, et qui, même à l'extérieur de l'usine, nous harcèle dans notre vie urbaine de tous les jours.»

C'est pourquoi nous répétons que l'action dans ce domaine — protection de l'ouïe, mais aussi

prévention de tout autre trouble physique et psychique produit par le bruit — préparée et exé-

cutée par la Communauté européenne du charbon et de l'acier (qui, pour coordonner les études et les applications, sollicite le concours des experts les plus éminents en la matière: physiologistes, pathologistes, otologistes, hygiénistes, médecins d'usine, psychologues, physiciens, ingénieurs, experts en acoustique et différents techniciens du travail) a constitué une œuvre non seulement humaine et sociale, mais aussi bénéfique pour l'organisation du travail.

*La tendance à insonoriser les milieux de travail et les machines, à éliminer au maximum les vibrations nocives, à défendre l'oreille et les différents systèmes organiques soumis au bruit, représente l'un des objectifs les plus valables de l'organisation scientifique du travail, laquelle devient par conséquent l'équivalent d'une organisation humaine du travail.*

Dès 1955, lorsque la Communauté européenne du charbon et de l'acier commença à promouvoir les recherches dans le domaine de la médecine du travail, elle ne perdit pas de vue non plus la lutte contre le bruit. Les recherches furent orientées pour répondre à une triple question :

- 1) Le bruit altère-t-il l'ouïe dans l'exercice de certaines activités de l'industrie minière et sidérurgique?
- 2) Le bruit exerce-t-il une action sur la physiologie du travailleur, notamment sur son appareil neuro-vasculaire?
- 3) Le bruit a-t-il des répercussions d'ordre psychologique et sociologique? Par exemple, dans quelles mesures provoque-t-il des interférences dans les relations humaines à l'intérieur de l'usine et sur les possibilités d'intercommunication?

De 1956 à 1964, un effort considérable a été fait dans les instituts spécialisés, et bon nombre de problèmes physiologiques et psychologiques ont été complètement éclaircis.

La nocivité des bruits étant désormais reconnue, la Communauté européenne du charbon et de l'acier a donc commencé à tirer les conclusions logiques des résultats scientifiques.

Elle suggère d'améliorer les postes de travail de manière à réduire les composants nocifs et gênants des bruits.

Elle encourage des études qui visent surtout à élaborer une méthode et des appareils audiométriques simples permettant à la médecine du travail de réaliser des examens rapides et objectifs dans la pratique.

D'autres études sont consacrées aux moyens de réduire les bruits,

en diminuant leur propagation à la source, en insonorisant les locaux où les machines sont installées ou en améliorant la protection individuelle contre le bruit.

Toutes ces initiatives convergent vers des applications pratiques dans les entreprises.

### **L'appareil auditif — Son anatomie et son fonctionnement**

Son allocution terminée, le président de la «table ronde» — assez satisfait, en particulier du ton parfois pathétique qu'il prit pendant son discours, mais pénétré d'un sentiment humain et

social, et présageant les solutions qui se laissent déjà entrevoir pour se défendre contre cette calamité qu'est le bruit — invite l'expert en anatomie à décrire l'appareil auditif.

*Nous l'écoutons attentivement.* C'est le cheminement du son dans notre organisme que l'on va décrire. «Voyons donc, déclare-t-il, comment se présente cet appareil du point de vue anatomique.» L'orateur en profite pour projeter quelques vues graphiques et procède en attirant l'attention, au fur et à mesure de ses explications, sur les différentes structures de l'oreille en se servant d'une flèche lumineuse. «C'est un véritable joyau de construction que cet organe.» Écoutons sa description.

L'oreille recueille les ondes sonores, les enregistre et les transforme en énergie nerveuse de type bioélectrique qui, comme nous l'expliquerons, en suivant les sentiers et les stations intermédiaires tracés par les fibres nerveuses de la voie acous-

tique centrale, rejoint ensuite les zones de l'écorce cérébrale où le stimulus devient perception auditive consciente.

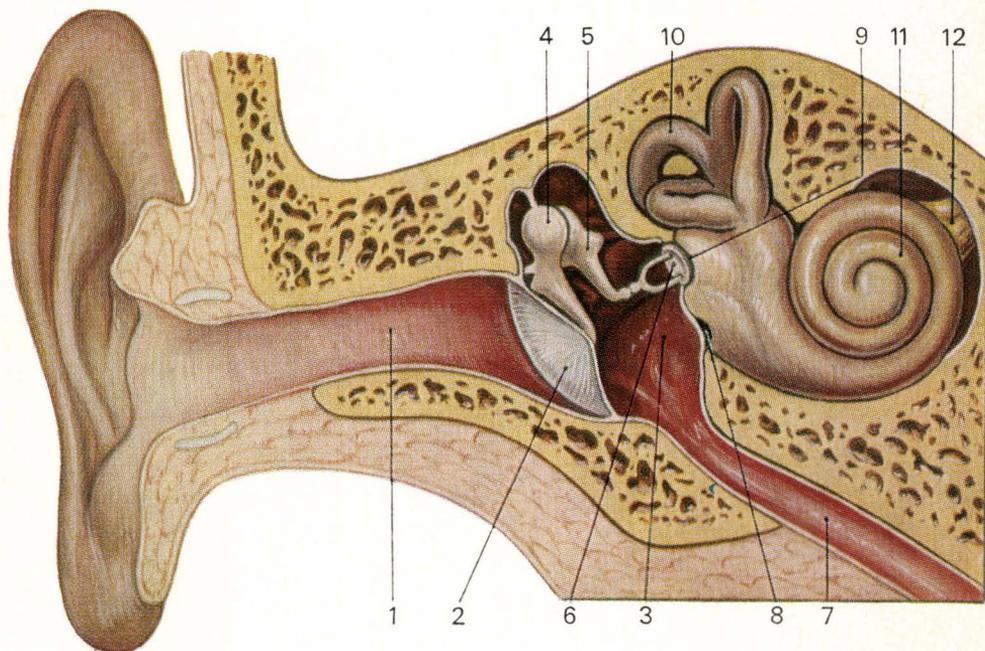


Fig. 2: Coupe de l'oreille: — Oreille externe, moyenne et interne. 1. Conduit auditif externe, 2. Membrane du tympan, 3. Caisse du tympan, 4. Marteau, 5. Enclume, 6. Étrier, 7. Trompe d'Eustache, 8. Fenêtre ronde, 9. Fenêtre ovale, 10. Canaux demi-circulaires, 11. Limaçon, 12. Nerf acoustique.

Il s'agit d'un appareil plutôt complexe qui comporte aussi une partie n'appartenant pas à la fonction de l'ouïe, mais ayant en revanche pour mission de maintenir le sens de l'équilibre et de nous fournir à chaque instant la notion de notre position dans l'espace.

Si, à l'image du mineur qui s'apprête à parcourir les galeries souterraines, nous voulons explorer les voies du son dans l'oreille, commençons évidemment par admirer d'abord la majestueuse porte d'accès.

Il s'agit du *pavillon*, fixé au crâne, mais en grande partie libre. Nous parlons au singulier, mais chacun sait que *l'oreille* est un *organe bilatéral* identique à droite comme à gauche, et que nous devons à cette caractéristique la possibilité de localiser l'origine des sons dans l'espace. Il se présente à nous dans sa partie tournée vers l'intérieur comme une conque d'où part une galerie, c'est-à-dire une conduite contenant de l'air et constituant le *conduit auditif externe*. C'est un cylindre irrégulier, de calibre également irrégulier qui s'enfonce rapidement dans le massif d'un os crânien.

On fait peu de chemin, et l'on s'aperçoit que ce conduit est complètement barré par un rideau circulaire, dont les bords adhèrent bien au cercle du tunnel.

Ce diaphragme est la *membrane du tympan*, fine, transparente, élastique et très résistante, capable de vibrer aussi bien et même mieux que la membrane d'un microphone. Elle marque la limite entre la partie externe et la partie moyenne de l'oreille ou oreille moyenne. Si cette membrane est intacte, elle n'offre aucune possibilité de passage pour des corps solides, liquides, ni même pour l'air. Par le conduit externe, le spécialiste parvient à en explorer la superficie externe à l'aide d'un appareil, l'otoscope, grâce auquel il en analyse les caractéristiques normales et éventuellement les altérations pathologiques.

Nous heurtant à ce barrage, nous devons suivre une autre route pour nous introduire d'une façon idéale dans *l'oreille moyenne* sans rompre cette membrane. Nous allons donc nous engager dans une autre sorte de galerie qui, en réalité, n'est qu'un petit canal étroit et long qui part de derrière les fosses nasales postérieures. On l'appelle *tube ou trompe d'Eustache*, du nom du premier anatomiste qui en fit la description.

En remontant la trompe d'Eustache, nous déboucherons dans l'oreille moyenne. C'est une cavité pleine d'air, une petite chambre qui remplace la *caisse du tympan*. (Le canal que l'on

vient de décrire permet à l'air, si besoin est, d'entrer ou de sortir précisément de la caisse du tympan, afin d'équilibrer la pression de l'air qui y est contenu avec la pression d'air variable du conduit auditif externe; ce canal permet en outre la déjection des sécrétions.)

Il est inutile de rappeler que la paroi externe de la caisse du tympan est la membrane précitée. Ce qui est intéressant, c'est le

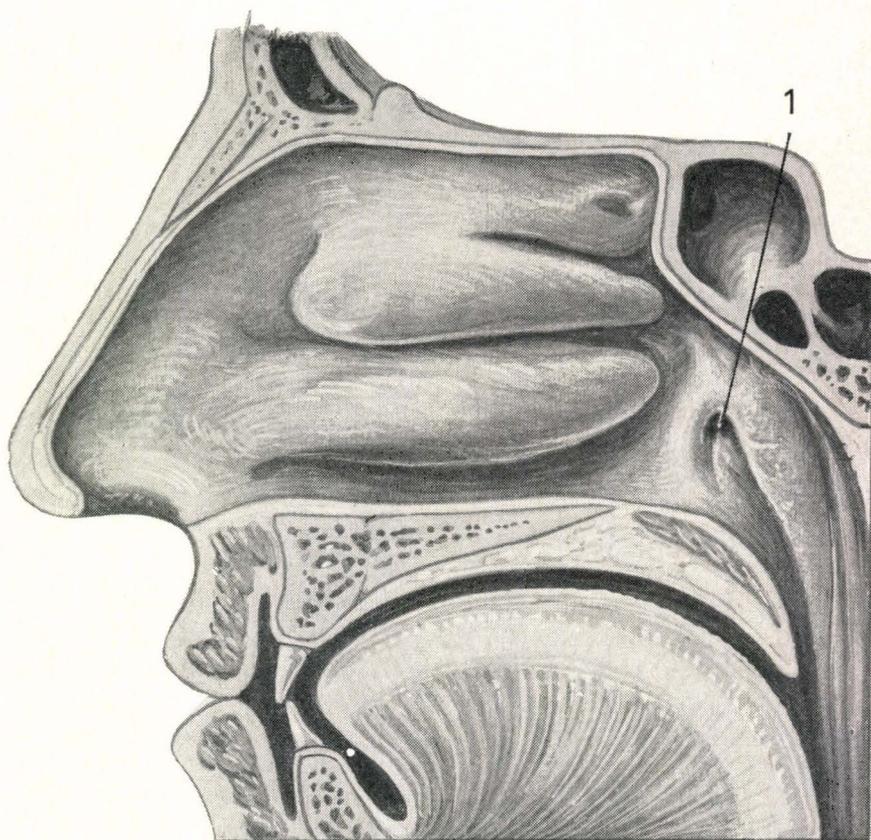


Fig. 3: Coupe d'une partie du visage: Nez, bouche et pharynx. Dans le pharynx on remarque l'orifice de la trompe d'Eustache (1).

contenu solide de la caisse. Il s'agit d'une série d'osselets aux contours curieux, l'un formant un marteau, l'autre une enclume et le troisième un étrier, qui se suivent, s'articulent entre eux comme les maillons d'une chaîne ininterrompue, et composent à l'aide de deux muscles très petits un système de levier (voir fig. 2 et 4).

