

d'entendre des ébranlemens de corps solides transmis aux os de la tête par d'autres corps solides devrait avoir lieu encore si le labyrinthe était intact. On peut employer ce moyen chez les sourds qui n'entendent pas les ondes sonores, pour reconnaître si leur labyrinthe et leur nerf auditif sont encore intacts.

Un sourd qui ne peut entendre aucune onde de l'air, entend quelquefois un fort battement sur le sol, qui lui est transmis par les parties solides de son corps. Cependant il est difficile de distinguer ici ce qui appartient à la sensation de l'ébranlement par le toucher et ce qui appartient à l'ouïe. Tous les sons graves agissent aisément sur les nerfs du toucher, et l'on sent les ébranlemens, comme tact, lorsqu'on s'applique la main sur la poitrine en parlant, ou quand on empoigne un corps solide qui rend du son. Les ondes sonores qu'un sifflet excite dans l'eau ne se sentent pas par le toucher lorsqu'on tient la main dans l'eau ; mais on les sent très-bien lorsqu'en même temps que la main on plonge un corps solide dans le liquide. Ces sensations tactiles de vibrations ont donné lieu à la fausse supposition qu'il est possible d'entendre par d'autres nerfs que par le nerf auditif.

V. Audition des ondes sonores de milieux différens.

A. Transmission immédiate du son de l'air à l'organe auditif.

Nous entendons le plus fréquemment par des ondes aériennes, qu'elles aient été produites primièrement dans l'air, ou qu'après avoir été excitées dans d'autres corps, elles arrivent à notre oreille par l'intermédiaire de l'air. Les ondes qui ont été produites en premier lieu dans l'air, parviennent à notre organe auditif beaucoup plus fortes que celles qui, engendrées par d'autres corps, se transmettent à l'air. Car, dans ce dernier cas, il y a diminution d'intensité au moment où s'accomplit la communication à l'air. Voilà pourquoi les cordes et les diapasons donnent un son si faible sans caisse résonnante, qui doit communiquer avec le corps solide producteur du son

par le moyen d'un chevalet, ou de toute autre manière. La caisse résonnante est, au contraire, complètement inutile dans les instrumens à vent, parce que l'air est de tous les corps celui qui propage avec le plus d'intensité les ondes primièrement déterminées dans l'air. Il ne pourrait y avoir d'autre corps résonnant efficace pour des ondes aériennes primaires que l'air lui-même renfermé dans un espace limité. Un corps solide contribuerait moins à fortifier le son, parce que, quand les ondes sonores passent de l'air dans des corps solides et de ceux-ci dans l'air, il y a diminution de la force des ébranlemens.

De même que les ondes sonores de corps solides se communiquent difficilement à l'air, de même aussi les ondes sonores de l'eau passent avec peine à ce dernier. Si l'oreille se trouve dans l'air, un son provoqué dans l'eau sera toujours perçu très-faiblement par nous, et si la direction des ondes sonores fait un angle très-aigu avec la surface de l'eau et de l'air, il ne le sera pas du tout, ce qui a lieu aussi pour la lumière. Colladon éprouva cette difficulté en faisant ses expériences sur la vitesse de la propagation du son dans l'eau. Un tuyau tenu dans l'eau et dans l'oreille ne lui était presque d'aucun secours, lorsqu'il n'avait pas fixé, à son extrémité inférieure, une plaque solide recevant les ondes sonores de l'eau (1). Car, pour entendre avec force le son de l'eau, quand on est dans l'air, il faut non seulement faire passer les ondes sonores du liquide dans une tige solide et tenir cette tige appliquée à l'oreille, mais encore la mettre en communication avec un bouchon remplissant le conduit auditif, afin d'écarter autant que possible l'intermédiaire de l'air. Il n'y a pas d'autre manière d'entendre le plein son d'une petite cloche qui tinte dans l'eau même (2).

(1) *Relation d'une descente en mer dans la cloche dite des plongeurs*, Paris, 1826, in-8. — *Dictionnaire de l'industrie*, art. CLOCHE DE PLONGEUR, Paris, 1835, t. III, p. 448.

