branes de la nature et de la densité du pavillon, frappées perpendiculairement par des ondes sonores, résonnent et transmettent le son. Or, les saillies du pavillon sont tellement nombreuses et diversifiées que, de quelque part qu'elles arrivent, les ondes seront toujours ou presque toujours perpendiculaires à la tangente de l'une d'elles.

Ainsi, le pavillon reçoit les ondes, en réfléchit quelques-unes et en transmet le plus grand nombre à l'air du conduit auditif, à la membrane du tympan et aux os de la tête.

A. — Rôle du conduit auditif externe.

1° L'air qu'il renferme continue directement les ondes aériennes.

2° Ses parois conduisent sur la membrane du tympan les ondes transmises par le pavillon.

3° Muller (1) ajoute que la colonne d'air, contenue dans le canal, résonne et augmente l'intensité du son. Pour le prouver, il suffit d'allonger le tuyau que représente le conduit par un autre tuyau, surajouté et bien adapté : les sons deviennent plus intenses. Pour bien remplir ses fonctions, le canal doit avoir certaines conditions : sa courbure est utile et existe chez tous les animaux pourvus d'un conduit; trop large ou trop étroit, il fait perdre à l'ouïe sa finesse.

L'oblitération du conduit auditif externe entraîne la surdité.

Le cérumen en trop grande abondance empêche la propagation des ondes sonores. Cependant, il en faut une quantité suffisante pour humecter le canal.

Esser a amélioré l'état de l'audition en instillant un corps gras dans le conduit auditif chez plusieurs malades. On croit que les poils protégent la membrane contre le contact des substances mêlées à l'air.

B. — Rôle des parois solides du crâne et de la tête.

Les parois contribuent à transmettre les sons : on le prouve en tenant une montre entre les dents.

Que l'on se bouche les oreilles, on entend néanmoins la voix

(1) *Manuel de physiologie*, traduit de l'allemand par A. J. L. Jourdan. Paris, 1851.

d'une personne voisine, et si, comme Esser l'a fait, on applique une montre en avant et en arrière de la tête, on constate que la partie postérieure transmet mieux les ondes sonores que la partie antérieure.

Trajet des sons dans l'oreille moyenne; rôle de la membrane du tympan.

Son importance est attestée par sa présence constante chez les animaux à audition aérienne.

Elle est très-oblique dans les animaux souterrains, et presque horizontale chez la taupe.

Son inclinaison a pour avantage, outre qu'elle augmente son étendue, de changer la direction et le mode des ondes sonores. Elle reçoit ces ondes, comme on l'a vu, soit par l'air du conduit, soit directement par les parois du canal, et vibre, sous leur choc, comme vibre une des peaux d'un tambour, lorsqu'on met l'autre en mouvement par un choc rapide.

Itard (1) a nié ces vibrations de la membrane, parce qu'il n'a pu les voir; mais l'expérience est ici démonstrative, car Savart a vu sautiller de la poudre de lycopode et des grains de sable sur des membranes minces, frappées par des ondes sonores, et même sur la peau d'un tambour, auprès duquel on produisait des sons éclatants. La cloison tympanique vibre donc.

Elle est en outre susceptible d'un autre mouvement très-différent, celui que lui impriment les déplacements de la chaîne des osselets, sous l'influence de contractions musculaires.

Ce second mouvement, auquel on a fait jouer un grand rôle, sous le nom de tension et relâchement de la membrane du tympan, est en quelque sorte passif chez l'homme, puisqu'il résulte uniquement du jeu des osselets.

Il serait actif, chez l'éléphant et la baleine, s'il est vrai, comme l'a dit le premier E. Home, que la membrane chez ces animaux est de nature musculaire; en outre, s'il est vrai, comme l'a dit Muller, que la grenouille ait une chaîne osseuse brisée et articulée, en l'absence d'aucun muscle propre à la mouvoir; il faudrait admettre, pour certains animaux au moins, un autre mode de déplacement de la membrane, qui alors probablement pourrait se tendre et se relâcher, en raison de la pression variable de l'air à l'intérieur et à l'extérieur de l'oreille.