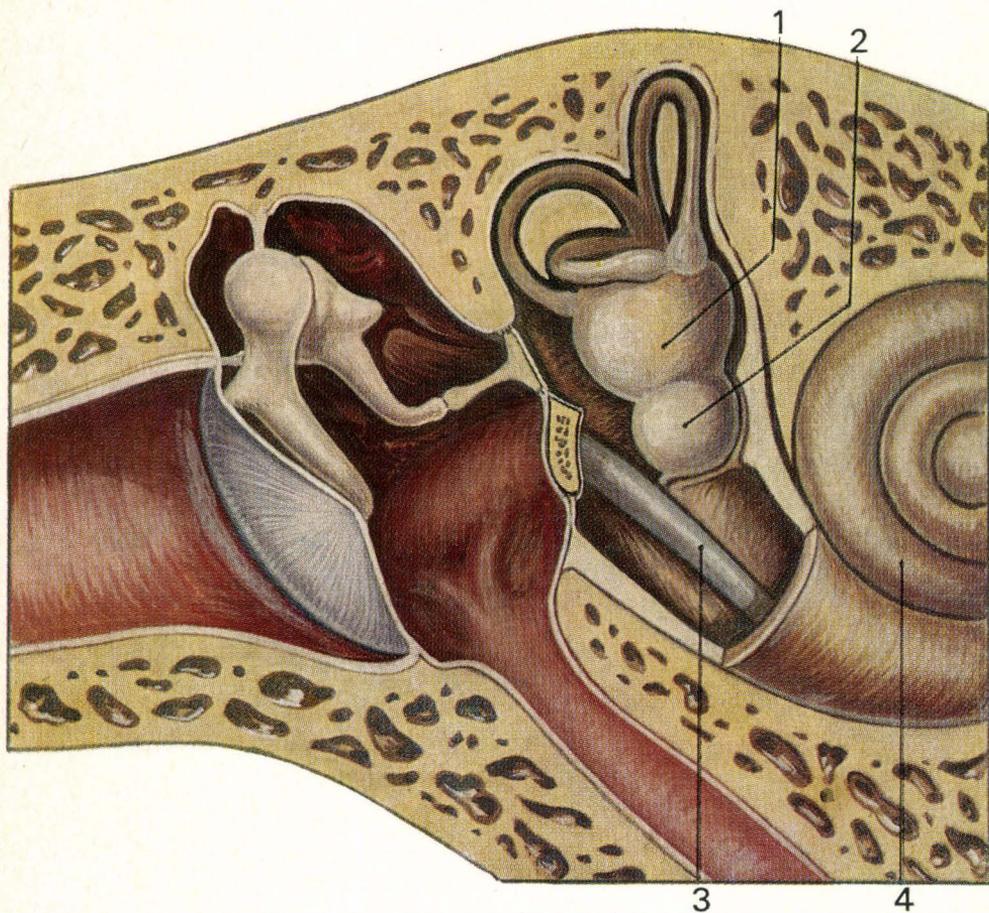


Fig. 4: Cette coupe de l'oreille met en évidence le passage de l'oreille moyenne à l'oreille interne; sont indiqués: 1. Utricule, 2. Sacculle, 3. Canal cochléaire, 4. Limaçon osseux.

Cette *chaîne d'osselets* part de la membrane du tympan à laquelle elle adhère par une partie du marteau, et s'étend jusqu'à la paroi opposée de la caisse, précisément à l'endroit où se trouve une petite «*fenêtre ovale*», étroit orifice allongé tourné vers l'oreille interne. Mais la fenêtre est fermée par une autre membrane fine sur laquelle repose et adhère la partie plate de l'étrier. *N'oublions pas ces détails.*

Nous passons maintenant à la troisième partie de l'oreille, également enfoncée dans le massif osseux (roche pétreuse).

(A ce moment, le président de la réunion fait signe à son collègue anatomiste de renoncer à insister par trop sur les détails, afin de ne pas risquer de créer la confusion chez les auditeurs non initiés. L'orateur se limite donc aux notions indispensables.)

*L'oreille interne* est la partie qui contient les organes les plus compliqués du point de vue structural, les plus complexes et les plus délicats en ce qui concerne leur fonctionnement. *C'est contre eux que les bruits vont déclencher leurs offensives spécifiques.* Ces organes font penser à un labyrinthe, et d'ailleurs on appelle ainsi leur ensemble. C'est également à cet endroit que se trouve le dispositif qui règle l'équilibre. En ce qui concerne l'ouïe, nous sommes frappés, et c'est essentiel, par la présence d'une formation ayant l'aspect d'une coquille de colimaçon, raison pour laquelle on la nomme limaçon ou *cochlée*. Il contient un long canal membraneux se développant en spirales (canal cochléaire). Il abrite un minuscule organe sensoriel (organe de Corti, découvert par l'anatomiste italien du même nom), qui est le *siège effectif de la réception des ondes sonores*. Nous pouvons dire que cet organe constitue la clef de voûte de tout l'édifice fonctionnel acoustique. Il est important de faire remarquer qu'un liquide particulier, une lymphe, assumant un rôle d'une importance extrême dans cette fonction acoustique, est sécrété dans le labyrinthe. De l'oreille interne partent enfin *deux voies nerveuses vers les centres auditifs cérébraux.*

*Le président* interrompt ici le discours de l'anatomiste: «On y reviendra plus tard. Écoutons tout de suite ce que le physiologiste doit nous communiquer sur le fonctionnement normal. Il faut abrégé parce que nous avons de nombreux sujets à aborder.»

*Le physiologiste* qui, dans ce cas, est aussi un *otologiste* réputé, déclare d'abord que, la structure de l'oreille une fois connue, quelques indications suffisent pour en expliquer le *fonctionnement*. Les ondes acoustiques, vibrations imprimées à l'air par les différentes sources génératrices de sons et de bruits, sont recueillies à l'extérieur par le pavillon de l'oreille et convoyées dans le conduit auditif externe. Par ce tunnel, les ondes filent comme une flèche jusqu'à ce qu'elles rencontrent la membrane du tympan. Celle-ci les recueille et les reproduit exactement. Ces oscillations sont d'une amplitude extrêmement modeste, mais elles servent à mettre en mouvement le manche du marteau et, par corrélation, les autres osselets (de l'oreille moyenne), si bien que les impulsions reçues par l'étrier sont transmises par la fenêtre ovale ou liquide du labyrinthe, et que les vibrations créées par les sons sur cette lymphe peuvent être perçues par les cellules de l'organe de Corti, capable de transformer l'onde acoustique (mécanique) en une impulsion nerveuse (énergie bioélectrique). *C'est dans ces cellules que la sensation auditive trouve son origine.*

Les cellules, qui sont au nombre de plusieurs milliers, établissent des contacts avec les ramifications *du nerf auditif* qui, comme nous l'avons dit, se charge de transmettre les excitations sous forme d'énergie nerveuse vers les centres supérieurs où elles s'intègrent à des processus psychiques. Mais en vérité, tout en s'acheminant vers l'écorce du cerveau où la véritable *prise de conscience du bruit* s'effectue, *les voies acoustiques intercérébrales* comportent d'autres relais qui sont principalement à la base des circuits *réflexes auditifs situés à différents niveaux, du phénomène de l'orientation d'après le son, des effets émotifs, des différents sentiments que les sons et les bruits peuvent répercuter dans tout l'organisme.*

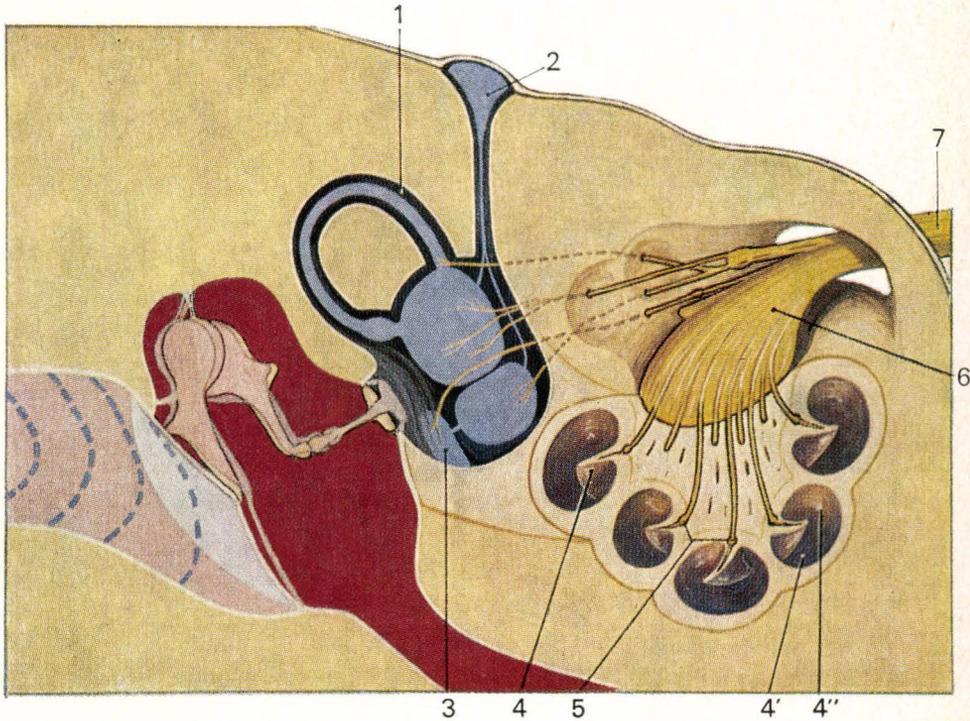


Fig. 5 : Dans cette coupe de l'oreille, on notera en particulier l'oreille interne avec la racine du nerf acoustique formé par la confluence des fibres du nerf cochléaire et du nerf vestibulaire. 1. Canal demi-circulaire, 2. Sac endolymphatique, 3. Canal cochléaire, 4. (4', 4'') Coupes du limaçon osseux, 5. Ganglions spinaux de Corti, 6. Fibres du nerf cochléaire, 7. Nerf acoustique.