(2) Colladon a trouvé qu'une cloche tintant sous l'eau ne faisait point

S'il faut que le son passe d'abord dans l'eau, puis de celle-ci dans l'air, pour arriver à notre organe auditif, l'affaiblissement est plus considérable encore. Voilà pourquoi les plongeurs n'entendent pas le son produit au dessus de l'eau.

Du reste, dans l'audition au milieu de l'air, la force du son dépend de la densité et de la sécheresse de ce dernier. La rapidité de la transmission augmente bien avec la raréfaction de l'air, mais la force des vibrations diminue en raison de cette même raréfaction. On n'entend presque pas une cloche qui tinte dans le récipient d'une machine pneumatique sous lequel on a fait le vide. Rigoureusement parlant, il n'y a de prouvé par là que la très-grande diminution de l'ébranlement lorsque les ondes passent de la cloche à l'air raréfié, et de celui-ci au récipient. On n'a presque point encore tenté d'expériences sur l'audition immédiate d'ondes aériennes d'air raréfié et condensé, c'est-à-dire de celles qui viennent frapper la membrane du tympan sans traverser de corps solides. Nous ne possédons à cet égard que celle qui a été faite par Saussure sur le sommet du Mont-Blanc, où la détonation d'un coup de pistolet était moins forte que celle d'un petit pétard tiré dans la plaine.

B. Transmission immédiate du son de l'eau à l'organe auditif.

Quand nous plongeons dans l'eau, les ondes sonores de ce liquide arrivent à la membrane du tympan. Tous les sons engendrés dans l'eau même sont alors parfaitement entendus, comme l'ont démontré les expériences de Nollet et de Monro, et comme le sait quiconque connaît l'art de nager. Les ondes entendent de son, mais seulement un choc sec et peu prolongé. Cet effet ne pouvait tenir qu'à l'éloignement, ou à l'imperfection du procédé de transmission mis en usage. Car mes expériences m'ont appris que le son d'une cloche qui tinte sous l'eau près de nous n'est dépourvu d'éclat que quand il n'arrive point de l'eau à notre labyrinthe à travers une chaîne de corps solides, et qu'il est obligé de traverser une couche d'air.

sonores passant de l'air dans l'eau sont plus difficiles à entendre dans cette dernière, parce que les ébranlemens des particules vibrantes subissent une diminution considérable au moment du passage.

C. Transmission immédiate du son de corps solides à l'organe auditif.

Dans le cas d'ondes aériennes primaires, le son n'est jamais plus intense que quand c'est l'air qui l'amène immédiatement à l'organe auditif : dans celui d'ondes primaires de corps solides, sa plus grande intensité a lieu lorsque ce sont des corps solides qui le transmettent immédiatement à l'oreille. Le son d'un morceau de bois ou de métal est conduit faiblement par l'air ; mais il l'est avec une force extraordinaire lorsqu'on tient entre les dents ou qu'on adapte à ses oreilles un cordon qui aboutit au corps sonore. Herhold et Rafn entendaient le son d'une cueiller à une distance de trois cents aunes par le moyen d'un cordon fixé à la cueiller elle-même, et au moyen de cet artifice, il leur paraissait encore, malgré la distance, semblable à celui d'une cloche. Chacune des parties molles ou solides de la tête est apte à recevoir les ébranlemens de corps solides ; mais les parties molles sont celles qui les transmettent le plus faiblement, lorsqu'on applique sur elles la verge qu'on a mise en contact avec le corps sonore (1). Cette transmission est plus forte dans les points où les os de la tête sont peu couverts, et plus encore dans ceux où ils sont

(1) D'après les observations de Périer et de Larrey sur des individus trépanés, on devrait croire que les ondes se transmettent plus facilement de l'air au nerf auditif par des parties molles seules que par le crâne couvert de la peau. Les trépanés qui se bouchent les oreilles entendent mieux, disent-ils, le son excité au dessus de la plaie cicatrisée. Mais on assure que cet effet, qui d'ailleurs ne me paraît pas suffisamment constaté, n'a lieu que quand l'ouverture se trouve à la partie antérieure de la tête. Voy. LARREY, *Clinique chirurgicale*, Paris, 1836, 33.

