

vent; ils sont également modifiés par l'air, suivant qu'on le pousse ou qu'on l'attire, et par le mode d'embouchure, puisque les sons d'une même anche deviennent plus graves de quelques semi-tons lorsqu'on pince beaucoup les lèvres pour emboucher le porte-vent, et plus aigus lorsqu'au devant de l'anche le porte-vent se trouve garni d'un bouchon qui ne permet pas à l'air de passer ailleurs que par le milieu. Nul doute que toutes ces modifications ne se rapportent à un changement dans le mode d'action du corps impulsif sur la languette.

#### CHAPITRE II

De la voix, de l'organe vocal et des autres organes producteurs de sons, chez l'homme et les animaux.

Les recherches qui précèdent nous fournissent une base pour apprécier les moyens à l'aide desquels la voix de l'homme et tous les autres sons qu'on observe, tant dans notre espèce que chez les animaux, se produisent. Nous examinerons trois formations principales de sons musicaux, la voix de l'homme et des Mammifères, les sons qui se produisent dans la bouche de l'homme, et la voix des Oiseaux. Dans ces trois cas, effectivement, la production du son s'effectue par des moyens divers et à des endroits différens. Les sons de la voix des Mammifères naissent dans le larynx, et sont un peu modifiés, quant au timbre et au ton, par les parties situées au devant de cet organe, que l'air traverse. La faculté de siffler met l'homme en possession d'un tout autre registre de sons, dont la source est dans les lèvres et l'air de la cavité buccale. La voix des Oiseaux se produit dans un autre lieu encore, non pas dans le larynx supérieur, mais dans l'inférieur, celui qui occupe la bifurcation de la trachée-artère. La voix des autres animaux vertébrés qui en ont une encore, se forme dans le larynx, comme chez l'homme et les Mammifères; telle est, par exemple, celle des Grenouilles, des Crapauds, etc. Il existe, en outre, chez certains animaux, même

parmi ceux des classes inférieures, des appareils producteurs de sons, dont je ne m'occuperai pas ici, parce qu'ils m'entraîneraient trop loin de mon but (1).

#### I. Voix de l'homme.

##### A. Organe vocal de l'homme, en général.

S'il est, dans la théorie de la voix humaine, une question à laquelle on puisse répondre sur-le-champ, c'est celle de savoir dans quelle partie des voies aériennes la voix se forme. Les observations recueillies sur l'homme vivant et les expériences faites sur le larynx humain démontrent qu'elle se produit dans la glotte même, ni au dessus ni au dessous. Lorsqu'il existe une ouverture accidentelle à la trachée-artère d'un homme, ou qu'on en pratique une à celle d'un animal, la voix cesse, et elle reparait dès qu'on bouche l'ouverture. C'est une expérience qui a été faite très-souvent, et qui ne s'est jamais démentie. Au contraire, une ouverture pratiquée à la partie supérieure des voies aériennes, au dessus de la glotte, ne supprime pas la voix. Magendie s'est convaincu aussi que la voix persiste malgré la lésion de l'épiglotte, des ligamens supérieurs de la glotte et du sommet des cartilages

(1) Consultez, sur la voix de l'homme, DODART, dans les *Mémoires de l'Acad. des sc.*, années 1700, 1706, 1707.—FERREIN, *ibid.*, 1744.—MAGENDIE, *Précis élémentaire de physiologie*, Paris, 1836, t. I, p. 264, et *Dict. de médecine et de chirurgie-pratiques*, art. BÉGALEMENT, t. IV, p. 63.—DUTROCHET, *Mémoire pour servir à l'histoire anatomique et physique des animaux et des végétaux*, Paris, 1837, t. II, pag. 519 et suiv.—BIOT, *Traité de physique*, t. II, p. 490.—SAVART, dans les *Annales de chimie*, t. XXX, p. 64.—LISCOVIUS, *Theorie der Stimme*, Léipzig, 1814.—CHLADNI, dans les *Annales de Gilbert*, t. XCVI, p. 187.—MAYER, dans les *Archives de Meckel*, 1826.—BENNATI, *Recherches sur le mécanisme de la voix humaine*, Paris, 1832.—MUNCKE, dans le *Dictionn. de phys. de Gehler*, t. VIII, p. 373.—MAYO, dans les *Outlines of human physiology*, 1833.—CH. BELL, dans les *Philos. Trans.*, 1832.—MALGAIGNE, dans les *Archives générales de médecine*, t. XXV.—VILLIS, dans les *Transact. of the Cambridge phil. soc.*, 1833.—BISHOP, dans *Lond. and Edinb. phil. magaz.*, 1836.—LEHFELDT, *Diss. de vocis formatione*, Berlin, 1835.