*En résumé*, l'oreille interne est donc la partie essentiellement réceptrice, tandis que les parties externes et moyennes ont pour fonction de transmettre les ondes sonores. C'est pourquoi les formes de surdité dues à des lésions d'éléments de l'oreille externe ou moyenne s'appellent surdité de *transmission ou de conduction*; celles qui sont imputables à des altérations de l'oreille interne (comme celle produite *par le bruit*) s'appellent *surdité de perception*.

*Une question d'un auditeur*: A quoi servent les deux petits muscles du tympan?

*Réponse du physiologue:* Excellente question, parce qu'elle nous donne l'occasion d'expliquer que, par réflexe, ces muscles, en se contractant, provoquent une baisse de transmission des tons bas, et peuvent donc constituer un mécanisme de défense contre les tons bas intenses; malheureusement, ceci ne se produit pas pour certains tons moyens.

*Alors, le président suspend la séance pour quelques minutes, parce que, entre les experts de la « table ronde », une conversation s'est engagée au sujet des découvertes scientifiques très récentes qui dépassent évidemment les limites du domaine de la vulgarisation actuelle. Mais il nous semble intéressant d'y faire au moins une vague allusion pour qui aime être au courant des tentatives d'explication de faits encore mystérieux. A partir de la question apparemment simple posée par l'interlocuteur profane, il est en effet possible d'en profiter pour formuler d'autres considérations concernant les tentatives d'autodéfense de l'oreille.*

*Un exemple:* Nous possédons des informations sur des études récentes d'audiologie portant sur la présence de voies constituées par de véritables faisceaux de fibres nerveuses qui partent du cerveau — donc à l'inverse des autres — et se dirigent vers l'organe de Corti: d'où l'hypothèse que ces voies (centripètes) ont pour fonction de régulariser la quantité d'énergie bioélectrique envoyée de l'oreille dans la voie acoustique centrale. De ce fait, cette quantité d'énergie serait sous le contrôle direct du cerveau, compte tenu des impératifs fonctionnels du moment.

(On est arrivé à la conclusion que, dans un certain sens, l'oreille normale perçoit ce que le cerveau lui permet d'écouter. Le fait qu'en écoutant tout un orchestre il est possible d'identifier le son d'un instrument sur lequel notre attention se porte en particulier en serait la preuve. En outre, le cerveau ne limite pas son contrôle au seul organe de Corti; il régularise aussi, précisément par réflexe, l'activité du délicat système de leviers que constitue la chaîne des osselets ainsi que les muscles du tympan, du marteau et de l'étrier. Comme nous l'avons dit, ce

système transmet l'énergie sonore de la membrane du tympan au labyrinthe et, comme l'a indiqué le physiologue, le degré de contraction des deux muscles en conditionne la capacité de transmission des stimuli à l'oreille interne. N'oublions pas ceci, car c'est à partir de ces éléments complexes que l'on peut expliquer aussi bien l'autodéfense naturelle [ou ses tentatives] contre les bruits excessifs que d'autres phénomènes qui semblent tenir du paradoxe.)

*Dès la réouverture de la séance,* l'auditoire est curieux de connaître comment s'effectuent les agressions du bruit et comment se manifeste la *surdité professionnelle*.

Mais l'attente est pour un instant d cue parce que des raisons de procédure — comme dans un vrai tribunal — exigent que les

experts, c'est-à-dire les physiiciens et les acousticiens invités à témoigner, décrivent, avant de considérer dans le détail les méfaits de l'accusé, en l'occurrence le bruit, non seulement les caractères de ce dernier et les limites de sa capacité nocive, mais aussi les moyens pour l'évaluer, le mesurer et l'analyser.

### *En somme qu'est-ce que le bruit?*

A cette question répondent des experts chevronnés. Mais ils s'aventurent dans des démonstrations physiques et mathématiques avec un langage qui conserve toujours un certain hermétisme, en dépit de leurs efforts pour vulgariser leurs connaissances. Pour cette raison, le rapporteur se propose de communiquer les informations indispensables et les conclusions que voici :

### *Dans le passé, on a donné différentes définitions du bruit*

Toutes se fondaient notamment sur le *concept subjectif* de sensations plus ou moins désagréables. Mais il faut remarquer que

des bruits désagréables pour les uns ne le sont pas pour les autres, compte tenu notamment de conditions contingentes qui reflètent certains intérêts de la personne elle-même (c'est, par exemple, le garçon qui se complaît dans le bruit de sa motocyclette). Le dérangement peut donc être éliminé par le motif du bruit.

*Du point de vue physique*, les bruits consistent en une succession plus ou moins rapide de sons, irréguliers dans leur périodicité et leur intensité, sans aucune harmonie. On dit aussi que les bruits sont «un mélange de vibrations sonores complexes, non périodiques et dont l'amplitude évolue rapidement dans le temps». D'autres donnent une définition approximativement identique et technique: «vibrations mécaniques de fréquence acoustique présentant non seulement des caractères de variabilité dans la courbe de l'amplitude, mais aussi une absence totale de corrélations entre les différentes fréquences qui la composent, ce qui ne permet pas d'en apprécier le niveau».

Dans une telle «association désordonnée composée d'une multitude de sons» qu'est le bruit, nous avons à considérer deux *caractéristiques importantes*: a) *la fréquence*, b) *les intensités*, auxquelles on peut en ajouter une troisième: c) *le timbre*.

La première, c'est-à-dire *la fréquence*, est caractérisée par le nombre des périodes ou oscillations ou vibrations par minute selon la *source sonore*. Les vibrations se mesurent en Hertz (Hz), ou avec d'autres unités selon les pays: p/s, c'est-à-dire le nombre de périodes à la seconde, ou bien c/s, soit le nombre de cycles à la seconde.

Il existe, en ce qui concerne la fréquence, des *bruits à basse fréquence* (16—300 c/s); à *fréquence moyenne* (300—6000 c/s); à *haute fréquence* (6 000—20 000 c/s).

*Les sons audibles* par l'oreille humaine sont compris dans les limites qui vont de 16 à 20 000 Hz. Au-dessous de la limite

inférieure, il y a *les infra-sons* inaudibles ; au delà des 20 000 Hz, *les ultra-sons* également inaudibles.

La limite inférieure de l'audibilité est appelée « *seuil d'audibilité* ». La limite supérieure s'appelle « *seuil de la douleur* », parce qu'en arrivant à un certain niveau le son devient douloureux.

Cependant cette zone si ample de l'audibilité n'est pas tout entière satisfaisante. Les otologues appellent en conséquence « *champ d'audibilité commode* » celui dans lequel chaque phénomène acoustique est facilement interprété avec clarté et sans aucun trouble.

*L'intensité* se base sur la puissance de pression des sources sonores et dépend de l'amplitude des vibrations du corps sonore,

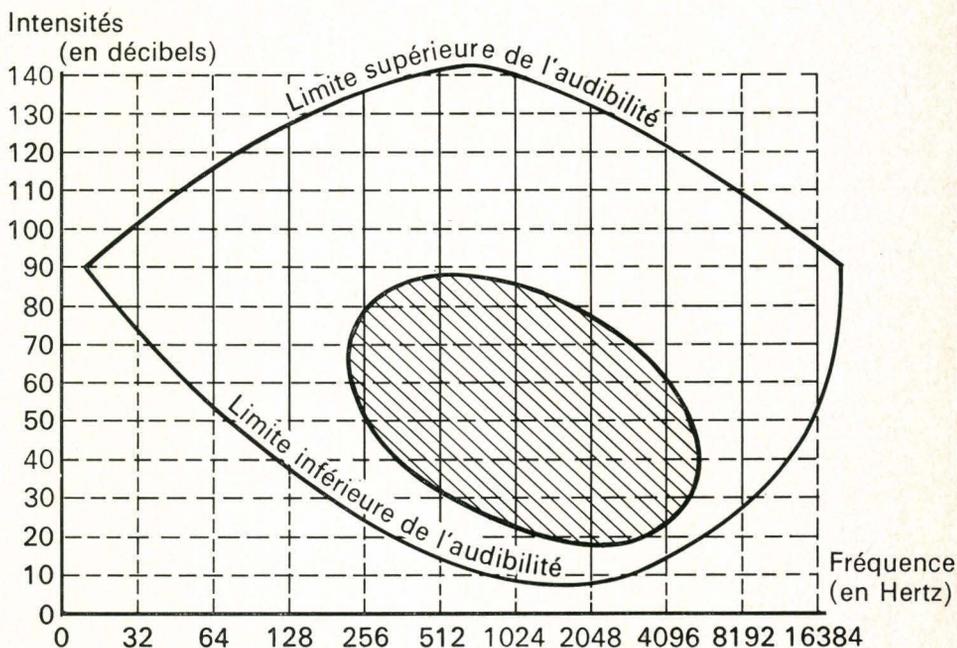


Fig. 6 : Graphique de *Wegel*, avec champ auditif normal. La zone hachurée au centre du croquis indique la zone essentielle des fréquences dont l'audition est indispensable pour la bonne compréhension du langage.

du milieu de propagation des ondes (air — eau, fondations — tuyauterie) et de la distance.

L'unité de mesure de l'intensité (niveau sonore) est le décibel (dB). Les médecins utilisent aussi le phone qui correspond approximativement au décibel.

On peut distinguer *différents groupes de bruits*: inférieurs à 40 dB, normaux ou simplement gênants; de 40 à 80 dB, capables de provoquer des troubles; supérieurs à 100 dB, ayant une action destructrice ou traumatisante. De 80 à 100 dB, les deux types de troubles peuvent survenir, bien entendu en fonction de la durée d'exposition.

Si l'on exprime le bruit en décibels, il convient de se souvenir que le décibel est une mesure à progression logarithmique, c'est-à-dire que le nombre des décibels ne progresse pas proportionnellement, mais sous une forme bien différente<sup>1)</sup>.