entièrement à nu, comme aux dents. Quand on saisit une montre entre les dents, le tic-tac se fait entendre de la manière la plus distincte, surtout du côté des dents de la mâchoire supérieure, parce que, de ce côté-là, la transmission n'a lieu qu'au moyen de parties solides. La propagation est plus faible si on met la montre en contact avec la langue, et bien plus faible encore, si l'on se contente de la tenir suspendue dans l'air de la cavité orale. Elle est tout aussi énergique, et même plus encore, à travers les parois du conduit auditif externe, quand on a bouché ce conduit, et interposé une verge entre la montre et le bouchon, ou les parties qui avoisinent immédiatement le canal. Dans ce cas, les ondes des corps solides, au lieu de passer à travers les os de la tête pour arriver au labyrinthe, se transmettent bien plutôt immédiatement à la membrane du tympan et aux osselets de l'ouïe par une chaîne de parois solides, et notamment par les parois du conduit auditif. L'effet du cornet acoustique des personnes qui ont l'ouïe dure, tient en partie au non-affaiblissement de la propagation des ondes aériennes, en partie à la résonance de la colonne d'air du cornet, mais en partie aussi à la communication des parois résonnantes de ce dernier avec les parties solides du conduit auditif. On peut acquérir la preuve que cette dernière particularité a de l'importance en examinant ce qui arrive dans un cas où les ondes aériennes n'éprouvent point de condensation. Si l'on fait parler quelqu'un dans un tuyau, et qu'après s'être bouché les oreilles, on saisisse le tuyau par le côté avec les dents, on entend un son extraordinairement fort, dépendant de la résonance du tuyau, qu'on entendrait à peine par l'air seul arrivant à l'oreille.

La transmission immédiate de parties solides aux parties solides du conduit auditif entre aussi en jeu lorsqu'on entend un son en appliquant son oreille au sol. Si l'oreille est bouchée, et que le bouchon touche la terre, la transmission est bien plus forte encore. Naturellement on ne peut percevoir

avec intensité, de cette manière, que des sons qui naissent principalement dans le sol, ou qui, excités dans des parties solides, sont conduits au sol par des parties solides, comme le bruit des pas de l'homme et du cheval. Quant aux ondes aériennes primaires, elles se transmettent beaucoup plus difficilement au sol, et ne trouvent pas en lui un conducteur qui convienne pour les amener à l'oreille posée contre terre.

La même chose a lieu dans l'application du stéthoscope. Des sons excités dans des parties solides, ou transmis à travers des parties solides, sont amenés par cet instrument aux parties solides de l'oreille appuyée contre lui. Le stéthoscope ne produit guères plus d'effet que l'oreille elle-même appliquée sur la partie, si ce n'est par sa résonance. Dans la disposition qu'on a coutume de lui donner, il s'opère deux modes de transmission, l'une des parties solides du corps qui produit le son aux parties solides de l'organe auditif par le bois, l'autre des parties solides du corps qui excite le bruit à la colonne d'air contenue dans l'instrument, puis de cet air à la membrane du tympan. La seconde transmission est beaucoup plus difficile, parce que les ondes sonores passent avec peine de la surface du corps humain à l'air; mais elle est utile néanmoins par résonance. De là vient qu'une verge simple ne remplit pas le même office qu'un stéthoscope. Mais on peut aussi entendre le son avec force par le moyen de cette simple verge, en se bouchant l'oreille avec du papier mâché, et appliquant le conducteur non pas sur le bouchon, car les frottemens troubleraient l'observateur, mais sur les parties molles qui entourent l'oreille externe; alors la transmission de parties solides aux parois du conduit auditif, et delà à la membrane du tympan, s'accomplit d'une manière plus complète par le secours du bouchon.