aryténoïdes. Il a reconnu, de plus, sur des animaux vivans dont la glotte avait été mise à découvert, que les ligamens qui entourent cette dernière entrent en vibration lorsque l'animal laisse échapper des sons. On sait également que la lésion des nerfs laryngés, sous la dépendance desquels sont les petits muscles qui changent la configuration de la glotte et tendent les cordes vocales, abolit la faculté de former des sons, et que la paralysie, sous ce rapport, est complète quand les deux nerfs laryngés ont été coupés des deux côtés. Qu'on essaie de produire des sons avec le larynx d'un cadavre humain, en soufflant par la trachée-artère, ce à quoi le moins exercé parvient pourvu que les ligamens inférieurs de la glotte soient un peu tendus et la glotte elle-même rétrécie, on en obtient effectivement; peu importe que le tronçon de trachée par lequel on souffle soit long ou court; il peut même n'y en avoir pas de trace, et le résultat n'en sera pas moins le même en soufflant par l'extrémité inférieure du larynx. Un larynx ainsi détaché du corps peut être dépouillé de toutes les parties situées au devant de la glotte, de l'épiglotte, des ligamens supérieurs, des ventricules compris entre les ligamens supérieurs et des cordes vocales, même de la plus grande partie du sommet des cartilages aryténoïdes; pourvu que la fente entre les ligamens inférieurs subsiste encore, et que cette fente soit étroite, l'organe n'en donnera pas moins des sons purs, aussitôt qu'on soufflera par la trachée-artère. De tout cela il suit que la cause essentielle de la voix réside dans la glotte, que la trachée-artère se comporte comme la soufflerie d'un instrument à vent, et que le tube situé en avant de la glotte, avec la partie supérieure de la cavité laryngienne, entre les ventricules de Morgagni, les ligamens inférieurs et supérieurs, et l'épiglotte, jusqu'aux cavités nasale et orale, correspondent au corps de tuyau de cet instrument, qui modifie bien le son, mais ne le produit pas. En cela, l'organe vocal de l'homme et des Mammifères diffère essen-

tiellement de celui des Oiseaux. Chez ces derniers animaux la voix s'engendre dans un larynx spécial situé à la bifurcation de la trachée-artère; le larynx supérieur n'a pas de ligamens vocaux, et l'on ne peut en tirer aucun son, tandis que le larynx inférieur continue de parler après l'ouverture ou la section de la trachée-artère qui le surmonte, et qu'il donne également des sons quand on le souffle par les bronches, comme il arrive au larynx de l'homme soufflé par la trachée-artère. Ainsi, chez les Oiseaux, il n'y a que les bronches qui puissent être considérées comme soufflerie ou embouchure. La trachée-artère tout entière, depuis le larynx inférieur, fait partie du corps de tuyau, ainsi que le larynx supérieur et les cavités tant orale que nasale.

