

laquelle je pouvais la remplir d'air très-condensé. La vessie ne se distend presque pas, parce qu'elle est entourée à l'extérieur d'une membrane fibreuse.

X. *Des faits précédens, il suit que la vessie natatoire des Poissons est en même temps un appareil de résonnance pour les ondes sonores qui traversent le corps de l'animal.*

Cet espace plein d'air reçoit les ondes sonores de l'eau en partie par les organes mous du corps des Poissons, en partie par les os, spécialement par la colonne vertébrale, au devant de laquelle il est placé, et il devient le point de départ d'ondes de résonnance qui, elles-mêmes, se transmettent à leurs entourages, particulièrement aux os. On ne peut donc pas nier, en général, que la vessie natatoire ne contribue pour quelque chose à fortifier l'action du son sur l'organe auditif, même chez les Poissons dans le corps desquels elle n'a point de connexion avec cet organe. Mais partout où la connexion a lieu, soit par une chaîne d'osselets étendus jusqu'au labyrinthe, soit par l'adossement immédiat de la vessie natatoire au labyrinthe membraneux, cette vessie, comme caisse résonnante, comme condensateur et conducteur des ondes sonores qui rencontrent le corps entier, se lie de la manière la plus immédiate au labyrinthe, quant à sa manière d'agir. Cette fonction de sa part semble être devenue le but principal chez les Cobites, dont la très-petite vessie natatoire est logée dans une excavation vésiculeuse du corps de la seconde vertèbre, et entourée en grande partie de substance osseuse, tandis qu'en avant elle tient au labyrinthe par la chaîne des osselets de l'ouïe.

Comme l'aptitude à conduire et à résonner croît avec la densité de l'air dans la vessie natatoire, cet organe doit exercer une action plus forte sur l'ouïe dans les grandes profondeurs de l'eau, où il est considérablement comprimé par l'accroissement de la pression (1).

(1) MULLER, *Physiologie des Gesichtssinnes*, p. 441. — Comp. CARUS, dans *Bericht ueber die Versammlung der Naturf. in Iena*, Weimar, 1837.

Chez les Reptiles qui vivent dans l'eau, tels que les Protéides, les Amphiumes, les Ménopomes, les Tritons, les Bombinateurs, la transmission du son de l'eau à la lymphe du labyrinthe, indépendamment de celle qui a lieu par les os, n'est point favorisée par une fenêtre close d'une membrane, comme chez les Squales et les Raies, mais par une fenêtre garnie d'un petit couvercle mobile, la plaque de l'étrier. Cette plaque est fixée par une membrane au rebord de la fenêtre; la peau et les muscles passent par dessus, de même qu'ils recouvrent les os de la tête. On parvient aisément, au moyen d'un appareil analogue, à se convaincre du grand rôle que cette fenêtre joue lorsqu'il s'agit d'entendre dans l'eau. Les principaux avantages qu'offre cette disposition ne sont cependant pas calculés pour l'audition dans l'eau, mais bien pour celle dans l'air, comme on le verra plus loin. La fenêtre n'aurait pas été nécessaire pour entendre dans l'eau. Les Reptiles qui viennent d'être nommés sont des animaux à la fois aériens et aquatiques.

III. Transmission du son jusqu'au labyrinthe chez les animaux qui vivent dans l'air.

La transmission du son avec une certaine intensité, depuis la surface du corps jusqu'à l'eau du labyrinthe, exige un appareil bien plus compliqué chez un animal qui vit dans l'air que chez les animaux aquatiques. Car la propagation du son de l'air aux parties solides qui entourent l'organe auditif et l'eau du labyrinthe, s'accomplit avec beaucoup plus de difficulté que celle du son de l'eau aux parties dures. Aussi trouve-t-on, chez la plupart des animaux aériens, deux fenêtres fermées, l'une par une membrane, l'autre par un couvercle solide. Presque tous ont aussi une caisse du tympan, une trompe d'Eustache et deux conduits menant au labyrinthe, l'un dans lequel la transmission s'opère de la membrane du tympan à l'eau labyrinthique par des corps solides, les osselets