Chez les personnes qui ont l'ouïe dure, et qui ne perçoivent plus les ondes aériennes, même à l'aide d'un cornet acoustique, il est quelquefois utile de convertir ces ondes aériennes

en ondes de corps solides, et de faire entendre celles-ci par le contact du corps solide. Ce qu'il y a de mieux pour cela, lorsqu'il s'agit de procurer le moyen d'entendre la voix d'autrui, c'est de faire parler dans un bassin d'où part une verge, que le sourd saisit entre ses dents ou applique contre un bouchon placé dans son oreille (1).

VI. Propriétés acoustiques du labyrinthe.

A. Eau du labyrinthe.

Parmi les dispositions acoustiques du labyrinthe, il en est une, la plus générale de toutes, et qui ne manque jamais, à laquelle nous devons d'abord consacrer notre attention; je veux parler de l'eau du labyrinthe. Dans tous les cas, en effet, les vibrations sont converties en vibrations de l'eau avant de rencontrer les nerfs auditifs. Pourquoi la nature a-t-elle évité, chez le plus grand nombre des animaux, de transmettre à ces nerfs les ondes sonores communiquées aux os de la tête, sans employer entre eux et ces derniers l'intermédiaire de l'eau? Chez les animaux aériens on découvre de suite la raison: c'est que la transmission des ondes sonores de l'air aux parties solides de la tête présente trop de difficultés, tandis que celle de l'air à l'eau, par le moyen d'une membrane tendue, est au contraire très-facile, soit que la membrane elle-même se trouve en contact avec l'eau, soit qu'elle n'agisse sur elle que par l'intermédiaire d'un corps solide, limité et mobile. Mais cette explication ne convient point aux animaux qui vivent dans l'eau. La communication des vibrations de l'eau à des corps solides, et par conséquent aux os de la tête (comme chez les Poissons osseux), est facile. Cependant, même ici, les vibrations des os de la tête sont également réduites en vibrations

(1) Consultez, à ce sujet, CHLADNI, *Akustik*, p. 262, 286, et LINGKE, *loc. cit.*, p. 530.

de l'eau du labyrinthe, pour se transmettre ensuite de ce liquide aux nerfs auditifs. Il doit donc y avoir une cause plus générale; nous la trouverons vraisemblablement dans ce qui suit. Le but final de l'organe auditif est une communication complète des ondes d'ébranlement aux fibres nerveuses. Celles-ci étant, comme tous les nerfs, molles et pénétrées d'eau, la transmission des ondes impulsives de parties solides à ces organes mous, serait déjà en partie une réduction à des vibrations d'eau. Mais, indépendamment de la mollesse dont les nerfs sont redevables à l'eau qui les imbibe, les interstices de leurs fibres, de même que ceux de toutes les parties molles, sont remplis de liquide, de sang ou de liquide du tissu cellulaire. Quand la propagation des ondes d'impulsion a lieu de l'eau du labyrinthe aux fibres du nerf auditif, le milieu de la plus prochaine transmission est homogène avec celui qui occupe toutes les porosités et tous les interstices du nerf lui-même. Il suit de là que la vibration des particules de ce dernier est beaucoup plus homogène qu'elle ne le serait si ses surfaces se trouvaient seulement en contact avec des parties solides, car alors celles de ses molécules qui toucheraient à des parties solides auraient une autre contiguïté que celles qui seraient placées plus avant dans l'intérieur même du nerf, et par cela même éloignées de la surface mise en rapport immédiat avec les parties solides. Muncke dit, en égard à l'eau du labyrinthe, que l'eau, bien qu'incapable d'engendrer du son, le conduit parfaitement, et même mieux que ne le fait l'air. Je ne saurais accorder cela, et il ne peut s'agir ici que de la vitesse de la propagation; car l'air et l'eau sont les corps qui propagent leurs propres ondulations avec le moins d'affaiblissement possible.

Les aquéducs, comme on les nomme, me paraissent devoir n'occuper aucune place dans la physiologie de l'ouïe. Ils ne contiennent ni canaux membraneux, ni liquides, ni même aucun tronc veineux; ce ne sont que de simples communica-