Les limites de la glotte, les cordes vocales de l'homme, méritent de fixer d'abord notre attention. Ces ligamens sont doués d'élasticité. Le mouvement du cartilage thyroïde vers le cartilage cricoïde par le moyen des muscles crico-thyroïdiens, et celui des cartilages aryténoïdes au moyen des muscles crico-aryténoïdiens postérieurs, qui les tirent en arrière, en même temps que les muscles aryténoïdiens les rapprochent l'un de l'autre, rendent les cordes vocales susceptibles d'une tension diverse, soit que les derniers fixent les cartilages aryténoïdiens et que les autres les tendent, soit que ceux-ci fixent et que ceux-là tendent. La glotte devient ou plus longue ou plus courte, suivant le degré de cette tension. Le rapprochement des cartilages aryténoïdes par les muscles aryténoïdiens la rétrécit, leur écartement par les muscles crico-aryténoïdiens postérieurs l'élargit. L'élasticité des cordes vocales les rend aptes à des vibrations régulières, et analogues, sous ce point de vue, à des membranes tendues par deux bouts. Elle dépend du tissu élastique particulier qui entre dans leur composition, et qu'on retrouve aussi dans beaucoup d'autres parties du corps animal. Ce tissu diffère de tous les autres, non seulement par sa couleur jaune, mais encore, et surtout, par la disposition de ses

fibres, les seules connues jusqu'à présent qui se divisent et s'anastomosent, comme nous l'ont appris les observations de Lauth et de Schwann. Sa structure est la même quant aux points essentiels, partout où il se rencontre; dans le ligament cervical des Mammifères, les ligamens jaunes des arcs vertébraux, les fibres longitudinales jaunes de la trachée-artère de l'homme et des Mammifères, le ligament stylo-hyoïdien, le ligament élastique de la peau de l'aile des Oiseaux, le sac guttural du Pélican, les ligamens élastiques de la phalange onguéale des Chats, le corps élastique qui courbe la verge de l'Autruche, le ligament élastique qui fait rentrer la verge rétractile des Canards et des Oies, de l'Autruche d'Amérique et des Castors. Enfin c'est dans les artères, dont il constitue la tunique moyenne, qu'il est le plus amplement et le plus généralement répandu chez tous les animaux vertébrés. Ses propriétés chimiques demeurent les mêmes partout. Eulenberg (4) a reconnu qu'il ne donne un peu de colle qu'avec beaucoup de difficulté, et seulement après une coction continuée pendant plusieurs jours. Cette colle diffère de la colle ordinaire, et se rapproche de celle que j'ai obtenue des cartilages et de la cornée, qui est précipitable par l'alun, l'acide acétique, l'acétate de plomb et le sulfate de fer. Il se rapproche des tissus inférieurs, ou donnant de la colle (tissu cellulaire, tissu séreux, peau, tissu tendineux, cartilage), en ce que sa dissolution acide n'est point précipitée par le cyanure de fer et de potassium, tandis que la matière des tissus à base albumineuse est précipitée de sa dissolution acide par ce sel, comme l'a découvert Berzelius. L'élasticité du tissu élastique est si considérable et si durable, ainsi que je m'en suis assuré, que des journées entières d'ébullition et des années d'immersion dans l'alcool ne la lui enlèvent point.

Cependant les cordes vocales du larynx ne sont pas les

(4) V. EULENBERG, *De tela elastica*, Berlin, 1836.