de l'ouïe, la seconde dans laquelle elle s'accomplit du tympan secondaire, ou de la membrane tendue sur la fenêtre ronde, à cette même eau par l'intermédiaire de l'air. Les discussions dont nos ouvrages de physiologie sont pleins, relativement à celle de ces deux voies par laquelle a lieu la transmission, n'ont aucun sens aux yeux du physicien. L'air conduit, les membranes conduisent, les osselets conduisent; chacun fait par conséquent ce qu'il ne peut pas s'empêcher de faire. Deux transmissions simultanées d'espèce différente doivent naturellement fortifier l'impression. Les lois de cette communication n'ont point été trouvées jusqu'à présent. Le sujet va être soumis ici à un examen non moins détaillé que l'audition dans l'eau.

Pour apprendre à connaître la valeur acoustique de chaque portion d'organe, il faut l'étudier dans son développement graduel.

A. *Animaux aériens privés de caisse du tympan.*

Les animaux aériens privés de caisse du tympan ne sont presque jamais astreints à la seule transmission par les os de la tête. La communication de l'air à des parties solides est trop faible pour qu'elle pût suffire. Presque tous les animaux aériens, même ceux qui n'ont pas de caisse du tympan, possèdent des fenêtres qui mènent au labyrinthe, et chez les derniers, ces fenêtres sont couvertes par de la peau et des muscles. Le *Rhinophis* et le *Typhlops* sont les seuls chez lesquels je n'aie trouvé ni fenêtres ni osselets de l'ouïe.

I. *Les ondes sonores qui passent de l'air dans l'eau éprouvent une diminution considérable d'intensité, mais elles passent avec la plus grande force de l'air à l'eau par l'intermédiaire d'une membrane tendue.*

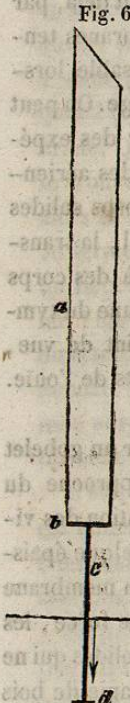
C'est là le phénomène fondamental d'où nous partons. La preuve, bien simple, est fournie par l'expérience qui établit que les sons d'un sifflet dont le bout plonge dans l'eau ne sont entendus que très-faiblement au moyen du conducteur adapté

à l'oreille bouchée, même lorsque les ondes sonores frappent perpendiculairement sur l'eau, tandis qu'ils sont très-forts quand l'extrémité du sifflet qui plonge dans le liquide est close par une membrane. Ceci explique de suite et clairement l'effet de la fenêtre et de sa membrane. Cette dernière fait que les ondes sonores se transmettent avec intensité de l'air à l'eau du labyrinthe, qu'il y ait ou non une caisse du tympan. Quand bien même la mince membrane de la fenêtre ronde est non pas libre à la superficie, mais couverte de peau et de muscles, comme chez les Ophidiens, ces tégumens ne constituent pas un obstacle essentiel, puisque, quand on ferme le sifflet avec plusieurs couches superposées de vessie de cochon, qu'on en plonge l'extrémité dans l'eau, et qu'on lui fait rendre le plus grave de ses sons, celui-ci s'entend dans l'eau, par le moyen du conducteur, avec beaucoup plus de force que quand le sifflet était clos par un bouchon adapté à son ouverture. Cette manière particulière d'agir des membranes ne dépend pas uniquement, comme on l'entrevoit sans peine, de leur minceur, mais elle tient aussi à la mobilité et à l'élasticité de leurs molécules. Le son s'affaiblit également dans sa transmission de l'air à un corps solide, que celui-ci soit épais ou mince, car l'obstacle n'a lieu qu'au moment du premier passage. Par conséquent, une membrane ne peut point, en égard à ces sortes d'effets, être envisagée sous le simple point de vue d'un corps très-mince. De son aptitude spéciale à s'étendre, il dépend qu'elle reçoive facilement les ondes aériennes, comme si elle était elle-même air, et qu'elle les rende facilement à l'eau, comme si elle était eau.

