

et émettant par l'autre pôle un prolongement libre vers la surface de la muqueuse (fig. 185). Les fibres nerveuses gagnent le bulbe olfactif et s'y terminent; puis, des *cellules mitrales* de ce ganglion nerveux naissent d'autres fibres qui remontent vers les centres cérébraux. La destruction du nerf olfactif abolit l'olfaction. Mais certaines impressions de la nature des impressions tactiles ou douloureuses persistent encore, car la muqueuse olfactive reçoit aussi des filets nerveux du trijumeau qui lui donnent la sensibilité générale (fig. 184). Si donc on présente sous le nez d'un animal dont on a détruit les bulbes olfactifs un flacon d'ammoniaque ou de chloroforme qui émet des vapeurs irritantes, il n'y aura rien d'étonnant à ce que cet animal manifeste, par sa façon de réagir, qu'il ressent encore une impression désagréable.

Fig. 185.
Cellules épithéliales de la muqueuse olfactive de l'homme d'après MAX SCHULTZE).
d, cellule épithéliale muqueuse. — 1, noyau. — 2, prolongement central de la cellule. — 3, prolongement périphérique de la cellule olfactive se terminant par un prolongement 4, en forme de bâtonnet.

dans les fonctions génésiques.

ARTICLE IV

SENS DE L'OUÏE

Dans l'exposé de l'audition et de la vision que nous allons faire, nous laisserons totalement de côté toutes les notions de

physique qui s'y rattachent: on les trouvera dans les traités de physique biologique; d'autre part nous supposerons connues les dispositions anatomiques de l'oreille et de l'œil, car il n'est guère possible d'en donner une idée nette en quelques lignes.

L'excitant adéquat de l'organe de l'ouïe est constitué par les ondes sonores qui, transmises à l'endolymphe, vont impressionner les terminaisons du nerf auditif. Nous étudierons séparément la façon dont se fait la transmission des ondes sonores, puis les sensations acoustiques en elles-mêmes.

1° Transmission des ondes sonores. — Examinons la part que prennent les différentes parties de l'oreille dans cette transmission.

A. OREILLE EXTERNE. — La conque ou pavillon représente un appareil collecteur des sons. Grâce à sa mobilité chez les animaux, à ses divers replis chez l'homme, la conque dirige vers le conduit auditif les ondes sonores qui viennent s'y réfléchir. En l'aplatissant contre le crâne ou en nivelant avec de la cire ses diverses anfractuosités, on diminue un peu l'acuité auditive. L'ensemble des points de l'espace dont les ondes sonores peuvent venir ainsi se collecter vers le conduit auditif constitue le *champ auditif*; il a la forme d'un tronc de cône. Le rôle du conduit auditif externe est celui d'un tube acoustique; de plus par la sensibilité très vive de sa muqueuse, les poils dont il est garni, le produit de sécrétion (*cérumen*) de ses glandes, ce conduit constitue un appareil de protection pour les parties profondes plus délicates de l'oreille.

B. OREILLE MOYENNE. — Le rôle de l'oreille moyenne dans la transmission des ondes sonores ressortira de l'analyse des fonctions de ses différentes parties.

a. *Membrane du tympan et muscle du marteau.* — La membrane du tympan ferme en dehors la caisse du tympan: elle vibre sous l'influence des ondes sonores et transmet ses vibrations au liquide de l'oreille interne par l'intermédiaire de la

chaîne des osselets et de la membrane de la fenêtre ovale. Insérée dans le cercle tympanique, la membrane du tympan contient dans son épaisseur le manche du marteau; celui-ci donne insertion au tendon du muscle du marteau, muscle qui par sa tonicité attire en dedans la membrane et la fait bomber du côté de la cavité de la caisse. Les contractions de ce muscle modifient la tension de la membrane du tympan, de façon à l'*accommoder* au nombre et à l'amplitude des vibrations sonores. Le muscle du marteau reçoit son innervation du maxillaire inférieur par l'intermédiaire du ganglion otique. Il se contracte en même temps que les muscles masticateurs quand on serre fortement les mâchoires: quelques personnes perçoivent alors un petit crépitement sec dans l'oreille.