(1) *Traité des maladies de l'oreille*. Paris, 1842.

Chez l'homme, la tension peut avoir lieu par le muscle interne du marteau ou par le muscle de l'étrier (quand il existe), c'est-à-dire par une puissance qui agit à l'une ou à l'autre extrémité de la tige, et le relâchement est alors un simple effet de l'élasticité et n'est pas actif, quoi qu'en ait dit Sœmmering.

Arnold dit que le ganglion otique présiderait aux mouvements des deux muscles précités (du marteau et de l'étrier), comme le ganglion opthalmique présiderait aux mouvements de l'iris. On trouverait ainsi une analogie de plus à établir entre l'iris et la cloison tympanique, analogie revendiquée par Richerand, et que Lecat avait déjà signalée (1).

Le muscle interne du marteau agit, en général, indépendamment de la volonté; mais il est aussi, chez quelques personnes, sous sa dépendance. — Fabrice, Mayer, J. Muller, M. le professeur Bérard, possèdent cette faculté.

Quant au rôle de la tension et du relâchement de la cloison, relativement à l'audition, tous les physiologistes ne l'ont pas entendu de la même manière.

Suivant Bichat, la tension aurait lieu pour des sons faibles, et le relâchement pour des sons forts.

Savart a établi le contraire dans ses expériences : d'après lui, la membrane du tympan se relâche pour la perception des sons faibles et se tend pour les sons plus intenses; et en outre, lorsque accidentellement la membrane est fortement tendue par raréfaction de l'air de la caisse ou par condensation de l'air extérieur, l'oreille perd la faculté d'entendre les sons faibles et ne perçoit que ceux qui sont forts : autrement l'ouïe est diminuée; on s'en assure lorsque le nez et la bouche, étant fermés, on fait une forte expiration, qui condense l'air dans l'intérieur de la caisse, ou bien une inspiration forte et soutenue, ce qui raréfie l'air de la même cavité.

Dans ces deux expériences faciles à répéter, on entend mal, l'ouïe est obtuse, parce que la membrane est tendue et fait saillie en dehors pendant l'expiration; en dedans, pendant l'inspiration.

Muller (d'après ses expériences sur la tension des membranes) pense que certains cas de surdité partielle sont dus à ce que la

(1) L'absence du ganglion otique, chez les animaux qui manquent de membrane tympanique, prouve assez quels sont ses usages. (ARNOLD.)

membrane est trop tendue : cette circonstance peut acquérir de l'importance pour le diagnostic, parfois si obscur, des maladies de l'oreille. La tension trop grande du tympan peut naturellement être produite de plusieurs manières :

1° Par obturation de la trompe d'Eustache, à la suite de laquelle l'air se dilatant sous l'influence de la chaleur du corps ou subissant une résorption partielle, la membrane éprouve une forte tension, soit en dehors, soit en dedans;

2° Par contraction du muscle tenseur.

La perforation de la membrane du tympan ou de l'apophyse mastoïde, serait utile dans le premier cas (c'est-à-dire dans l'oblitération de la trompe), et inutile dans le second.

C'est peut-être ainsi qu'on doit expliquer les résultats si divers de cette opération.

La part que prend le muscle tenseur du tympan aux modifications de l'ouïe se conçoit aujourd'hui, d'après les principes posés plus haut.

Il est probable qu'à l'occasion d'un son très-fort, ce muscle entre en action par l'effet d'un mouvement réflexe, comme cela arrive à l'iris et à l'orbiculaire des paupières, lors d'une impression de lumière très-vive. Dans ce cas, l'irritation est transmise des nerfs sensoriels au cerveau, et du cerveau aux nerfs moteurs.

Dès lors, il devient évident que quand un bruit très-intense frappe l'oreille, le muscle du tympan peut assourdir l'ouïe par son mouvement réflexe. C'est donc une hypothèse probable.

L'intégrité de la membrane du tympan n'est pas essentielle au mécanisme de l'audition.