Du reste, l'imbibition des membranes n'est point nécessaire pour ces phénomènes; quelque sèche que soit la membrane placée au bout du sifflet, la communication n'en est pas moins très-forte dès avant qu'elle ait pu s'imbiber d'eau. Ceci est applicable à la membrane de la fenêtre ronde chez les animaux pourvus d'une caisse du tympan.

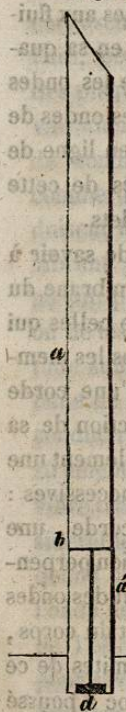
sur la peau d'un tambour, par un de ses bouts, et qu'on embrasse l'autre bout avec la main entière, celle-ci sent très-distinctement les oscillations lorsque le diapason résonnant vient à être placé en liberté sur la peau. Mais, au milieu des mêmes conditions, la lame de bois, quand elle est isolée de la membrane, ne conduit que très-faiblement les vibrations transmises par l'air. Dans l'expérience suivante, on évite la résonnance de l'air que renferme la caisse du tambour. En tendant un papier fort mince sur un anneau que l'on saisit d'une main, on perçoit les oscillations dès que l'on approche le diapason de la membrane; la membrane étant enlevée, la main qui tient l'anneau ne sent plus les oscillations, même lorsqu'on approche beaucoup le diapason de ce dernier.

Fig. 65. On peut, de la manière suivante, démontrer, d'une manière plus péremptoire encore, l'intensité de la transmission du son au moyen des osselets de l'ouïe par l'intermédiaire d'une membrane recevant les vibrations aériennes. A l'extrémité d'un sifflet long d'un pied (*a*), on tend une membrane mince (*b*), par exemple une vessie de cochon, sur le milieu de laquelle on colle un petit morceau de liège supportant une tige mince de bois (*c*), dont l'autre extrémité porte aussi un disque de liège (*d*). On plonge le bout de la tige dans l'eau (*e*), puis l'on fait rendre au sifflet le son le plus grave, ou l'un des sons moyens. Le conducteur (un tube de verre large d'un demi-pouce) étant tenu appliqué par un bout à l'oreille bouchée, et plongé par l'autre bout dans l'eau, le son est entendu avec une force extraordinaire dans une direction perpendiculaire à la plaque de liège, mais beaucoup plus faible dans les autres points du liquide. A l'aide de cette expé-



rience, on peut aussi se convaincre que les plus fortes ondes suivent une direction longitudinale dans la tige. Car lorsqu'on approche le conducteur d'un des côtés de cette tige dans l'eau, on entend bien le son un peu plus fort; mais il est fort éloigné d'avoir la même intensité que celle qu'il possède dans une direction perpendiculaire à la plaque de liège *d*. Si, toutes choses égales d'ailleurs, on remplace la membrane par un bouchon de liège enfoncé dans le bout du sifflet, on ne distingue dans l'eau aucun renforcement du son suivant la direction de la tige, ou l'on n'en aperçoit qu'un très-faible.

Fig. 66. Le résultat est le même en tous points lorsqu'on imite la caisse du tympan en grand, et qu'on étudie la manière dont elle transmet le son de l'air à l'eau; *a* est le sifflet, et *a'* un tuyau de bois, qui peut être inséré dans le bout inférieur de l'instrument. Sur l'extrémité de ce tuyau, qui regarde le sifflet, est tendue une membrane (*b*), contre laquelle s'adosse la tige *c*. L'extrémité inférieure de cette tige est fixée à une plaque de liège (*d*), collée sur une membrane tendue au bout du tuyau, mais disposée de telle manière, qu'entre elle et les parois de celui-ci, il reste un rebord membraneux de la largeur d'une ligne. Le sifflet *a* représente le conduit auditif externe, par lequel les ondes aériennes sont amenées à la membrane du tympan *b*; l'espace plein d'air entre *c* et *a'* figure la caisse du tympan, et *cd* est l'étrier, mobile dans sa fenêtre. Si l'on plonge l'extrémité de l'appareil dans l'eau, et qu'on fasse parler le sifflet, on entend le son, dans la direction de l'étrier, avec autant de force que dans l'expérience précédente.