b. *Chaîne des osselets*. — Les mouvements oscillatoires de la membrane du tympan sont transmis par le marteau, l'enclume, et l'étrier à la membrane de la fenêtre ovale. Les articulations de ces osselets entre eux sont disposées de telle sorte que la longue branche de l'enclume et par conséquent l'étrier se déplacent dans le même sens que le manche du marteau (voy. fig. 186). La base de l'étrier s'insère sur la membrane de la fenêtre ovale et fait corps avec elle, de façon que tous ses mouvements d'enfoncement et de retrait communiqués par la chaîne des osselets se traduisent par des variations de pression du liquide de l'oreille interne. Le petit muscle de l'étrier, innervé par le facial, a probablement pour fonction de modérer l'excursion de ces mouvements de l'étrier, de même que le muscle du marteau, en tendant la membrane du tympan, modère l'amplitude de ses vibrations.

c. *Caisse du tympan et trompe d'Eustache*. — La destruction de la membrane du tympan n'entraîne pas la surdité. Les ondes sonores doivent donc être transmises à l'oreille interne par l'air de la caisse. Les os du crâne peuvent servir aussi à cette transmission; les vibrations d'un diapason, qui ne sont pas transmissibles par l'air si l'on bouche les oreilles, sont immédiatement entendues quand on applique le pied de l'instrument sur le front. La caisse du tympan contient de l'air à la pression atmosphérique, grâce à sa communication avec la

cavité pharyngienne établie par la trompe d'Eustache. Le muscle pérystaphilin externe, qui s'insère sur la paroi membraneuse et mobile de la trompe, ouvre ce conduit à chaque mouvement de déglutition; de cette façon, l'égalité des pressions entre l'air de la caisse et l'air atmosphérique est constamment

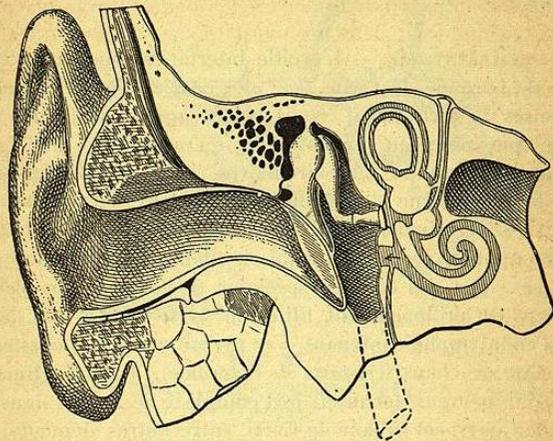


Fig. 186.

Coupe schématique de l'oreille montrant l'orientation de la membrane du tympan par rapport au conduit auditif externe; la disposition des osselets dans la caisse et les canaux du labyrinthe (GLEY).

Les ondes imprimées au liquide labyrinthique par l'étrier ressortent par la fenêtre ronde suivant la flèche.

maintenue; car les mouvements de déglutition sont incessants (déglutition de la salive dans l'intervalle des repas). Cette condition physique est absolument indispensable à l'intégrité de l'ouïe; si la trompe est obstruée, la pression dans la caisse diminue; la membrane du tympan est soumise à une tension anormale, elle bombe en dedans et enfonce l'étrier dans la fenêtre ovale; une diminution de l'acuité auditive, et des sensations auditives subjectives, des bourdonnements en sont la conséquence.

La caisse du tympan communique aussi avec les cellules mastoïdiennes. Le rôle de ces cavités pleines d'air est sans doute d'accroître la capacité de la caisse de façon que les changements de tension de la membrane du tympan soient amortis par l'interposition d'une masse gazeuse élastique plus considérable.