*Le timbre* est une caractéristique qui nous permet de distinguer des sons de même fréquence et de même intensité émis par des instruments différents (par exemple le violon et le violoncelle). Il dépend du nombre et de l'intensité des différents sons harmoniques qui s'associent au son fondamental (harmonies plus ou moins nombreuses suivant l'instrument utilisé nous permettant de le distinguer).

L'ensemble du son pur et de ses harmoniques donne ce que l'on appelle un son complexe. « Ces notions du timbre — très utilisées dans le domaine musical — ont une importance moindre dans le secteur industriel, sans être toutefois négligeables. »

---

<sup>1)</sup> Les appareils de mesure d'intensité des sons peuvent être réglés pour fournir des indications en dB (A), dB (B) et dB (C). Il n'est pas nécessaire de donner une explication exacte des différences. Toutefois, il faut savoir, à titre d'indication, que, par exemple, le même bruit d'une auto mesuré avec les différents réglages peut correspondre à 75 dB (A), mais aussi à 85 dB (B) ou à 95 dB (C). Il en va de même avec les fours industriels. Cependant, dans le cas d'un mécanisme émettant un seul son de 1000 Hz, l'appareil indiquerait par exemple 85 dB (A), ainsi que 85 dB (B) et 85 dB (C). En raison des différences possibles, il a été convenu d'adopter une mesure internationale en dB (A) pour éviter les erreurs et les malentendus.

Comme indice d'ordre de grandeur de la graduation du décibel, on peut retenir qu'une différence de 10 dB (A) en moins enregistrée au cours de la mesure correspond à une diminution de moitié du bruit perçu, et une différence de 10 dB (A) en plus à un doublement de ce bruit.

Une autre caractéristique importante du bruit réside dans sa *continuité* ou sa *discontinuité*. Il faut donc tenir compte du fait qu'il y a des bruits *intermittents rythmiques* et des bruits *intermittents non rythmiques*, ainsi que des bruits extrêmement brefs, spontanés ou inattendus.

Toutes ces caractéristiques comportent des *variantes dans la composition du bruit*, et aussi des *variations dans son action nocive pour l'oreille, le système neuro-psychique ou l'organisme en général*.

Comme les techniciens de cette «table ronde» l'ont abondamment expliqué, *le fait important* est donc que l'on peut disposer aujourd'hui: *d'appareils permettant d'étudier, de mesurer et d'analyser le bruit: des sonomètres et des analyseurs de bruit*.

Par conséquent, on peut connaître l'origine des différentes composantes du bruit (et de cette façon préciser aussi, en l'occurrence, l'efficacité des dispositifs d'insonorisation, d'une part, et, d'autre part, caractériser mieux les effets nocifs du bruit).

Il est surtout important de savoir qu'il est aujourd'hui possible d'enregistrer aussi automatiquement les différentes composantes du bruit sur un *graphique*, ce qui permet d'en avoir immédiatement une représentation claire, et d'en déterminer également, le cas échéant, la *distribution spectrale* avec une précision suffisante.

Dans la pratique, faire l'analyse spectrale d'un bruit signifie mesurer la distribution de son intensité énergétique à l'intérieur des diverses bandes de fréquence.

*En fait, l'analyse spectrale est fondamentale pour évaluer* non seulement les divers degrés de nocivité des bruits suivant la composition, mais aussi les diverses sensations de bruit engendrées par des phénomènes sonores de compositions différentes.

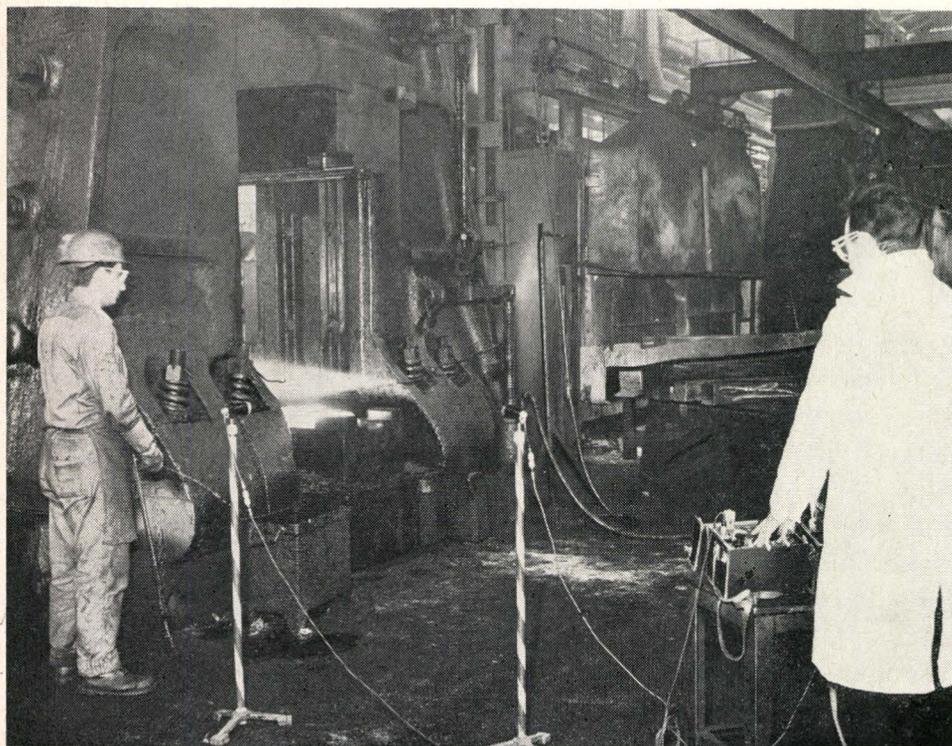


Fig. 7: Travaux d'estampage à chaud à l'aide d'un marteau. Un expert mesure le bruit. Dans ce cas, on n'utilise que des sourdines contre le bruit car protège-oreilles ou casques pourraient isoler l'ouvrier de manière excessive, et donc dangereuse, étant donné le trafic important d'engins et de matériaux dans cette zone.

A ce propos, les otologistes observent que si, dans les bruits des usines, les composantes plus intenses sont souvent celles à fréquences plus basses, il s'avère cependant que les plus dangereuses pour l'ouïe sont celles dont les fréquences sont plus élevées. Elles revêtent donc une importance particulière, même si l'intensité est d'une valeur relativement modeste, surtout du fait que l'oreille est plus sensible à ces fréquences.

Lorsque, dans un lieu de travail, le niveau sonore est très variable, on peut arriver aussi à déterminer un tableau assez exact de la *situation sonore ambiante* à l'aide d'appareils plus

complexes, car, si l'on se contente d'effectuer une mesure pour ainsi dire ponctuelle du niveau sonore, on risque d'obtenir une évaluation qui ne soit pas totalement correcte.

Ce qui précède constitue en grande partie l'essentiel des réponses données par les membres les plus qualifiés de la «table ronde» aux multiples questions des différents interlocuteurs.

*Avant l'examen des sujets suivants* liés au problème des risques engendrés par des bruits, puis à leur prophylaxie, le président décide de nous accorder une pause, en nous invitant à prendre un petit rafraîchissement dans le grand parc sur lequel s'ouvrent les portes de la salle de conférences.

Comme par hasard, en entrant dans le parc, à peine sortis d'une ambiance ouatée, nous sommes assaillis par le bruit d'un avion à réaction qui passe soudainement comme un éclair. Nous aurions eu matière à parler longuement de ce phénomène, non pas en ce qui concerne l'oreille de celui qui est toujours habitué à ces appareils, mais en tout cas sur les caractéristiques des bruits fastidieux et intolérables.

Quoi qu'il en soit, il nous semble qu'une question portant précisément sur la différence entre *bruits fastidieux* et *bruits intolérables* ait été posée au cours de la réunion. Elle concerne surtout certaines *influences psychiques* possibles. En général, on dit qu'un bruit présentant des structures variées est fastidieux lorsque, encore loin d'engendrer une véritable lésion physique ou psychique, il est désagréable et peut, le cas échéant, être la cause de réactions de défense (comme cela se produit pendant le sommeil); par contre, on appelle intolérable le bruit qui provoque effectivement cette lésion. En somme, dans le premier cas, on constate surtout l'existence d'un élément psychologique propre au sujet. Nous en reparlerons à propos de la pathologie générale due au bruit.

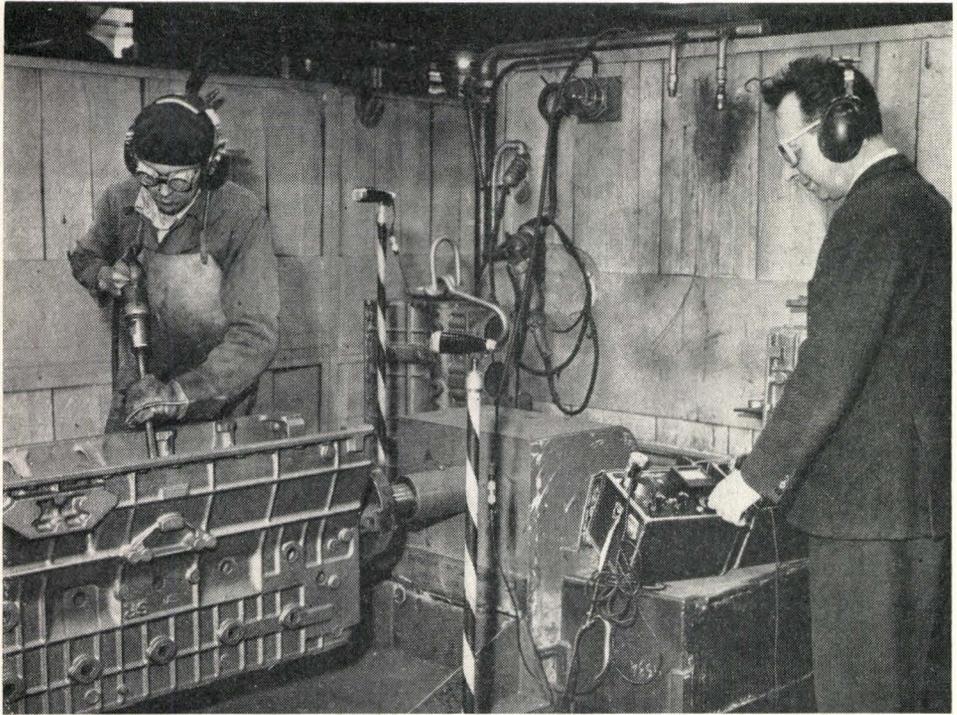


Fig. 8 : Ébarbage avec marteau pneumatique: Mesure du bruit à l'aide d'un sonomètre. Protection individuelle de l'oreille.