Des individus sur lesquels elle s'était accidentellement rompue, pouvaient rendre de la fumée par l'oreille, sans être privés de la faculté d'entendre.

Cependant Esser a noté une vive sensibilité de l'ouïe sur des chiens auxquels il avait détruit le tympan.

C. — Usages de la caisse.

Nous venons de voir que la variabilité de tension de la membrane du tympan était nécessaire pour l'adaptation de l'ouïe à l'intensité variable des sons. Or, pour que cette variabilité de tension pût avoir lieu, il fallait que la cloison fût placée entre

deux colonnes d'air, et par conséquent que ce fluide fût contenu dans la cavité tympanique.

Le son, une fois arrivé à la membrane du tympan, est transmis à la paroi interne de la caisse par deux voies : par l'air contenu dans cette même caisse, et par les osselets.

Toutes les conditions possibles sont réunies pour que les vibrations communiquées par la membrane du tympan se transmettent sans aucune perte à la fenêtre ovale, le long de la chaîne des osselets. Ceux-ci, en effet, sont solides, ne tiennent point aux os du crâne et sont baignés de tous côtés par de l'air ; et, comme on le sait, un corps solide transmet lui-même plus facilement le son, qu'il ne le communique à l'air ambiant.

La membrane du tympan transmet donc l'ondulation sonore au manche du marteau, de là à l'étrier et à la membrane de la fenêtre ovale.

Un grand nombre d'usages ont été attribués à la trompe d'Eustache ; et cette question a été controversée :

1° Muncke soutient qu'il y a nécessité d'une égale densité entre l'air extérieur et intérieur pour que celui-ci transmette les vibrations.

2° Muller a récusé cette opinion dans ses expériences, car l'inégale densité des couches d'air fait perdre un peu de force au son seulement.

3° Henle dit que l'ouverture pharyngienne est analogue aux trous dont est percée la table d'un violon, trous qui sont nécessaires à la formation d'un son plein, et il y a résonnance à la fois de la table, de l'instrument et de l'air contenu dans son intérieur. — Ce fait est admis par Muller (1).

4° Itard compare l'ouverture de la trompe au trou latéral du tambour. Ce trou étant bouché, il n'y a plus de son.

Cette comparaison, séduisante tout d'abord, pèche par sa base.

5° Autenrieth et Lincke (2) pensent que l'oblitération pathologique de la trompe empêche l'audition nette des sons extérieurs, mais non celle de sa propre voix.

(1) *Manuel de Physiologie.* Paris, 1851. — Chéselden a observé une surdité subite après une injection d'eau dans la trompe. Saunders a vu le contraire.

(2) *Handbuch der theoretischen und praktischen Ohrenheilkunde.* Leipzig, 1837.

Il est incontestable que le conduit pharyngien sert à évacuer le mucus sécrété dans la cavité tympanique. C'est son accumulation ou sa rétention qui sont la principale cause de la surdité, dans le cas d'obstruction du conduit ; enfin, son principal usage est de donner une libre issue à une partie de l'air de la caisse : partant, de favoriser la tension de la membrane du tympan, et de la maintenir en équilibre avec l'air extérieur.

Il serait, du reste, curieux de voir si, comme on le croit, la trompe est toujours béante.

Une oblitération momentanée des trompes occasionne la surdité dans l'angine gutturale, surdité momentanée.

Quand on écoute avec attention, on ouvre la bouche à un degré médiocre ; c'est, dit-on, afin que le son puisse passer de cette cavité dans le pharynx, de là dans la trompe et à l'organe de l'ouïe.

Cette explication n'est point satisfaisante.

L'oblitération du conduit auditif externe entraîne la surdité : ce qui n'arriverait pas si les trompes d'Eustache se prêtaient aux rayons sonores.

Quand on écoute, la bouche béante, les condyles, en s'abaissant, opèrent la dilatation du conduit auditif.

On acquiert cette certitude en mettant le doigt dans l'oreille, pendant l'abaissement des condyles.

D. — Usage des cellules mastoïdiennes.

Leur développement, chez certains animaux du genre *felis*, et les oiseaux de nuit, où elles s'étendent dans l'occipital, les temporaux, indique qu'elles contribuent à augmenter l'intensité du son.