Les osselets de l'ouïe conduisent d'autant mieux les vibra-

tions qui leur sont communiquées, que ce sont des parties solides limitées par de l'air, et qui ne font pas corps avec les os du crâne; car tout corps solide limité transmet les ondes sonores avec plus de force à sa propre substance qu'à ses entourages, ce qui fait que la dispersion est tout aussi sûrement évitée qu'elle l'est, lorsqu'il s'agit de vibrations aériennes, dans la colonne d'air limitée d'un tuyau de communication. Les vibrations de la membrane du tympan parviennent donc, par la chaîne des osselets, à la fenêtre ovale et à l'eau du labyrinthe, toute dispersion des osselets à l'espace plein d'air de la caisse tympanique étant évitée par la difficulté avec laquelle la transmission se fait des corps solides aux fluides aériformes. Comme la membrane du tympan, en sa qualité de corps tendu et limité, réfléchit elle-même les ondes par ses limites, et qu'ainsi il se produit sur elle des ondes de condensation croissantes, il faut aussi faire entrer en ligne de compte l'idée de résonnance. Les ondes fortifiées de cette manière agissent à leur tour sur la chaîne des osselets.

Il se présente maintenant une question, celle de savoir à quel genre appartiennent les vibrations de la membrane du tympan; si ce sont des ondes d'inflexion, comme celles qui ont lieu dans les cordes vibrant en travers et dans les membranes, ou des ondes de condensation. Lorsqu'une corde ou une verge reçoit un ébranlement dans la direction de sa longueur, il ne survient pas d'inflexions, mais seulement une progression de condensations et de raréfactions successives: mais quand un corps suffisamment mince, une corde, une membrane, reçoit un ébranlement dans une direction perpendiculaire à sa longueur ou à son plan, il se produit des ondes d'inflexion qui, si le choc n'a lieu que sur un point du corps, vont et viennent du lieu de leur origine aux limites de ce corps, comme font les ondes de l'eau, ou si le choc a poussé devant lui la largeur entière du corps, occasionent des inflexions transversales ayant lieu dans toute cette largeur. De

pareilles ondes d'inflexion se forment-elles aussi dans des membranes conductrices de son, lorsque le choc tombe perpendiculairement sur elles, ou bien ne se produit-il alors que de simples condensations? Sans doute le sable et la poudre de lycopode sautillent sur des plaques et des membranes minces vibrantes qui conduisent du son, et même, comme l'a montré Savart, sur la peau d'un tambour dans le voisinage duquel on fait éclater des sons très-forts. Mais on ne peut pas conclure de là que le corps sur lequel ces substances se meuvent, fait une vibration d'inflexion; car une vibration de condensation pourrait également, comme choc, mouvoir des corpuscules légers, et l'onde de raréfaction qui passe dans l'air, peut aussi les entraîner avec elle. Les lignes nodales des plaques conductrices de son ne prouvent pas non plus des vibrations transversales; car un corps qui vibre par des ondes de condensation peut de même vibrer avec des nœuds, comme il arrive à l'air dans les sifflets. Des cordes qui conduisent le son d'une autre corde tendue auprès d'elles, ne vibrent pas, du moins à la vue, par des ondes d'inflexion. Il ne suit pas non plus de là que celles-ci n'existent point; car on ne les voit pas quand les excursions n'ont point une amplitude suffisante. Mais le tambour fournit une preuve plus certaine de la possibilité de cette vibration dans une membrane conductrice de son. Lorsqu'on met une des peaux de cet instrument en vibration par un coup frappé dessus, l'autre peau vibre très-distinctement en travers, avec des excursions considérables. Les vitres des croisées sont également exposées, quand on tire le canon, à être fléchies et même brisées par l'onde aérienne. Il ne s'agit donc que de connaître l'intensité de l'ébranlement communiqué par les vibrations sonores, pour savoir si un corps membraneux tendu et conducteur du son fera des vibrations d'inflexion. Par conséquent, la possibilité de ces vibrations, dans la membrane du tympan, ne saurait être mise en doute, quoique le peu d'étendue de cette