seules parties du larynx où l'on trouve du tissu élastique. Depuis long-temps déjà on sait que les ligamens hyo-thyroïdien et crico-thyroïdien moyen en sont formés. Le dernier de ces ligamens doit, même sans le concours du muscle crico-thyroïdien, tenir rapprochés l'un de l'autre les bords correspondans du cartilage thyroïde et du cartilage cricoïde: de là vient que le mouvement en arrière des cartilages aryténoïdes par l'action des muscles, dans le cas de tension des cordes vocales, a aussi à combattre en quelque sorte l'action de ce ligament, et que quand les cartilages aryténoïdes se trouvent fixés, les ligamens de la glotte doivent déjà éprouver quelque tension par le fait du rapprochement qu'il établit entre les parties antérieures des cartilages thyroïde et cricoïde. Cependant Lauth a découvert que le tissu élastique est bien plus répandu encore dans l'intérieur du larynx. La plus grande portion de ce tissu naît de la moitié inférieure de l'angle du cartilage thyroïde, entre les insertions des muscles thyro-aryténoïdiens; de là les fibres rayonnent de haut en bas, obliquement d'avant en arrière, et même un peu de bas en haut, formant ainsi une membrane cohérente, qui se fixe à tout le bord supérieur du cartilage cricoïde, le point excepté où s'articulent les cartilages aryténoïdes. En ce dernier endroit, les fibres élastiques s'insèrent à l'angle antérieur de la base des cartilages aryténoïdes et à leur bord antérieur. La membrane radiante a trois faisceaux de renforcement, qui sont le ligament crico-thyroïdien moyen et les ligamens thyro-aryténoïdiens inférieurs. Elle forme aussi les cordes vocales supérieures. Les ligamens supérieurs et inférieurs de la glotte sont unis ensemble par une couche extrêmement mince de tissu élastique, qui revêt le ventricule de Morgagni. Le ligament hyo-thyroïdien latéral est élastique aussi, et le même tissu existe également dans les ligamens thyro-épiglottique, hyo-épiglottique et glosso-épiglottique. Si l'on ajoute à cela les fibres longitudinales élastiques qui se trouvent à la partie

membraneuse de la trachée-artère et aux bronches, on aura une idée de la grande étendue des parois susceptibles de vibrations et de résonance qui environnent l'organe de la voix.

Notre attention doit se porter ensuite sur les formes possibles de la glotte, et sur celles qu'elle prend réellement lorsqu'elle rend des sons. Dans l'état de repos, et quand elle ne parle pas, la glotte a une forme lancéolée. On sait qu'elle s'élargit pendant l'inspiration, et qu'elle se rétrécit pendant l'expiration. Ses côtés sont formés, en arrière, par la face interne et l'apophyse antérieure de la base des cartilages aryténoïdes, en avant, et dans sa plus grande partie, par les cordes vocales, qui se fixent à cette apophyse. Dans une glotte longue de onze lignes, et ouverte d'un bout à l'autre, la partie postérieure en a quatre de long, et l'antérieure sept. Lorsque la glotte est aussi élargie que possible, elle représente un losange, dont l'angle postérieur est tronqué. Les angles latéraux correspondent aux apophyses précitées des cartilages aryténoïdes, dont la distance de l'un à l'autre peut être portée jusqu'à cinq lignes et trois quarts. Dans l'état d'étroitesse, la glotte peut avoir trois formes. Ou il y a seulement rapprochement des apophyses antérieures des bases des cartilages aryténoïdes par l'effet des muscles crico-aryténoïdiens latéraux, et quand ces apophyses se touchent, la glotte est double. Ou bien la glotte rétrécie est ouverte dans toute sa longueur. Ou enfin sa partie postérieure se ferme tout-à-fait parce que les cartilages aryténoïdes se rapprochent jusqu'à leurs apophyses antérieures, auxquelles sont attachées les cordes vocales; ce dernier effet est le résultat de l'action réunie des muscles aryténoïdiens et crico-aryténoïdiens latéraux; la glotte se trouve alors réduite à l'espace compris entre ses bords élastiques et tranchans; sa forme est allongée en pointe, tant en avant qu'en arrière; sa longueur et sa largeur varient aussi beaucoup, suivant que les cordes vocales sont simultanément tendues ou ne le sont pas. La détente et le raccourcissement des liga-

mens inférieurs de la glotte ont lieu par le moyen des muscles thyro-aryténoïdiens, qui rétrécissent aussi l'espace situé au dessus et au dessous des cordes vocales.