C. OREILLE INTERNE. — L'oreille interne est une partie essentielle de l'organe de l'ouïe, car elle contient les terminaisons nerveuses du nerf auditif. Nous savons aussi, par l'étude antérieure que nous en avons faite, qu'une partie de l'oreille interne, les canaux semi-circulaires, joue un rôle important dans le mécanisme de l'équilibration. Les filets nerveux de l'auditif se terminent dans l'utricule, le saccule (*tache auditive*) et les ampoules des canaux semi-circulaires membraneux (*crête auditive*), par des cellules spéciales fusiformes; ces cellules émettent un prolongement filiforme (*poil auditif*) qui baigne dans l'endolymphe contenant à ce niveau une fine poussière de carbonate de chaux (*cristaux de otoconie*). Dans le limaçon, l'appareil nerveux terminal fort complexe se trouve dans l'organe de Corti; cet organe de Corti, entre autres éléments, contient des cellules ciliées reposant sur une membrane finement striée, la *membrane basilaire*. Les parties membraneuses de l'oreille interne sont séparées des parois osseuses par un liquide, la périlymphe; les ondes sonores n'arrivent donc aux organes nerveux terminaux qu'en changeant de milieu, en passant de l'air dans un liquide. Les mouvements de la base de l'étrier et de la membrane de la fenêtre ovale impriment des oscillations à la colonne liquide représentée par la périlymphe et l'endolymphe; les liquides étant incompressibles, ces oscillations ne seront évidemment possibles que si la paroi de l'oreille interne cède en un ou plusieurs points; c'est la membrane de la fenêtre ronde qui remplit principalement ce rôle; en effet on s'aperçoit que, quand l'étrier s'enfonce dans la fenêtre ovale, la membrane de la fenêtre ronde bombe du côté de la cavité tympanique. On comprend que les oscillations de l'endolymphe agissent comme un excitant sur les poils auditifs. Quand à l'or-

gane de Corti, on suppose que sa complexité est en rapport avec la perception des différences de hauteur des sons; les stries ou fibres de la membrane basilaire représenteraient des

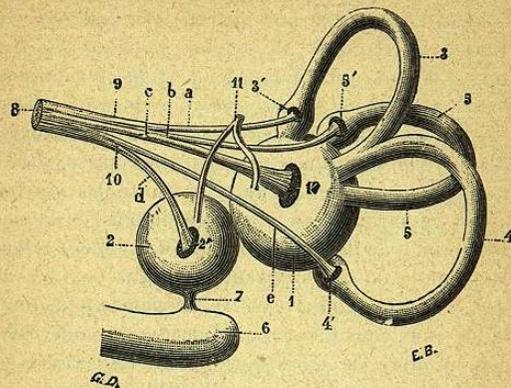


Fig. 187.

Utricule, saccule et canaux semi-circulaires, vus par leur face interne (TESTUT).

1, utricule. — 1', sa tache acoustique. — 2, saccule. — 2', sa tache acoustique. — 3, 4, 5, canaux semi-circulaires. — 3', 4', 5', leur crête acoustique. — 6, canal cochléaire. — r, canal de Hensen. — 8, branche vestibulaire de l'auditif. — 9, nerf vestibulaire supérieur. — a, b, nerfs ampullaires supérieurs et externes. — c, nerf utriculaire. — 10, nerf vestibulaire inférieur. — d, nerf sacculaire. — e, nerf ampullaire postérieur. — 11, canal endolympatique coupé au-dessus de ses deux racines.

cordes de longueur et de tension différentes accordées chacune pour une hauteur de son déterminée; la vibration de ces cordes exciterait les cellules de Corti.