membrane fasse que l'amplitude des excursions de ses flexions soit toujours très-peu considérable, même sous l'influence des sons les plus forts. Pour parler avec plus de précision, la membrane du tympan exécute des vibrations transversales, toutes les fois que ses excursions, ou les mouvemens progressifs communiqués à ses molécules par une onde condensante de l'air, sont plus considérables que sa propre épaisseur; mais ce cas doit avoir lieu lorsque les chocs de l'air ont une certaine force. Comme les osselets de l'ouïe sont articulés et disposés de telle manière qu'un rapprochement est possible entre leurs extrémités les plus distantes, les excursions de la membrane du tympan ne sauraient être troublées par la chaîne de ces petits os. Même chez les animaux qui ne possèdent qu'un seul osselet, comme les Oiseaux et les Reptiles écailleux, l'extrémité de cet osselet, celle qui s'unit à la membrane du tympan, est mobile. De là il suit encore que l'articulation des osselets de l'ouïe n'est pas une simple conséquence des muscles qui s'y insèrent, ce que d'ailleurs l'anatomie comparée démontre, puisque les osselets de la Grenouille sont tout aussi bien articulés que ceux de l'homme, bien qu'ils n'aient pas de muscles.

Une étude plus approfondie de la propagation des ondes sonores dans le libre espace de l'air fait voir cependant qu'il n'y a que les forts ébranlemens qui puissent déterminer des vibrations d'inflexion dans la membrane du tympan. Si l'excursion des parties d'un corps qui produit du son, c'est-à-dire si l'ébranlement est assez considérable pour imprimer aux parties du corps ébranlant une vitesse aussi grande que la vitesse de propagation du son dans l'air, l'espace que les particules aériennes conductrices du son parcourent dans un tuyau, quand l'onde traverse le lieu qu'elles occupent, à la même étendue aussi que l'excursion du corps qui imprime le choc. Si la rapidité de l'impulsion n'est que la moitié de la vitesse du son dans l'air, l'excursion des particules vibrantes de l'air

dans un tuyau n'est non plus que la moitié de celle du corps d'où part l'impulsion. Cette excursion demeure d'ailleurs la même pour toutes les particules d'air que l'onde traverse. Ainsi, en général, des vibrations d'inflexion n'ont jamais lieu plus facilement dans la membrane du tympan que quand le son, accompagné de grandes excursions du corps qui le conduit, se propage avec la même force, par un tuyau, jusqu'à cette membrane. Mais la propagation du son dans le libre espace de l'air implique une diminution progressive des excursions des particules vibrantes de l'air. Si l'épaisseur des ondes demeure la même, c'est-à-dire si l'espace compris depuis le commencement d'une onde jusqu'à celui de l'onde la plus prochaine, ne change point malgré l'accroissement de circonférence de l'onde qui se distend en forme de sphère, cependant l'excursion des particules à travers lesquelles cette onde passe, diminue en raison des carrés des distances. Ainsi, par exemple, que l'excursion des particules vibrantes soit d'un pouce au voisinage immédiat du corps qui imprime le choc ou produit le son, elle sera d'un quart de pouce à deux pieds, d'un neuvième de pouce à trois pieds, d'un seizième de pouce à quatre pieds, enfin à dix pieds d'un centième de pouce, ou moindre que l'épaisseur de la membrane du tympan. Il faut de plus prendre en considération, dans la membrane du tympan, la différence qui existe entre la vitesse de propagation et celle de l'air, comme aussi la résistance de ses attaches, d'où il doit s'ensuivre une progression bien moindre, alors même que la particule d'air qui imprime le choc à cette membrane fait une excursion qui surpasse son épaisseur.