Elles sont, pour l'organe de l'ouïe, ce que sont les sinus pour l'organe olfactif.

§ 2. — Trajet du son dans l'oreille interne ou labyrinthe. — A. Rôle des deux fenêtres ovale et ronde.

Nous avons suivi l'onde sonore depuis l'atmosphère jusqu'à la paroi interne de la caisse : arrivée ici, elle gagne le labyrinthe, où deux voies peuvent la transmettre :

1° La fenêtre ovale, par le moyen de la chaîne des osselets,

qui fait vibrer la membrane et par suite le liquide vestibulaire.

2° La membrane qui bouche la fenêtre ronde. On s'est demandé si ces deux voies, ou l'une seulement, transmettaient le son. La pathologie invoquée a montré, tantôt que la destruction des osselets abolissait l'audition et tantôt qu'elle ne la diminuait que faiblement : il est donc probable que les deux fenêtres ont le pouvoir de propager l'onde sonore. La physique impose même cette opinion.

Quelle est celle des deux ouvertures qui transmet le mieux les sons ? Muncke tranche la question en faveur de la fenêtre ovale, à laquelle une chaîne osseuse transmet les sons.

Muller adopte cette opinion, et l'appuie sur des expériences concluantes et qu'il serait trop long de rapporter ici.

Ce qu'il y a de curieux, c'est que deux fenêtres ne sont point indispensables pour l'audition aérienne. Les grenouilles manquent de la fenêtre ronde, mais elles ont l'ovale ; preuve évidente de sa supériorité.

Une autre explication a été donnée par M. le docteur Auzoux, relativement à l'usage de la fenêtre ronde ; la voici en peu de mots :

Au moment où la platine de l'étrier, mise en mouvement par les vibrations sonores, s'enfonce dans la fenêtre ovale, le liquide labyrinthique cède à l'effort qui le presse ; mais ce liquide remplissant exactement les canaux et les rampes du labyrinthe, il n'y a aucun vide ; et les parois osseuses des canaux résistent à cet effort. La membrane de la fenêtre ronde, pressée de dedans en dehors par le reflux du liquide (à travers l'ouverture de communication des deux rampes), cède, se tend, dans les limites de son élasticité, fait, pour ainsi dire, hernie du côté de la caisse ; par conséquent, la capacité de la rampe inférieure est agrandie momentanément et autant que l'exige la petite portion de liquide déplacée et mise en mouvement par le choc de l'étrier. Aussitôt que cette pression a cessé, la membrane de la fenêtre ronde revient sur elle-même par sa propre élasticité, et le liquide labyrinthique, un moment déplacé pour l'accomplissement de la fonction (c'est-à-dire l'ébranlement des extrémités nerveuses), revient sur lui-même et reprend sa place primitive.

B. — Usages du vestibule liquide; canaux demi-circulaires.

La plupart des ondes sonores arrivent donc par la fenêtre ovale ; là, elles frappent le liquide qui communique ses vibrations aux nerfs vestibulaires et cochléens.

La complication de ce trajet à travers une couche de liquide avant la rencontre du nerf, est un fait digne de fixer l'attention des physiologistes.

Notons d'abord que cette disposition étant commune à tous les animaux aériens ou aquatiques, est par cela même fondamentale et de la plus haute importance pour la fonction.

La présence d'un liquide intermédiaire était, sinon indispensable, au moins très-utile ; l'ébranlement communiqué par un liquide au nerf étant plus favorable pour sa pulpe délicate.

De plus, selon Breschet, les sacs membraneux ou tubes du vestibule peuvent vibrer ; cette vibration est rendue plus facile pour eux par leur position entre deux liquides qui la soutiennent.

Admirons la gradation qu'a suivie la nature dans cette disposition, voici l'ébranlement ou, si mieux l'on aime, l'onde sonore qui arrive à une partie solide, le nerf ; mais il passe auparavant par un corps voisin de sa densité, le liquide de Cotugno.