On ne sait pas encore bien quelle est la forme de la glotte chez l'homme vivant qui produit des sons. On sait seulement qu'elle est alors rétrécie. Comme il n'y a que sa partie antérieure, entourée de bords élastiques et tranchans, qui soit susceptible d'entrer primitivement en vibration, et que par conséquent on n'a point à s'occuper de sa partie postérieure, en ce qui concerne la voix, l'ouverture de cette partie ne pourrait qu'être une occasion de trouble, en agrandissant considérablement l'étendue de la glotte en surface. Mayo a observé la glotte chez un homme qui, dans une tentative de suicide, s'était coupé la gorge immédiatement au dessus des cordes vocales; la plaie, dirigée obliquement, intéressait l'une des cordes et l'un des cartilages aryténoïdes; quand le sujet respirait tranquillement, la glotte était triangulaire: dès qu'il cherchait à former un son, les ligamens devenaient presque parallèles, et la glotte linéaire. Si l'on en juge d'après la figure, il paraît que la partie postérieure de cette fente n'était point fermée. Un autre individu s'était coupé le cou au dessus du cartilage thyroïde, de manière qu'on pouvait apercevoir la partie supérieure des cartilages aryténoïdes: quand il produisait un son, ces cartilages se trouvaient placés absolument comme si la glotte eût été fermée en totalité. Kempele dit qu'il suffit que la glotte soit ouverte d'un douzième, ou tout au plus d'un dixième, pour que la voix puisse encore sortir (1), et Rudolphi (2) confirme cette assertion d'après le fait d'un homme chez lequel la perte du nez rendait la cavité pharyngienne tellement accessible à la vue, qu'on pouvait très-bien voir la glotte s'ouvrir et se fermer.

(1) *Mechanismus der menschlichen Sprache*, p. 81.

(2) *Physiologie*, Berlin, 1828, t. II, Pl. I, p. 370.

Magendie ne comprend pas dans la glotte l'espace intercepté entre les cartilages aryténoïdiens, qui, d'après les observations faites par lui sur des animaux, sont appliqués immédiatement l'un contre l'autre pendant la sortie des sons. Ce physiologiste dit aussi que la partie postérieure de la glotte est fermée quand des sons se produisent. Il est possible que ce soit là, en effet, la règle; car, sur le larynx humain séparé du corps, les sons ont de la peine à sortir quand la partie postérieure de la glotte n'est point fermée. Cependant j'ai reconnu que cette occlusion n'est pas d'une nécessité absolue, et bien que je tinsse la glotte ouverte dans toute sa longueur, je n'en ai pas moins quelquefois obtenu des sons en ayant soin de tendre un peu les ligamens et de rétrécir l'ouverture.

*B. Faits relatifs aux changemens des sons de l'organe vocal et à leurs causes.*

Les expériences sur les animaux vivans n'ont jusqu'à présent pas beaucoup contribué à éclaircir la théorie de la voix humaine, quoique les recherches de Magendie et de Malgaigne en ce sens aient leur mérite. Magendie découvrit la glotte d'un Chien par une section faite entre le cartilage thyroïde et l'hyoïde, et il observa que les cordes vocales vibraient dans toute leur longueur pendant les sons graves, tandis que la portion de la glotte comprise entre les cartilages aryténoïdes était fermée. Suivant lui, dans les sons très-élevés, les vibrations ne sont sensibles qu'à la partie la plus postérieure des cordes vocales, et l'air ne sort non plus que par la partie la plus postérieure de la glotte. Il est difficile d'entrevoir par quoi l'occlusion de la glotte à sa partie antérieure pourrait être opérée. Il n'est pas possible non plus de produire un pareil mode d'écoulement de l'air sur le larynx humain, tandis qu'on parvient aisément, sans changer la tension, à raccourcir un peu la partie postérieure de la glotte, en rapprochant d'avantage l'une de l'autre les apophyses antérieures des bases des