### **Pathologie de l'ouïe — La surdité professionnelle**

Maintenant, nous pensons que le lecteur lui aussi s'est repos  comme il convenait. Nous proc -

derons donc au compte rendu du symposium relatif à la séance sur la pathologie de l'organe de l'ouïe.

Lorsque l'on parle de surdité provoquée par le bruit, nous entendons par là une maladie professionnelle, non un accident déterminé par une lésion traumatique occasionnelle, unique et violente. Pour qu'il n'y ait pas de confusion, nous excluons

donc immédiatement les troubles qui, dans des cas exceptionnels, peuvent être causés par la rupture de la membrane du tympan à la suite d'une détonation fracassante. Dans ce dernier cas, le facteur bruit n'est pas le véritable responsable, mais le changement violent du régime de la pression de l'air sur la membrane elle-même.

Comme nous l'avons expliqué précédemment, l'effet des vibrations sonores occasionnant la surdité s'exerce dans l'oreille interne au niveau de la cochlée, c'est-à-dire au détriment des cellules sensorielles de l'organe de Corti. Par conséquent, il s'agit d'une surdité de perception.

Ces cellules, pour assumer le rôle qui leur est imparti, sont astreintes à consommer certains de leurs éléments constitutifs, lesquels doivent ensuite être réintégrés. Tant qu'un équilibre suffisant se maintient entre la consommation et le réapprovisionnement, tout se passe normalement. Mais, si l'action traumatique du bruit est excessive et n'admet pas de pauses proportionnelles permettant aux cellules intéressées de se reconstituer, la matière cellulaire normale ne se renouvelle plus, au moins en partie. Il se forme donc sur l'organe intéressé des lésions qui, à partir d'un certain moment, ne sont plus réversibles, mais deviennent permanentes. Or, grâce aux examens permettant d'évaluer l'acuité auditive des patients (par des mesures audiométriques), il est possible de déterminer progressivement les zones touchées et leur extension si les causes persistent.

Heureusement, au début de chaque stimulation acoustique chez le sujet, une espèce de *réflexe de défense* se produit automatiquement, le seuil de tolérance au bruit s'élevant par suite d'une hausse du seuil d'audibilité. C'est une sorte d'*adaptation auditive* qui peut, en quelque sorte, favoriser un travail prolongé.

Lorsque cesse le stimulus sonore, un bref laps de temps suffit pour que tout revienne à la normale. Ce laps de temps nécessaire est appelé « *temps de récupération* ». Lorsqu'il doit

se prolonger longtemps, cela signifie que l'on est parvenu au *stade de fatigue pathologique de l'oreille*; c'est un signe de début de lésion organique, et c'est également une étape vers la *surdité professionnelle*. Toutefois, l'évolution de cette dernière est subordonnée non seulement aux caractères spécifiques du bruit, mais aussi à d'autres facteurs: la *durée d'exposition* journalière du sujet aux bruits; la *durée des périodes de repos* entre les différentes phases d'exposition; la *durée totale d'exposition*, c'est-à-dire le nombre des années au cours desquelles le patient a été employé dans un milieu particulièrement bruyant.

*On nous demande si* une surdité déjà passablement avancée peut progresser et s'aggraver même lorsque la personne atteinte a abandonné un travail bruyant.

*Voici la réponse des spécialistes du symposium:*

Tandis que, pour certaines maladies professionnelles, la lésion s'étend même lorsqu'on a abandonné le travail qui la provoque, la surdité professionnelle s'arrête au contraire au degré où elle est parvenue. En d'autres termes, *la surdité produite par le bruit n'évolue pas d'elle-même*. Elle s'aggrave si le sujet reste soumis au bruit traumatisant, mais elle se stabilise au degré où elle se trouve si le facteur bruyant qui en est la cause est supprimé.

Dans la phase initiale, la fonction auditive peut même être récupérée totalement ou en partie. Ce phénomène a été constaté chez des patients après quelques jours de repos, par exemple à la suite d'une période de vacances. La durée de cette période nécessaire pour la récupération varie selon les individus. Malheureusement, à la longue, la carence auditive devient permanente.

Quoi qu'il en soit, ces informations permettent de dégager des *règles de surveillance périodique de l'ouïe* des travailleurs et de

prendre les mesures qui s'imposent au sujet de leur état pour éviter que le mal ne progresse.

### *Comment faire?*

On a recours aux examens *audiométriques*. Ils révèlent objectivement l'existence d'une lésion acoustique qui progresse lentement alors qu'en principe l'intéressé ne s'en aperçoit pas. Nous ne nous arrêterons pas à décrire l'appareil ou les différents appareils audiométriques. Il suffit de savoir qu'ils rendent possible la détermination de la composition du « spectre auditif » du patient. L'étude de ces caractéristiques permet de distinguer les différents types de surdité. Des contrôles spéciaux donnent la possibilité de distinguer la forme spécifique de la surdité de perception due au bruit. Des observations particulières permettent aussi de diagnostiquer chaque cas et de conseiller ou d'ordonner l'abandon du travail nocif de façon plus ou moins catégorique.

— L'évolution de la surdité produite par le bruit est-elle sensiblement la même pour tous à égalité de conditions et de travail et d'ancienneté? Il s'agit d'une autre question posée par les auditeurs aux experts de la « table ronde ».

*Réponse:* Cette évolution se fait en diverses étapes avec un début lent. Cependant, l'ouïe d'une personne est généralement plus vulnérable après 40 ans. Lorsque l'on dépiste audiométriquement les premières manifestations d'affaiblissement de l'ouïe, cette carence régresse plus facilement chez les jeunes si le sujet est soustrait au travail bruyant. Ceci dit, il faut toutefois remarquer que la sensibilité au bruit et la tolérance individuelles sont extrêmement variables, de même que l'évolution de la surdité diffère aussi suivant les personnes.

— Peut-on penser qu'il existe d'autres *facteurs individuels* qui donnent au sujet une prédisposition considérable aux maladies professionnelles de l'oreille?

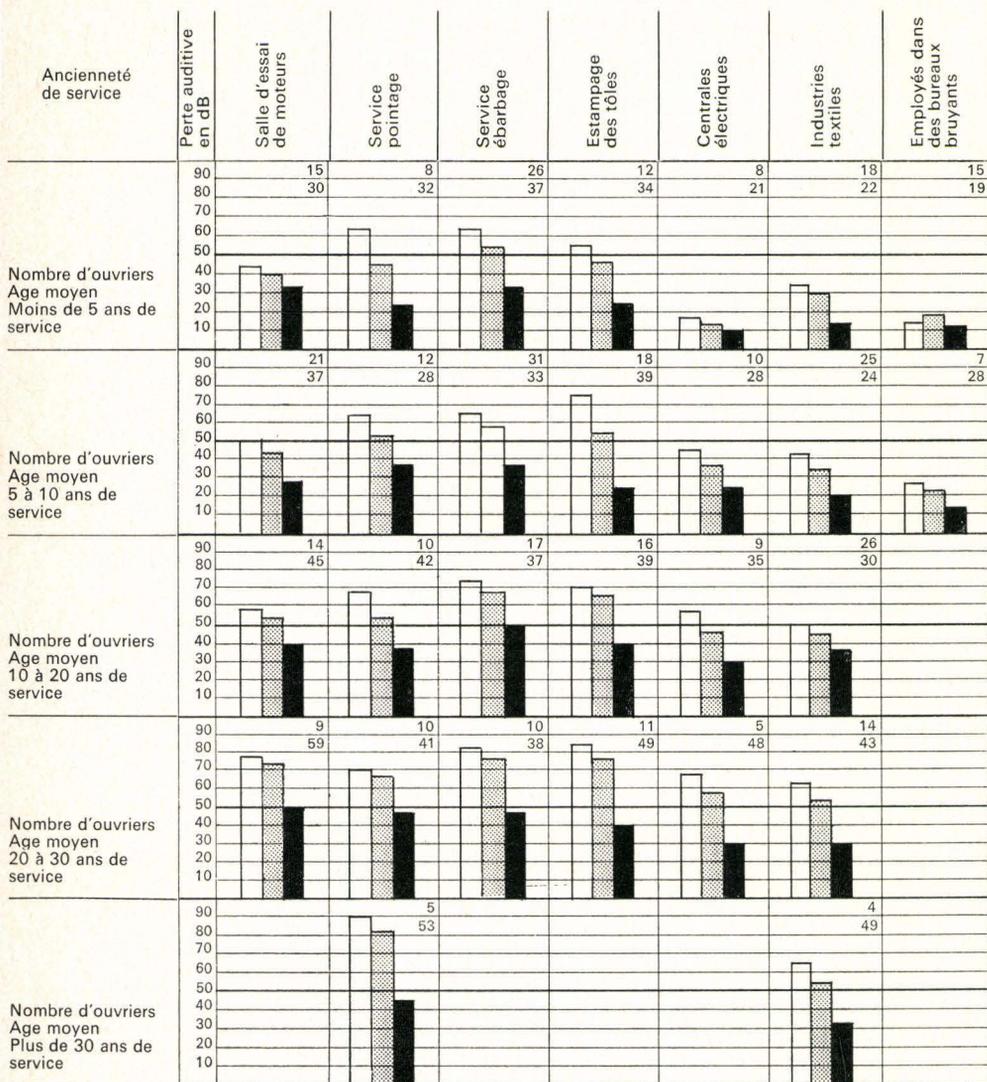


Fig. 9: Diagramme comparatif du déficit auditif chez des ouvriers affectés à différents travaux (selon Pestalozza).

- Perte auditive moyenne pour la fréquence 4096 c/s
- Perte auditive moyenne pour le groupe des fréquences aiguës (2048 - 9192 c/s)
- Perte auditive moyenne pour le groupe des fréquences correspondant à celles de la conversation (512 - 2048 c/s)

*Réponse*: Oui, naturellement, en plus de l'âge et en plus d'une labilité de l'organe de l'ouïe en ce qui concerne sa constitution, il faut tenir compte de certains antécédents pathologiques individuels de l'oreille moyenne, de certains troubles du système des glandes hormonales, de maladies infectieuses, d'intoxications particulières, et peut-être aussi de certaines affections du foie.

Il convient de souligner que certaines matières toxiques et même certains produits pharmaceutiques comme par exemple la streptomycine, qui est un antibiotique largement utilisé, ont un effet spécifique sur l'oreille interne. Cette dernière peut à elle seule conduire à une surdité de perception. C'est un des éléments qu'il ne faut pas sous-évaluer lorsque l'on procède à ce qu'on appelle le diagnostic différentiel, parmi les causes de surdité qui peuvent simuler le type de surdité professionnelle.

Chacun sait qu'il existe un *vieillessement physiologique de l'ouïe* (presbyacousie). Or, son évolution s'effectue dans le même sens que celle de la surdité produite par le bruit; cependant, l'expert réussit à distinguer certaines différences à l'aide d'examen audiométriques.