Si l'onde sonore fût arrivée directement de l'air au nerf, l'impression brusque eût été pénible pour cette pulpe molle et délicate.

Muller dit que l'intensité du son est légèrement augmentée par la direction de la courbure des canaux, et d'après cet auteur, la portion osseuse des canaux paraît accessoire, car chez la lamproie sonore on ne trouve que des canaux ou tubes membraneux.

C. — Usages du limaçon.

Les belles recherches de M. Flourens nous ont appris que le limaçon n'a pas une importance aussi grande que le vestibule, puisqu'il manque dans des classes entières d'animaux : il est cependant un moyen de perfectionnement très-utile. Pour comprendre la manière dont se propagent les ondes sonores dans le limaçon, rappelons-nous, à l'aide de l'anatomie, que les ondes sonores peuvent lui arriver par deux voies :

1° Par l'eau du labyrinthe périlymphe qui se meut librement

dans le vase communiquant, représenté par le vestibule et les rampes limacéennes;

2° Par les parois solides du crâne.

Toutes ces ondes se propagent dans la columelle, dans la lame des contours et dans la lame osseuse qui enveloppe les rampes.

On se demande naturellement si l'ébranlement suit une marche successive et progressive le long du liquide des rampes ou le long de la columelle et de la lame des contours, depuis le vestibule jusqu'au sommet de la cochlée.

Il ne peut en être ainsi ; l'ébranlement se communique si facilement des liquides aux solides que le choc se transmet de suite dans toutes les directions sans parcourir toute la longueur des canaux.

On reconnaît, avec Muller, que les tours du limaçon ont pour but, en resserrant le canal dans un petit espace, d'amener un ébranlement simultané sur toute la surface nerveuse.

La lame spirale a probablement aussi pour usage d'offrir une large surface sur laquelle viennent s'épanouir les nombreux filets du nerf cochléaire, à la manière des cordes sur un clavier.

Terminons en empruntant les considérations suivantes à Muller, qui a traité ce point délicat de physiologie avec talent.

Le limaçon est propre à recevoir à la fois les ébranlements sonores venus du labyrinthe et des parois du crâne, car sa lame spirale, support du nerf auditif, communique avec le périlymphe labyrinthique et avec les parties osseuses du limaçon et du crâne ; et au contraire, le labyrinthe membraneux, qui est libre et flottant dans l'eau, est propre uniquement à transmettre au nerf vestibulaire les vibrations communiquées par l'intermédiaire du liquide. Et puisque le limaçon possède les deux moyens de recevoir l'ébranlement par les solides et les liquides, il est un organe de renforcement plus parfait que le vestibule.

Quant aux aqueducs, ils n'ont aucune part à l'audition ; ils ne servent point, ainsi que le pensèrent Cotugno et Meckel, à évacuer le trop-plein du liquide, pendant l'ébranlement vibratoire.

Breschet (1) a démontré que ces fissures ou conduits osseux sont liés tout simplement à l'évolution de l'organe auditif.

(1) *Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organe de l'ouïe et sur l'audition dans l'homme et les animaux vertébrés*. Paris, 1836, in-4 avec fig.

Nous pourrions nous arrêter ici dans la recherche du mécanisme de l'audition, satisfait d'avoir démontré comment :

Les parties solides de l'organe de l'ouïe ou les fluides élastiques et les liquides qu'ils renferment, transmettent les ondes sonores jusqu'aux divisions les plus ténues du nerf acoustique ; mais les physiologistes ont tenté de pénétrer plus avant dans cette matière et ils ont recherché s'il n'y avait pas quelque rapport entre la disposition des parties qui constituent le labyrinthe et la perception des différents sons. Les auteurs ont tenté d'expliquer la faculté de percevoir les différents sons et leur intensité : Cotugno, avec ses circuits grands et petits de l'humeur du vestibule, le choc des courants, etc.; Lecat, avec son clavier représenté par la lame spirale du limaçon et partagé en autant de petites cordes de grandeur et de grosseur différentes qu'il y a de tons perceptibles à l'oreille, a émis une théorie qui chaque jour trouve une nouvelle démonstration dans les phénomènes pathologiques ; Boerhaave, avec ses canaux demi-circulaires, disposés en tuyaux d'orgue ; Chevalier, avec son biamètre, etc.