cartilages aryténoïdes, auxquelles s'attachent les cordes vocales. C'est d'expériences faites avec soin sur le larynx humain lui-même qu'on doit attendre le plus de résultats. Quand on commence à s'y livrer, on éprouve des difficultés extrêmes; tout étant mobile, comment donner aux parties le degré nécessaire de tension soutenue, aux cartilages une position déterminée et égale, condition nécessaire à la précision des expériences; et comment changer facilement cette position pour remplir des vues déterminées? On réussit pourtant avec un peu d'art. D'abord il s'agit d'obtenir un point fixe dans le larynx. La plus grande partie de la paroi antérieure et la partie supérieure de la postérieure sont mobiles. Le cartilage thyroïde peut se mouvoir sur le cricoïde, et les cartilages aryténoïdes sont également mobiles sur ce dernier; les uns et les autres changent la tension des cordes vocales. Comme les cartilages aryténoïdes sont les parties les plus mobiles, celles dont les différences de situation peuvent le plus facilement induire en erreur dans les expériences, je me suis d'abord attaché à leur procurer une situation fixe. On prend un larynx auquel tiennent encore un lambeau de trachée-artère, et on le pose, par sa paroi postérieure, sur une planchette à laquelle on attache solidement le cartilage cricoïde, et à laquelle on fixe aussi les cartilages aryténoïdes. Le meilleur moyen d'y réussir est le suivant. J'enfonçe obliquement, à travers la partie inférieure des cartilages aryténoïdes, une épingle, sur laquelle ils sont fixés immédiatement l'un à côté de l'autre. La perforation doit être faite avec beaucoup de précaution, afin qu'en tirant ensuite sur le cartilage thyroïde, les cordes vocales éprouvent une égale tension. Il faut aussi qu'elle ait lieu de telle sorte que, quand les cartilages sont appliqués l'un contre l'autre, les apophyses antérieures de leurs bases se touchent. On peut sur cette épingle donner aux cartilages toutes les situations qu'on juge convenables l'un par rapport à l'autre. On peut les écarter un peu, de sorte

que la partie postérieure non résonnante de la glotte soit ouverte; on peut aussi les mettre en contact parfait et les fixer inamoviblement par des liens dans cette situation, où la partie postérieure de la glotte se trouve fermée. Lorsque le larynx ainsi préparé est fixé sur la planchette par sa paroi postérieure, il faut également fixer sur le bois la partie de cette paroi qui est formée par les cartilages aryténoïdes; la chose est facile au moyen des liens qui maintiennent l'épingle immobile. La paroi postérieure du larynx se trouvant fixée de cette manière, on peut donner aux cordes vocales tous les degrés imaginables et rigoureusement mesurables de tension, en tirant sur la paroi antérieure formée par le cartilage thyroïde. Il est utile, pour détruire une résistance de la part de l'attache du cartilage thyroïde au cartilage cricoïde, de couper avec circonspection cette attache tout entière. Alors, au moyen d'un cordon attaché à l'angle du cartilage thyroïde, immédiatement au dessus de l'insertion des cordes vocales, on peut attirer ce cartilage à soi, et agrandir la distance entre la paroi antérieure mobile et la paroi postérieure fixée du larynx, autant que le permettent les cordes vocales tendues entre ces parois; plus on tire à soi, plus les cordes se tendent. Je fais passer le cordon sur une poulie, et je l'attache à une balance; en mettant des poids dans celle-ci, je peux changer la tension des cordes vocales d'une manière rigoureusement évaluable. Comme l'épiglotte, les ligamens supérieurs de la glotte, les ventricules de Morgagni, les cartilages de Santorini, les ligamens ary-épiglottiques, et même la partie supérieure du cartilage thyroïde, jusqu'à l'insertion des cordes vocales, ne sont point essentiels à la production de la voix, j'excise toutes ces parties jusque immédiatement au dessus des ligamens inférieurs, afin de pouvoir mieux apercevoir ces derniers quand ils vibrent, et la glotte. Du reste, il est nécessaire de commencer par apprendre à connaître ce que les ligamens inférieurs de la glotte peuvent produire à eux seuls.

Plus tard l'influence des ventricules situés au dessus d'eux sera examinée. On engage un tuyau en bois dans la trachée-artère pour souffler. J'ai répété souvent les expériences au moyen de cet appareil. Voici les faits que j'ai observés.