La vibration d'inflexion communiquée à la membrane du tympan par des ébranlemens très-considérables, embrasse toute la largeur de cette membrane, lorsque les ondes de l'air rencontrent perpendiculairement celle-ci; si elles la rencontrent obliquement, de manière à en toucher une partie avant les autres, le mouvement naîtra d'abord aussi sur ce

point, et s'étendra sur la membrane, de même que l'onde d'inflexion qui est excitée à l'extrémité d'une corde ou sur un seul point de la peau d'un tambour. Ces ondes auront un mouvement de va-et-vient entre les bords.

La disposition oblique de la membrane du tympan fait que cet effet doit avoir lieu, même quand les ondes sonores traversent le conduit auditif externe en ligne droite, ou quand les rayons sonores sont parallèles à son axe. Dans d'autres directions des ondes, il faut avoir égard à la réflexion par les parois du conduit, de laquelle dépendent la manière dont il se forme d'abord des ondes sur la membrane, et le point où elles s'y produisent en premier lieu.

Les mêmes lois s'appliquent à la propagation de simples ondes condensantes au travers de la membrane du tympan. Ou les ondes de l'air rencontrent cette membrane dans toute sa largeur à la fois, ou elles en frappent d'abord un seul point, et courent ensuite sur sa largeur, en suivant une direction déterminée par celle qu'elles avaient d'abord, et reviennent sur elles-mêmes pour former des ondes de condensation croissantes. Toutes les ondes qui sont amenées à la membrane du tympan par des parties solides, telles que le cartilage de l'oreille, les parois du conduit auditif, les os de la tête, sont naturellement aussi des ondes condensantes. La membrane du tympan devient aussi condensateur pour les ondes qui lui arrivent de parties solides quelconques.

Si l'onde de l'air est complexe, de manière que, pendant qu'elle marche, elle jette çà et là le maximum de sa condensation ou le sommet de sa protubérance, de même qu'une corde qui reçoit un choc à l'une de ces extrémités exécute ce mouvement en même temps qu'elle fait une vibration transversale, la membrane du tympan, qui partagera le même mouvement, produira aussi la modification du son qui en dépend, ou le timbre. La vibration d'inflexion de la membrane ressemblerait parfaitement en cela à celles de la corde dont il

vient d'être parlé, les ondes condensantes deviendraient une onde condensante droite s'avancant à travers la membrane, avec un maximum de condensation et de raréfaction flottant à droite et à gauche. Il est facile de voir que ces sortes d'ondes complexes doivent également être conduites sans changement par les osselets de l'ouïe.

La nécessité de la présence de l'air au côté interne de la membrane du tympan, ou celle d'une caisse tympanique, ressort d'elle-même. Sans cette condition, la membrane du tympan et les osselets de l'ouïe ne pourraient remplir la destination qui vient de leur être assignée. Sans elle, les vibrations de la membrane ne seraient pas libres, et les osselets ne seraient pas isolés comme ils doivent l'être pour effectuer une transmission concentrée. Autant la membrane transmet avec facilité ses vibrations d'inflexion à l'air de la caisse du tympan, autant la substance solide des osselets les rend peu susceptibles d'abandonner leurs ondes à l'air de la cavité, et de les y disperser. Mais il n'est pas moins nécessaire qu'une communication existe entre cet air de la caisse du tympan et l'air extérieur, par le moyen de la trompe d'Eustache, afin de rétablir l'équilibre de pression et de température entre l'air du dehors et celui du dedans.

La propagation des vibrations à travers les osselets de l'ouïe, jusqu'au labyrinthe, ne peut naturellement avoir lieu que par des ondes condensantes, alors même que la membrane du tympan fait des ondes d'inflexion. Ce n'est pas l'étrier tout entier qui, dans cette transmission, se rapproche et s'éloigne alternativement du labyrinthe, car il faudrait pour cela que l'eau de celui-ci fût très-compressible. Les excursions des particules vibrantes à travers lesquelles l'onde passe, ne sont que de très-petites fractions de la longueur de l'étrier.