2° Sensations acoustiques. — Nous distinguons dans nos sensations acoustiques différentes qualités que nous rapportons à l'intensité, à la hauteur, au timbre du son. L'intensité plus ou moins grande d'un son dépendant physiquement de l'amplitude plus ou moins grande des vibrations sonores, il est assez naturel de penser que le phénomène physiologique corrélatif consiste dans un ébranlement plus ou moins fort des ter-

minaisons nerveuses auditives. Pour expliquer la perception des différences dans la *hauteur* d'un son (qui dépend du nombre des vibrations), HELMHOLTZ a admis hypothétiquement, en se basant sur le principe de l'énergie spécifique des nerfs, qu'il existe une fibre nerveuse et un appareil terminal pour chaque son de hauteur déterminée. Il compara les fibres de la membrane basilaire à des cordes tendues, de différentes dimensions (comme dans une harpe) et supposa que chacune d'elles était accordée, pour un son déterminé. Or, ces fibres sont assez nombreuses (60 000) pour que chacune d'elles puisse vibrer pour un son d'une hauteur donnée, dans la limite des sons perceptibles. Il faut remarquer, en effet, que le sens de l'ouïe n'est plus impressionné par des vibrations qui descendent au-dessous de 30 à la seconde ou qui s'élèvent au-dessus de 15 à 20.000. D'autre part, l'oreille la plus exercée ne parvient à distinguer l'intervalle de deux sons que s'il est marqué par une différence d'un certain nombre de vibrations. Entre 120 et 1024 vibrations, on peut bien encore avec de l'habitude, distinguer deux sons qui ne diffèrent que par une vibration par seconde : mais en deçà ou au delà de ces chiffres, l'incapacité de l'oreille s'accuse ; ainsi, nous ne distinguons pas deux sons dont l'un a 10 000 et l'autre 10 100 vibrations par seconde. Le *timbre* d'un son est dû comme nous l'avons dit à propos de la phonation, aux sons partiels ou harmoniques qui accompagnent le son fondamental. La sensation auditive de timbre n'est donc pas une sensation simple ; mais elle se compose de la perception simultanée du son fondamental et de tous les sons partiels. Par l'exercice, on parvient à saisir dans la vibration d'une corde, ou dans le son rendu par un instrument de musique quelconque, beaucoup de ces sons partiels. L'appareil auditif peut donc percevoir isolément chaque vibration simple d'un son composé ; il se comporte à cet égard tout autrement que l'appareil visuel pour le mélange des couleurs. Par la vue nous ne percevons que la résultante du mélange des vibrations de l'éther ; avec l'oreille au contraire nous pouvons analyser les mélanges sonores et en percevoir les composantes.

A l'aide de nos sensations acoustiques, nous portons diffé-

rents jugements sur la nature, la distance, la direction des corps sonores. La justesse de nos appréciations dépend de l'expérience antérieure que nous avons acquise en associant nos sensations auditives aux indications fournies par les autres organes des sens. Pour juger de la direction d'un son, nous faisons varier le champ auditif par des mouvements de tête qui nous permettent de présenter les divers replis de la conque et la surface du tympan au choc des ondes sonores suivant certaines incidences. Chez les animaux, la mobilité de la conque sert au même but. Dans l'appréciation de la direction d'un son, l'appareil collecteur joue donc un rôle très important. Si on l'élimine artificiellement comme dans l'expérience du tube bi-auriculaire de GELLÉ, il nous devient impossible de juger la position d'un corps sonore par rapport à notre corps : on place les deux extrémités d'un long tube de caoutchouc dans les conduits auditifs externes d'un individu, et on applique une montre sur la partie moyenne du tube ; le sujet entend bien le tic tac de la montre, mais il ne peut se rendre compte, les yeux fermés, de la position du corps sonore et des déplacements que l'on fait subir au tube.

ARTICLE V

SENS DE LA VUE

Le sens de la vue nous donne les sensations de lumière et de couleur ; l'excitant adéquat de la rétine consiste dans les vibrations du milieu hypothétique appelé *ether*. Négligeant toute la partie physique de la réfraction, nous nous occuperons seulement du mécanisme physiologique qui préside au réglage de la quantité de lumière qui entre dans l'œil, à l'accommodation et à la perception des sensations visuelles ; et dans un paragraphe complémentaire nous indiquerons le rôle que remplissent les organes annexes de l'appareil oculaire.

1° *Iris*. — L'iris est un diaphragme qui convertit l'œil en