Jusqu'ici, nous avons parlé de surdité par vibrations sonores transmises par la voie aérienne. Mais il convient pour le moins de rappeler que peuvent aussi concourir à la surdité certaines «trépidations» agissant exclusivement par l'intermédiaire des os du crâne, selon la direction des secousses, notamment dans le sens vertical. Des vibrations nocives de ce genre qui peuvent être produites par certains instruments de travail ou des machines parviennent à l'oreille transmises par le sol et par les membres.

## **Pathologie non spécifique engendrée par le bruit**

Nous abordons ici une autre question au sujet de laquelle le président a recueilli à la «table ronde» l'avis d'autres experts, notamment de physiologues et de cliniciens du travail.

Si l'action nocive du bruit est spécifique sur l'ouïe, elle ne s'exerce pas uniquement sur cet organe. Certains bruits, au sens général du terme, peuvent avoir des influences nocives non négligeables sur l'organisme, et en particulier sur certains appareils.

Pour comprendre le mécanisme, par lequel elles sont engendrées, il suffit d'abord de penser aux vives réactions psychiques et involontaires provoquées par la brusque sensation de bruit (suivant ses formes), puis de rappeler ce qui a été déjà dit, à savoir qu'au long du trajet à partir de l'organe de Corti, situé dans l'oreille interne, jusqu'aux centres de l'écorce cérébrale, où les informations acoustiques transmises sont déchiffrées, les nerfs en cause joignent d'autres relais (ganglions) nerveux par lesquels des répercussions peuvent se produire sur d'autres fonctions.

Il faut ajouter ici que c'est le système neuro-végétatif avec son infinité de ramifications réparties dans tout l'organisme qui préside aux fonctions de la vie viscérale, par toutes ces interférences. Ses déséquilibres, ses troubles se répercutent évidemment sur les organes et les fonctions qu'il contrôle.

Ainsi, suivant le tempérament de l'individu et les situations ambiantes, le bruit peut donner lieu à des troubles psychiques accompagnés de phénomènes d'épuisement nerveux, de fatigue plus rapide, d'irritation ou de dépression chez certains sujets. En outre, il existe des réactions végétatives qui peuvent se manifester indépendamment des troubles psychiques, par exemple des modifications de la fonction gastrique. Certains

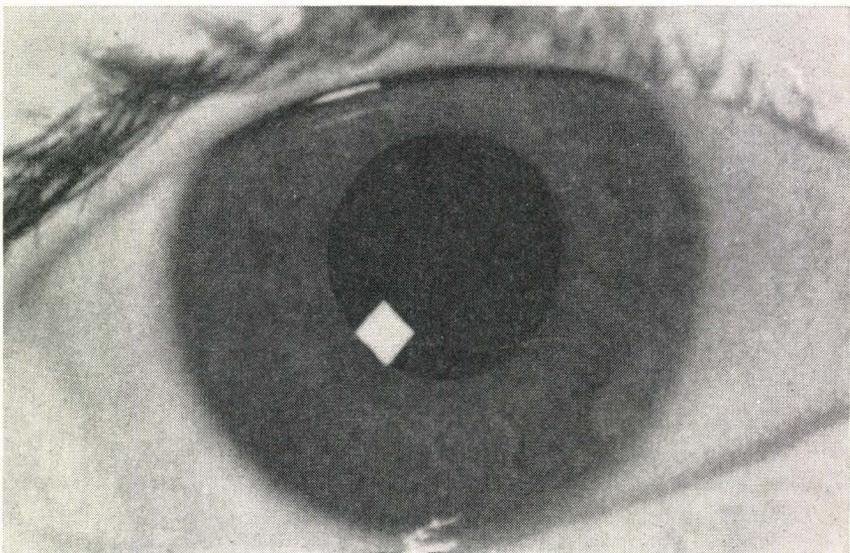
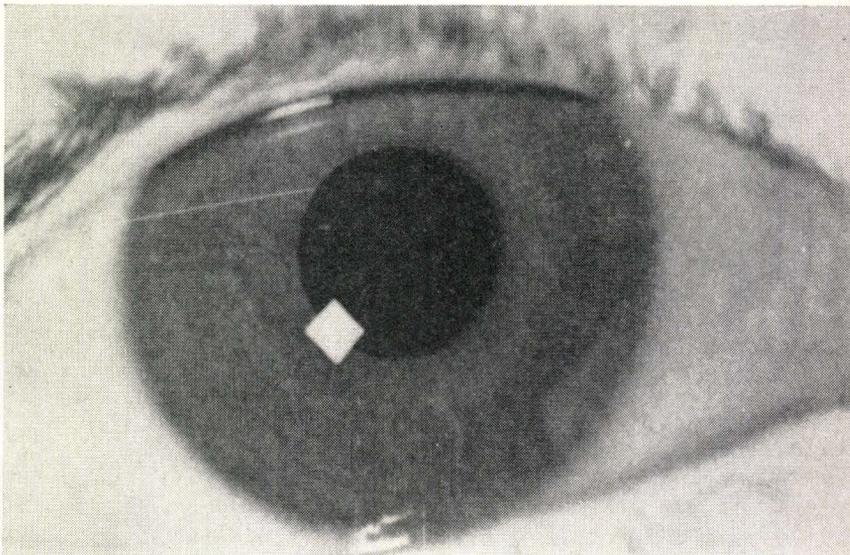


Fig. 10: Réaction de la pupille au bruit. Photographie de la pupille aux rayons infrarouges.  
a) Photographie en milieu tranquille (surface de la pupille = 100 %)  
b) Photographie en milieu bruyant (95 phon) (surface de la pupille = 138,5 %)

experts ont également parlé d'influences sur les activités de certaines glandes produisant des hormones.

Parmi les effets neuro-végétatifs du bruit les plus importants et scientifiquement prouvés, il convient de citer l'influence du bruit sur la dynamique de la circulation sanguine périphérique.

Il s'est avéré que la réaction particulièrement typique au bruit est la contraction et, par conséquent, le resserrement du calibre des petits vaisseaux sanguins capillaires du circuit périphérique, dont témoigne entre autres une diminution de l'irrigation sanguine de la peau et la pâleur cutanée. Le resserrement de ces capillaires, étant donné la densité considérable de leur réseau dans le corps, a une incidence sur les pulsations cardiaques. Or, des recherches médicales ont en outre démontré que l'intensité de cette réaction neuro-végétative est indépendante de l'impression subjective et, par conséquent, de la réaction psychique du sujet au bruit.

C'est ce qui explique pourquoi un bruit qui a perdu son aspect alarmant ne cesse cependant de provoquer cette réaction sur les vaisseaux lorsque, à la suite d'une certaine habitude, le travailleur ne le considère plus comme gênant et l'accepte sans répulsion. D'où la preuve que les réactions végétatives suivent un chemin qui relie directement l'organe de l'ouïe aux centres neuro-végétatifs, sans l'intermédiaire de l'écorce cérébrale et donc sans l'intervention de réactions psychiques. Les déductions pratiques sont claires: *le bruit peut agir défavorablement sur l'organisme en général, même si le sujet s'y est habitué.*

S'il s'agit d'une exposition passagère, les réactions végétatives au bruit sont certainement inoffensives, mais si le bruit se prolonge ou se répète avant que chacune de ces réactions ait disparu, ces dernières peuvent causer de véritables troubles. On suppose qu'à la suite d'une exposition prolongée au bruit, elles peuvent se transformer en troubles durables.

A la suite des discussions approfondies que nous venons de résumer, les différents experts :

**ayant établi la responsabilité absolue du bruit, à des niveaux d'intensité déterminés, en ce qui concerne le grief de la surdité professionnelle,**

**vu l'influence morbide indubitable qu'il peut exercer sur le système nerveux et qui, pour le moins, est source de troubles psychiques,**

**considérant qu'il peut également agir pathologiquement de manière insidieuse sur d'autres parties de l'organisme, sans provoquer au début de symptômes objectifs d'alarme,**

**considérant que, en toute hypothèse, il gêne les communications verbales et peut compromettre la sécurité dans les milieux de travail,**

**considérant en outre qu'il entraîne indirectement un surcroît de fatigue et un mauvais rendement dans le travail,**

**décident que le bruit doit être considéré comme coupable.**

Étant donné la gravité de l'accusation et dans l'intérêt de la justice, le président estime qu'il est nécessaire de donner également la parole à l'accusé. Celui-ci

est donc appelé à se disculper avec le moins d'éclat possible. Tous écoutent ses déclarations avec la plus grande attention.

« Tout ce que disent les experts est absolument exact — admet-il — mais on ne doit pas m'attribuer tous les torts, car moi, je ne suis qu'un simple phénomène physique utile et

nécessaire à de nombreux points de vue. Je suis ce phénomène important dont tous ont besoin et que chaque être humain doté d'une bonne oreille est heureux d'utiliser. Sans moi, il n'y aurait ni langage ni musique. Si, dans certains cas, je deviens fracas, la faute ne m'en est pas imputable. Vous en êtes responsables. C'est vous, les hommes, qui me transformez en fracas intolérable. Vous êtes les seuls responsables comme vous l'êtes de tout ce qui est excessif dans le monde. L'excès est toujours mauvais — l'abus de la boisson, de la bonne chère, de tout . . . .»

Le procès contre le bruit est ainsi parvenu à sa conclusion. Les participants à cette «table ronde», en leur qualité de jurés, ne pouvaient pas ne pas demander encore à d'autres experts quels sont les moyens d'em-

pêcher les bruits inutiles, excessifs et nocifs et quels sont les moyens de les combattre de manière sûre et efficace.

C'est là l'objet du chapitre suivant.

## Insonorisation, protecteurs auriculaires et prévention médicale

Pendant trop longtemps, les moyens permettant d'éloigner le bruit ont dû se limiter aux seules tentatives d'atténuer la perception à l'aide de protecteurs auriculaires, autrefois assez rudimentaires. Maintenant les choses ont beaucoup changé et, dans la mesure du possible, on essaie d'éliminer les sources mêmes du bruit, ou tout au moins de l'emprisonner aux sources, en évitant ou en réduisant sa diffusion dans le milieu du travail.

On applique actuellement ces mesures draconiennes dans des établissements industriels, et les résultats sont significatifs sur le plan de l'efficacité. Quoi qu'il en soit, entre le point initial qui est la cause même du bruit et le point final qui est constitué par l'oreille troublée par le bruit, le technicien peut indiquer toute une série de remèdes intermédiaires destinés à l'atténuer.

Il faut remarquer que diverses mesures adoptées sur les lieux du travail constituent une application pratique des résultats des recherches qui ont été promues

par la Communauté européenne du charbon et de l'acier.