Le manche du marteau reçoit les ondes de la membrane du tympan et de l'air dans une direction qui lui est presque perpendiculaire. Les ondes conservent aussi cette direction

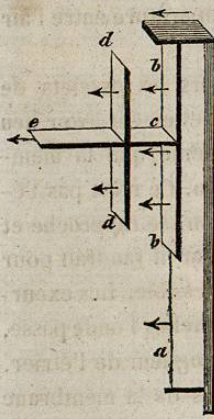
dans toute la chaîne des osselets, quelle que puisse être la situation relative de cette chaîne et de ses pièces constituantes. Du manche du marteau l'onde se propage d'abord dans la tête, qui fait angle avec lui, puis elle passe dans l'enclume, dont la longue apophyse est presque parallèle au manche du marteau, et de cette apophyse de l'enclume elle arrive à l'étrier, dont la direction est perpendiculaire

à la sienne. (V. la figure 67; *aa* est la membrane du tympan, *b* le marteau, *c* l'enclume, *d* l'étrier). Toutes les inflexions dans la situation des osselets de l'ouïe ne changent point la direction du choc. Celui-ci conserve la même direction qu'il avait en passant du conduit auditif à la membrane du tympan et au manche du marteau, de sorte que l'étrier, qui est perpendiculaire à la membrane du tympan, éprouve des ébranlemens longitudinaux, qu'il transmet à la fenêtre ovale. C'est ce qui devient évident par les recherches de Savart sur la transmission du son à travers des plaques solides

qui se joignent à angle. Si l'on fixe la plaque *b* fig. 68, sur le chevalet d'une corde *a* de manière qu'elle reçoive les vibrations de cette corde, elle entre, comme celle-ci, en vibrations transversales. Une plaque perpendiculairement établie sur elle *c* exécute des vibrations longitudinales, c'est-à-dire dans le même sens que celles de la plaque *b*. Les vibrations de la plaque *d* sont de nouveau transversales, quand elle-même repose perpendiculairement sur la plaque *c*, et enfin celles de la plaque *d*, perpendiculaire à la précédente, sont longitudinales. Savart a démontré le fait par la



Fig. 68.



direction suivant laquelle la poussière est lancée. La direction des vibrations a été indiquée par des flèches dans la figure. En comparant cette figure à celle des osselets de l'ouïe, qui la précède, on ne peut méconnaître l'analogie qui existe entre elles. La corde *a* de la figure de Savart est comparable à la membrane du tympan; la plaque *b*, fixée sur le chevalet, représente le manche du marteau, qui, servant à tendre la membrane elle-même, en est aussi le chevalet; la plaque *c* correspond à la tête du marteau, la plaque *d* à la longue apophyse de l'enclume, et la plaque *e* à l'étrier.

C. Tension de la membrane du tympan.

IV. Une petite membrane conduit moins bien le son quand elle est fortement tendue que lorsqu'elle l'est peu.

La question de savoir si la membrane du tympan conduit mieux le son dans son état de relâchement, ou dans celui de tension, peut s'étendre à toutes les membranes en général. Ici l'on doit de suite établir une distinction entre consonnance, résonnance et intensité de la transmission du son. Quant à ce qui concerne la consonnance, un corps élastique par tension en est susceptible lorsqu'il est tendu, et n'a plus cette aptitude lorsqu'il est détendu. Une corde tendue *a*, en certaines circonstances, l'aptitude à émettre le son qui lui est propre sous l'influence d'une autre corde vibrante, et, en général, elle est susceptible de résonnance. La peau tendue d'un tambour fortifie le son d'un diapason posé à sa surface, bien plus que ne le fait une membrane flasque. Mais, pour qu'un corps donne son propre son fondamental par consonnance, il doit être constitué de manière que le son fondamental qu'il rend soit à l'unisson avec le son primitif, ou du moins soit dans un rapport simple avec ce dernier. Autrement il ne fait que résonner, sans faire entendre le son qui lui appartient en propre.