I. *Les ligamens inférieurs donnent, la glotte étant étroite, des sons pleins et purs lorsqu'on souffle par la trachée-artère.*

Ces sons se rapprochent beaucoup de ceux de la voix humaine, et ils ont une grande analogie avec ceux que l'on produit en soufflant sur des rubans humides de tunique élastique d'artère tendus à l'extrémité d'un tuyau. C'est de cette dernière manière que l'on construit le meilleur larynx artificiel. Les rubans de tunique élastique d'artère sont formés du même tissu que les cordes vocales elles-mêmes, et ils ont les mêmes propriétés physiques. On peut y substituer d'autres rubans secs en caoutchouc; les sons ne sont pas fort différens. Les rubans sont tendus par les deux bouts, mais bouchent d'ailleurs le bout du tuyau, et ne laissent qu'une petite fente entre eux. Les rubans élastiques humides ont sur ceux en caoutchouc l'avantage de donner des sons purs, comme l'organe vocal de l'homme, même lorsqu'ils sont très-petits, de sorte que la différence observée par Cagniard-Latour entre les rubans en caoutchouc et les cordes vocales, n'existe pas réellement.

II. *Ces sons diffèrent de ceux qu'on obtient quand on a laissé subsister les ventricules de Morgagni, les ligamens supérieurs et l'épiglotte, en ce qu'ils sont moins forts.*

En effet, ces parties, aussi bien que la paroi postérieure de la trachée-artère, résonnent simultanément avec force.

III. *Les cordes vocales parlent surtout avec facilité quand la partie postérieure de la glotte, entre les cartilages aryténoïdes, est fermée.*

Cependant ce n'est point là une condition d'absolue nécessité. Souvent, mais non pas toujours, la voix se fait entendre alors même que la glotte est ouverte tout entière, pourvu

que l'ouverture soit assez étroite. Sous ce rapport je dois me mettre en contradiction, jusqu'à un certain point, avec Magendie et Malgaigne. Mais ces sons sont difficiles à produire et plus faibles.

IV. *Quand les cordes vocales ont une tension soutenue, le son reste le même, eu égard à l'élévation, que la partie postérieure de la glotte soit ouverte, ou qu'elle ne le soit pas.*

Il est nécessaire néanmoins que l'occlusion de la partie postérieure de la glotte par l'adossement des cartilages aryténoïdes ne s'étende point au-delà du point d'insertion des cordes vocales. On voit déjà clairement, d'après cela, que ce sont les cordes vocales dont les vibrations déterminent le son, et que ce n'est pas l'air qui vibre le premier en traversant la glotte : car autrement le son rendu par une glotte ouverte dans toute sa longueur devrait être beaucoup plus grave que celui d'une glotte de la longueur des cordes vocales.

V. *Si la partie postérieure de la glotte, entre les cartilages aryténoïdes, ne se ferme pas complètement, si les apophyses antérieures des bases de ces cartilages, quoique se touchant, laissent une petite ouverture derrière elles, il ne se produit pas de second son par cette ouverture.*

Quelquefois seulement l'air frémit en traversant l'ouverture qui reste entre les cartilages et la paroi postérieure par laquelle ils sont unis.

VI. *A tension égale des cordes vocales, le plus ou moins d'étroitesse de la glotte n'exerce pas d'influence notable sur l'élévation du son.*

Le son sort seulement avec peine quand la glotte est plus large, et il a moins d'éclat, parce qu'on perçoit en même temps le bruit causé par le passage de l'air. Il en est absolument de même avec le larynx artificiel à rebords en caoutchouc. Nous voyons ici, pour la seconde fois, que ce ne peut point être l'air qui vibre le premier, comme le pensaient Doudart et Liscovius, dans l'hypothèse desquels les ligamens ne

faisaient qu'entrer simultanément en vibration ; car alors la gravité du son devrait croître avec la largeur de la glotte. Les cordes vocales se comportent donc, sous ce rapport, comme les languettes membraneuses et métalliques, dans lesquelles une ouverture plus large rend le son plus difficile à sortir, mais ne change rien à son élévation. Ferrein avait déjà remarqué qu'une plus grande largeur de la glotte n'entraîne pas des sons plus graves.