L'insonorisation des machines et celle du milieu ambiant sont donc les mesures prophylactiques les plus appropriées dans la lutte contre le bruit. Cependant, il ne faut pas prendre à la lettre la signification du mot «insonorisation» et penser à une élimination complète du bruit, car ceci n'est certainement pas possible partout. Il faut entendre sous ce vocable une atténuation du bruit au point de minimiser son action nocive.

Évidemment, lorsqu'il s'agit de constructions et de machines anciennes, le problème est plus difficile à résoudre que dans le cas où il s'agit au contraire de concevoir de nouvelles installations.

Il va de soi que la première tâche est de *déterminer la source du bruit et les caractéristiques de ce dernier*. Ceci est possible aujourd'hui grâce à l'emploi des appareils auxquels nous avons fait allusion auparavant.

On étudiera dans quelle mesure les machines et les locaux sont responsables du bruit. Dans de nombreux cas, des améliorations apportées aux machines peuvent suffire à réduire l'intensité du bruit et à l'abaisser au-dessous du seuil critique. Des améliorations peuvent être fréquemment obtenues grâce à des modifications judicieuses de la construction ou du fonctionnement, si l'on a au préalable déterminé très exactement la cause du bruit.

Dans d'autres cas, il est nécessaire d'équiper les machines

broyantes d'un amortisseur ou de les recouvrir d'une hotte. Celles-ci doivent être construites suivant des principes acoustiques déterminés. Leurs parois doivent être dépourvues de vibrations propres qui réduiraient notablement l'effet d'amortissement. Elles doivent être le plus souvent revêtues à l'intérieur d'une matière amortissant les sons. Dans certains cas, il suffit de recouvrir la partie bruyante de la machine, une transmission intermédiaire par exemple. L'adoption a posteriori de telles mesures est souvent très difficilement réalisable, voire irréalisable.

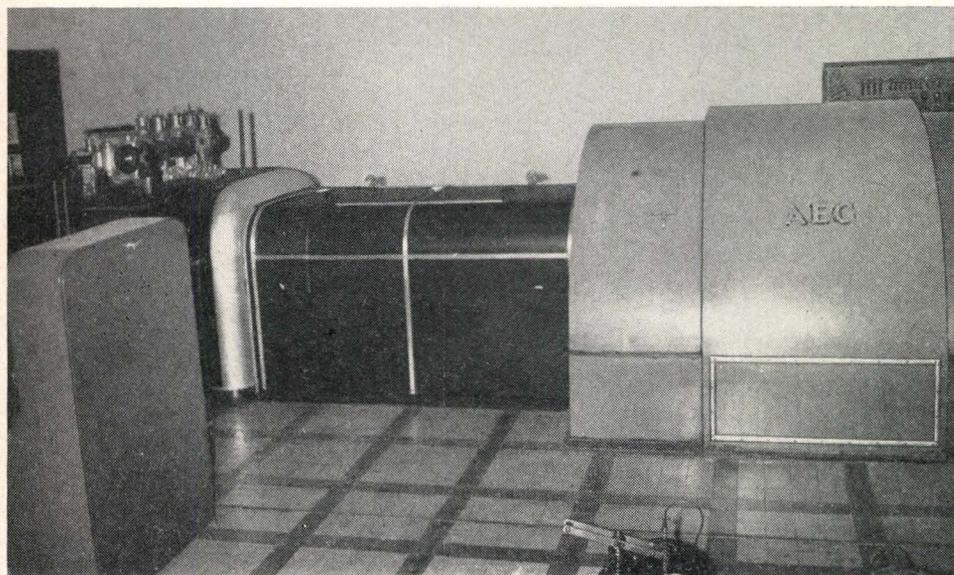


Fig. 11 : Groupe moteur avec carter insonorisateur sur le réducteur, les deux paliers et le bâti.

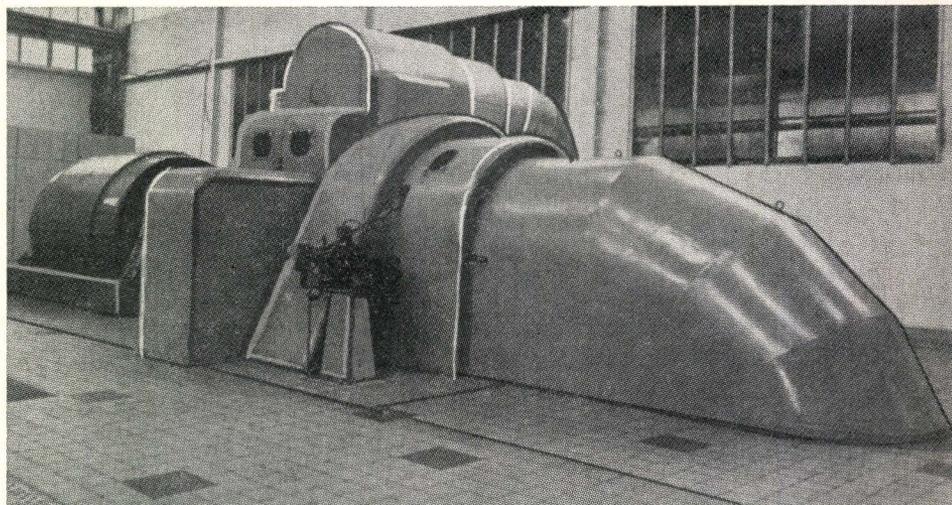


Fig. 12: Vue du turbo-compresseur avec carter insonorisant.

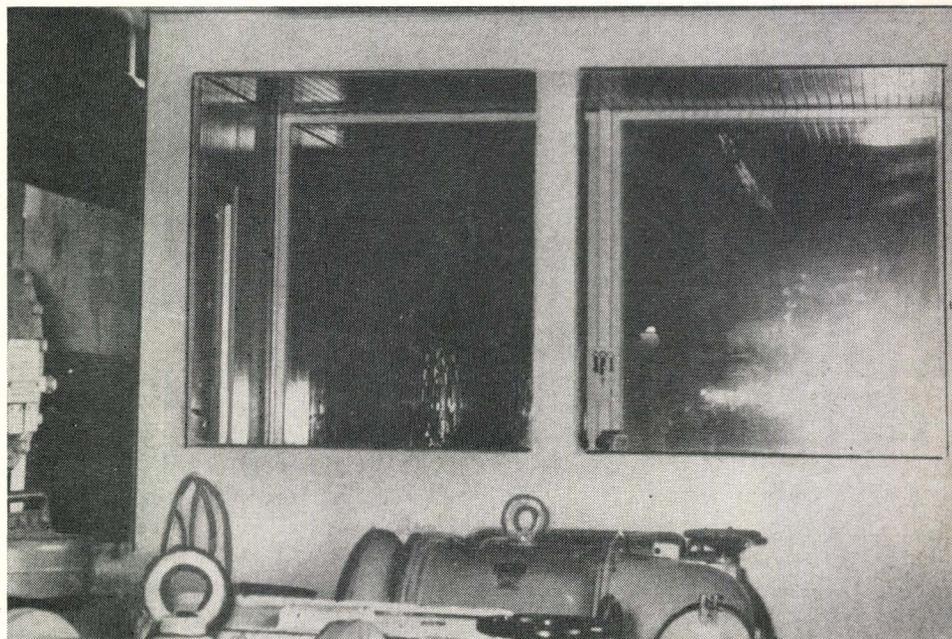


Fig. 13: Cabine insonorisée; en bas à droite, une des six poulies.

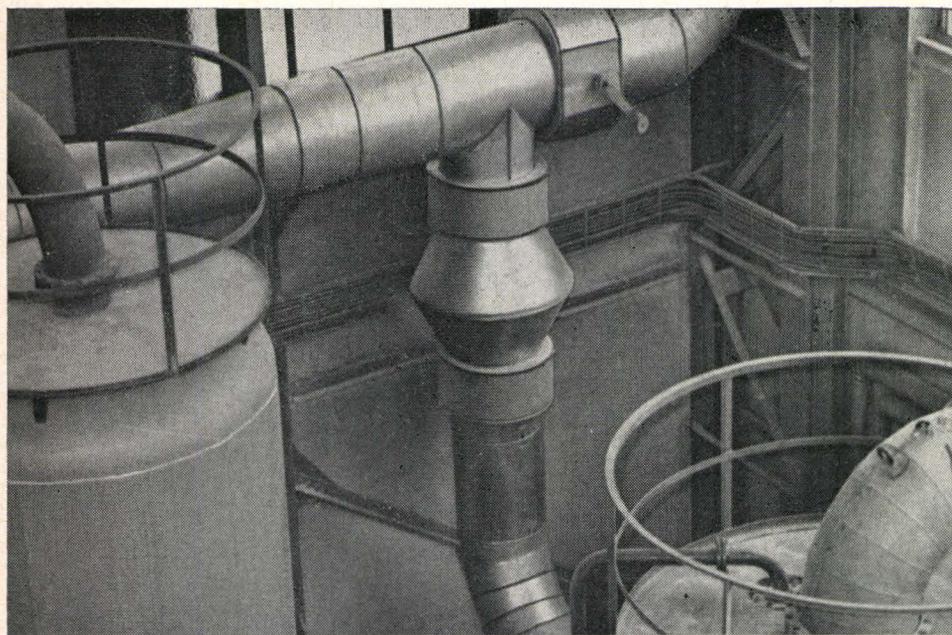


Fig. 14: Conduite insonorisée dans une centrale à oxygène.

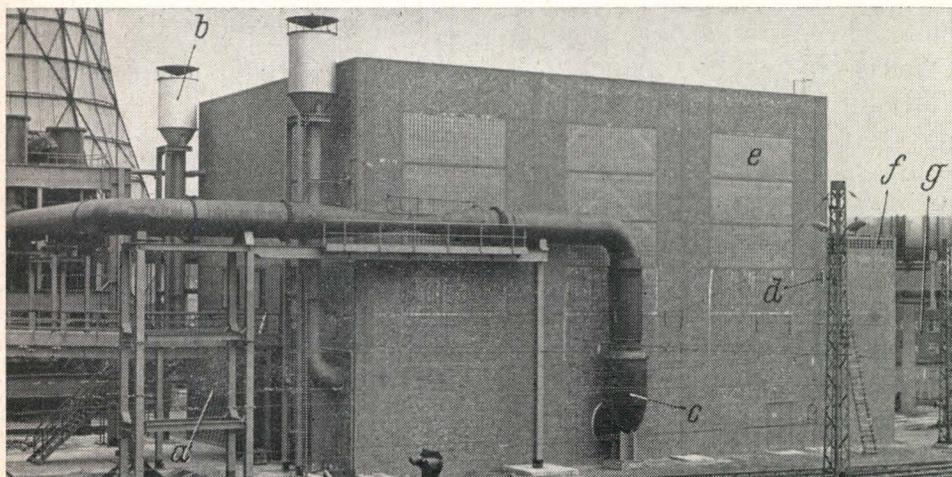


Fig. 15: Bâtiment des soufflantes. a) Bouches d'aspiration, b) Insonorisateurs de décharge, c) Conduite d'air, d) Bouche pour la ventilation artificielle et insonorisée du bâtiment, e) Fenêtres en blocs de verre du côté opposé au voisinage, f) Bouche de ventilation dans l'annexe des transformateurs, g) Voisinage.