La force de la résonnance dépend aussi, toutes choses égales

d'ailleurs, de la disposition d'un corps, et de son rapport avec le son primitif. Si l'on tient un diapason sur l'ouverture de tuyaux en carton de longueurs diverses, la résonnance de la colonne d'air est d'autant moins considérable, que le son fondamental de cette colonne diffère de celui du diapason, de sorte que c'est à une certaine longueur du tuyau que la résonnance a le plus d'intensité. Si la longueur de la colonne d'air est telle que le son fondamental de cette colonne soit égal au son primitif, il y a consonnance, et la résonnance aussi est forte, d'après Wheatston, quand la longueur de la colonne d'air est un multiple de celle de la colonne d'air qui donne le même son fondamental que le diapason. Car alors il peut se produire des nœuds de vibration dans le corps conducteur du son. On peut, en versant de l'eau dans un vase de verre, le disposer de telle manière qu'il rende fortement ou faiblement le son du diapason. Ceci appliqué aux cordes et aux membranes, il est bien certain qu'une corde ou une membrane absolument dépourvue de tension est incapable de résonnance, ou qu'elle en est moins susceptible qu'une corde, qu'une membrane tendue, mais la tension ne pourra pas croître en raison directe de la résonnance. Elle sera au plus haut degré, la masse du corps tendu demeurant la même, lorsque le son fondamental de ce corps sera à l'unisson du son primitif.

L'application ne serait pas très-facile à des membranes aussi petites que celle du tympan. Mais ce qui a beaucoup plus d'importance ici, c'est de savoir si l'intensité de la transmission de l'air à la membrane croît ou diminue avec la tension de cette dernière.

Savart est le premier, et jusqu'à présent il a été le seul, qui se soit occupé de résoudre ce problème par la voie de l'expérience. Il a observé qu'à l'approche d'un corps qui produit un fort bruit, une membrane sèche fait sauter plus haut le sable répandu à sa surface, quand elle est lâche que quand

elle est tendue; et il a conclu de là que l'ouïe s'émousse lorsque la tension de la membrane du tympan vient à augmenter. Il a remarqué le même effet lorsqu'il tendait davantage une membrane par le moyen d'un levier pesant sur elle. J'ai produit ce phénomène en tendant du papier sur un gobelet. Cependant la force du mouvement imprimé au sable ne prouve pas avec certitude que l'intensité des ébranlemens soit plus considérable. Muncke fait observer que le sautillerment du sable peut seulement, sans provenir de l'intensité des tremblemens, dépendre de leur amplitude plus grande, et que le levier employé pour opérer la tension forme, dans la membrane, un nœud qui diminue la largeur des parties vibrantes. L'exactitude de la conclusion tirée par Savart a aussi été mise en doute par Fechner. Dans un tel état de choses, il m'a paru d'un grand intérêt de faire des expériences directes sur la faculté conductrice de petites membranes tendues et non tendues, en me servant de ma propre ouïe pour mesurer l'intensité de la transmission du son.

Un tuyau de bois (a), dont la lumière a huit lignes de diamètre, et dont la longueur est de quatre pouces, s'allonge, à l'un de ses bouts, en un col plus étroit (c), ayant une disposition telle qu'on puisse l'engager profondément et solidement dans le conduit auditif externe. Ce bout rétréci est ouvert. L'autre bout (b) est garni d'une membrane lâche. Sur la membrane est collée une petite règle mince (e), large de deux lignes, qui s'étend jusqu'au-delà de son milieu, et dont le bout le plus long se trouve libre en dehors. A l'endroit où la règle repose sur le bord du tuyau couvert de la membrane, elle y est fixée par une ligature, ce qui produit une articulation. Si l'on élève l'extrémité d, l'autre bout qui repose sur la membrane s'enfoncé, déprime cette membrane, et la tend. Ainsi l'appareil représente, en général, les dispositions naturelles de