Cependant les efforts de ces physiologistes n'ont point donné une explication à l'abri de tout reproche, et nous avouons que les usages des diverses parties du labyrinthe réclament encore de nouvelles recherches.

CHAPITRE III

HYGIÈNE DE L'APPAREIL AUDITIF. — PROPHYLAXIE

Les remarques précédentes sur l'usage de chacune des parties de l'oreille, ont bien moins d'importance que celles qui se rattachent aux soins conservateurs de ces organes délicats.

On néglige l'hygiène de l'organe auditif, et cependant il faudrait s'en occuper sans cesse : « Malheureusement, comme le dit W. Kramer, on remarque chez tous les hommes l'oubli des plus simples règles de la prudence. »

L'organe de l'ouïe est pourtant celui qui, en raison de la délicatesse et de la continuité de ses fonctions, mérite le plus d'attention. — L'anatomie et la physiologie nous ont révélé sa frêle structure ; nous savons aussi qu'il fonctionne sans cesse, sans repos aucun, depuis la naissance jusqu'à la mort, et lui seul entre tous les autres possède ce privilége singulier. Arrêtons-nous un instant sur ce point important. Voyez l'œil, n'est-il pas doué de paupières épaisses qui lui permettent de se reposer d'une lumière trop vive ; la nuit, pour cet organe, n'est-elle point aussi un temps de repos ?

Voyez encore ces autres organes *trépieds* de la vie, comme le disait Bichat : le cœur se repose un *temps* sur trois, qui composent son rhythme normal. On a même évalué que les ventricules se reposaient 12 heures, et les oreillettes 18 sur 24. — Les poumons, le cerveau, ont aussi leurs temps de repos, et il en est de même des autres organes. L'appareil auditif, toujours en activité, si l'on peut ainsi dire, est donc pour cela même plus exposé que les autres organes aux dérangements ou aux indispositions qui sont la conséquence de cet état de veille continuel, et de l'accomplissement de ses fonctions.

En effet, indépendamment du froid et de l'humidité, surtout du vent froid et humide, deux causes qui agissent de la façon la plus fâcheuse sur toutes les parties constituantes de l'appareil au-

ditif, il en est une autre non moins nuisible : je veux parler de l'action continuelle des vibrations sonores.

Ces vibrations agissent, 1° par l'ébranlement que tout l'organisme peut en ressentir ; 2° par les impressions qu'elles produisent sur les organes de l'ouïe : le premier de ces deux effets ne peut résulter que de vibrations énergiques ; très-modérées, elles produisent de petites secousses ; mais l'ouïe perd peu à peu sa tolérance pour les vibrations fortes et surtout pour le bruit. De là, une cause incessante d'irritation pour cet appareil délicat. L'ébranlement considérable de l'oreille, par des sons forts ou de grands bruits, peuvent occasionner des lésions graves, telles que phlegmasie, hémorrhagies, surdité nerveuse, bourdonnements, tintement, rupture du tympan ; mais je ne dois point m'étendre ici sur ces détails qui trouveront leur place un peu plus loin : qu'il me suffise, pour le moment, de signaler toutes ces causes comme des infractions aux règles sévères qui doivent présider à l'hygiène de l'oreille ; je rappellerai seulement l'exemple de Percy, qui éloignait du service de l'artillerie les sujets frêles et disposés aux affections de poitrine et du cœur. Le médecin devra donc conseiller aux sujets délicats et nerveux un genre de vie qui les éloigne des centres bruyants, des villes ou des manufactures, s'ils veulent longtemps conserver la finesse de leur ouïe et prévenir ses altérations. — J'ai déjà dit qu'il fallait aussi éviter avec le plus grand soin l'action du vent froid et humide. — Telles sont, en effet, les causes les plus fréquentes qui préparent les affections de l'oreille, et souvent même suffisent à leur donner naissance.