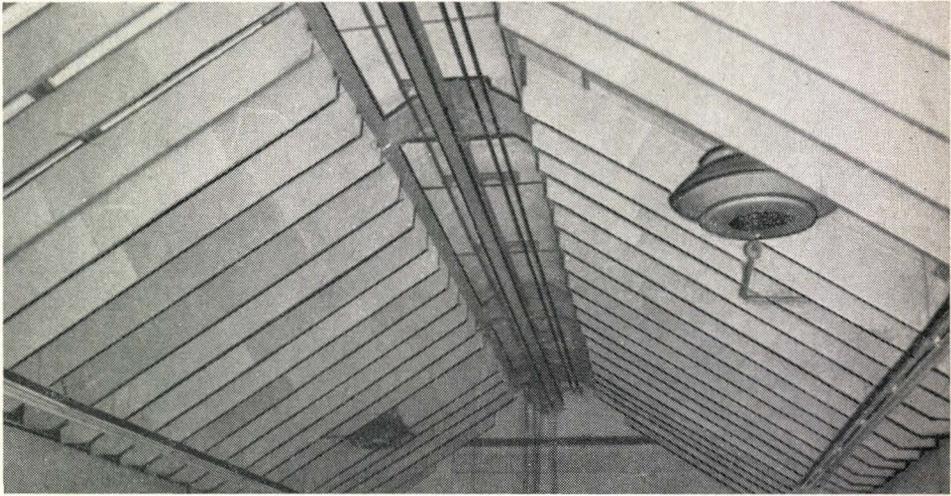


Fig. 16: Sous-toit insonorisant en forme de tablier absorbant le son dans un hall d'usine.

Les conditions de fixation des machines au sol sont également à revoir car, si les mesures dont nous venons de parler servent à diminuer les bruits transmis à l'oreille par la voie aérienne, il convient aussi de veiller à éliminer les vibrations qui se propagent dans les solides (de la machine au socle, et enfin au sol) et sont transmises à l'organisme par la voie osseuse. Pour ce faire, on utilise des dispositifs qui permettent d'absorber les vibrations: le socle, suffisamment massif, est placé sur une couche de sable et isolé.

Souvent, comme nous l'avons dit, le maquettiste, en construisant de nouvelles machines, af-

fronte aujourd'hui directement le problème du bruit, puisque, sur le plan de la prévention, il étudie l'isolement acoustique.

*Le second point* de la prévention technique des troubles produits par les bruits est l'insonorisation du milieu ambiant dans lequel les machines sont installées. En outre, par des mesures d'insonorisation on peut éviter que le bruit ne pénètre dans d'autres ateliers ou à l'extérieur de l'établissement.

Il ne nous semble pas opportun d'entrer davantage dans les détails qui ont été commentés au cours de la «table ronde» et qui témoignent des progrès réali-

sés dans le secteur technique. Il suffira d'indiquer encore que l'on est sur la voie de solutions satisfaisantes pour le problème des bruits transmis non seulement par les sols, mais aussi par les ossatures métalliques ou en ciment armé.

*Les mesures de protection individuelles* (protecteurs auriculaires), du fait de certains progrès importants réalisés aussi dans ce secteur, ne sont utiles que

lorsqu'il n'est pas possible d'éliminer suffisamment le bruit à l'aide des moyens techniques disponibles. Cependant, il s'agit de moyens que souvent les ouvriers n'apprécient pas encore, même s'ils savent que les protecteurs auriculaires modernes, quand ils sont bien utilisés, sont aussi efficaces contre certaines manifestations pathologiques neuro-végétatives que nous avons décrites précédemment.



Fig. 17: Différents types de protecteurs auriculaires contre le bruit.

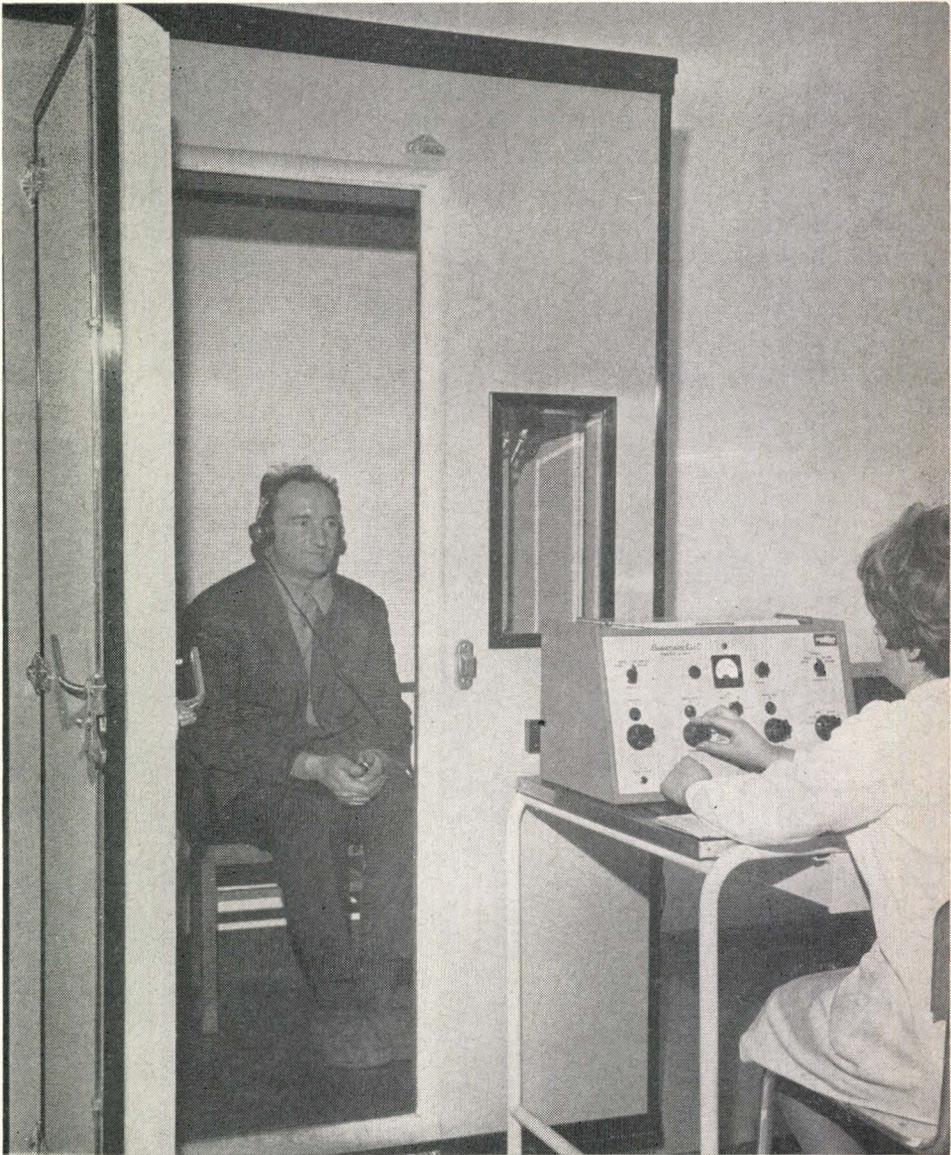


Fig. 18: Examen audiométrique d'un ouvrier.

La conception de ces appareils minuscules est purement mécanique. Au moyen d'un obstacle facilement applicable, on cherche à empêcher que les vibrations sonores ne parviennent aux éléments neurosensoriels de l'oreille avec une charge d'énergie encore suffisante pour porter atteinte à l'ouïe. Toutefois, ils sont inefficaces pour éliminer cette partie des bruits transmis par la voie osseuse. On utilise notamment les protecteurs auriculaires dits *sélectifs*: il s'agit de filtres acoustiques qui réduisent au maximum les bruits à tonalité aiguë, lesquels sont les plus nocifs. Il existe aussi des écouteurs et des casques qui protègent contre les bruits particulièrement forts.

Ici apparaît l'importance que n'a cessé de prendre la *prévention médicale*.

Si l'on se souvient de ce que nous avons dit précédemment à propos des conditions sanitaires individuelles qui peuvent favoriser dans une certaine mesure l'élimination de la surdité professionnelle et des manifestations neuro-végétatives, on comprendra à quel point une sélection

*préventive* est nécessaire avant l'embauchage pour l'exécution de travaux dans un milieu particulièrement bruyant. Les facteurs qui méritent une attention particulière au cours des examens individuels sont les dispositions héréditaires, la constitution, les maladies de caractère général subies précédemment, les intoxications éventuelles (endogènes et exogènes), les maladies ayant affecté l'oreille moyenne.

Toujours dans le cadre de l'*examen préventif*, il est donné une importance spéciale à certains *tests de sollicitation ou de fatigue acoustique*. Ils peuvent nous fournir des éléments suffisamment utiles pour juger de la sensibilité cochléaire, c'est-à-dire de l'organe de la perception auditive, et de la capacité d'adaptation aux bruits (dans des milieux à niveau sonore élevé).

*Des tests audiométriques* à titre de contrôle doivent naturellement être effectués au cours de *visites périodiques* tout aussi nécessaires, étant donné qu'il est très important de dépister la surdité professionnelle dès son début si l'on veut pouvoir encore l'enrayer.

Il convient d'informer le travailleur pour qu'il consulte le médecin lorsque se manifestent des formes pathologiques intercurrentes qui ont parfois une interférence (même si elle n'est pas immédiate) sur l'état de l'oreille.

Dans le domaine de la prévention certaines mesures concer-

nant l'organisation du travail seraient d'un grand intérêt. Nous voulons faire allusion à la *réduction des temps d'exposition au bruit par l'institution de pauses récréatives quotidiennes, l'allègement des horaires de travail hebdomadaires et la rotation périodique des ouvriers à des postes de travail moins bruyants.*

Photo de la couverture: Edouard Kutter jun., Luxembourg.

Les photos des pages 43-46 ont été empruntées à la monographie: «Beiträge zur Praxis der Lärminderung in industriellen Betrieben» établie par les soins de M. Günter Schulz. Publiée par: «Verein Deutscher Eisenhüttenleute»; éditeur: Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf, 1964.