VII. *Quand les cordes vocales sont tendues inégalement, elles ne donnent, en général, qu'un seul son; ce n'est que dans des cas rares, qu'elles en font entendre deux.*

En cela elles se comportent encore comme les rubans de caoutchouc dans le larynx artificiel. J'ai fait voir précédemment que, quand les rubans de caoutchouc sont inégalement tendus, le son peut provenir d'un seul d'entre eux, en même temps que l'autre résonne souvent d'une manière faible, et qu'il n'y a pas toujours compensation des accords différens des deux cordons. On a souvent occasion de remarquer aussi, au larynx, les vibrations d'une seule des deux cordes vocales, surtout quand celles-ci ne se trouvent pas tout-à-fait dans le même plan. Mais le fait que, dans le cas d'inégale tension des cordes vocales, il n'y en a le plus souvent qu'une seule qui parle, et qu'il arrive rarement d'entendre deux sons, prouve encore que les vibrations sonores partent primitivement des cordes et non de l'air.

VIII. *La tension des cordes vocales demeurant la même, il arrive quelquefois qu'au lieu [de leur] son fondamental on en perçoit un beaucoup plus élevé, surtout lorsqu'en vibrant elles frottent sur une partie de leur longueur.*

Ce phénomène s'explique par la formation de nœuds de vibration ; un effet semblable arrive quelquefois avec les cordons en caoutchouc.

IX. *On peut produire des sons tant lorsque les cordes vocales*

*laissent une étroite ouverture entre elles, que quand elles se touchent tout-à-fait.*

Dans ce dernier cas, les sons se produisent surtout avec facilité lorsque les cordes vocales sont très-lâches : alors leurs vibrations sont très-fortes, parce que l'air, passant avec plus de difficulté, il les chasse et les écarte l'une de l'autre avec plus de force. La même chose exactement arrive avec les languettes membraneuses en caoutchouc ; car souvent ici le son se produit lorsque les cordons sont rapprochés jusqu'au point de se toucher, et même mieux encore quand le bord de l'un repose sur l'autre, ou quand on n'emploie qu'un seul ruban, et qu'on en tend le bord sur celui d'une planchette mince en bois. L'effet est le même que dans les languettes qui ne battent pas ; l'ouverture se trouve fermée de moment en moment, et le courant d'air interrompu par saccades.

X. *Les sons qui se produisent quand les cordes vocales ; peu tendues, se touchent, diffèrent, pour l'éclat, de ceux qui ont lieu lorsque la glotte présente une fente étroite.*

Le son est plus fort et plus plein dans le premier cas, plus faible et plus sourd dans le second.

XI. *Quand les cordes vocales ont une longueur déterminée et une tension faible qui demeure la même, l'élévation du son ne varie pas, soit qu'elles se touchent, soit qu'elles laissent une étroite ouverture entre elles.*

XII. *On peut très-bien encore produire des sons, quoique les cordes vocales soient tout-à-fait relâchées, pourvu que la glotte se trouve en même temps très-raccourcie.*

Pour opérer ce raccourcissement, on comprime la partie postérieure de la glotte entre les deux branches d'une pince. La fente étant réduite à deux lignes, on n'en obtient pas moins encore des sons si les cordes vocales sont détendues, et qu'elles se touchent par leurs bords. Cette propriété des cordes vocales ne s'observe pas dans les lames élastiques sèches, telles que les bandelettes de caoutchouc, mais bien dans les

rubans en tissu élastique, par exemple en tunique artérielle. Au reste, le tissu élastique ne perd pas, même lorsqu'il n'est point tendu, sa propriété de réagir contre le courant d'air ; car celui-ci, quand le passage est très-court, et que les cordes vocales se trouvent appliquées l'une contre l'autre, les distend à tel point qu'elles recouvrent la faculté de réagir en vertu de leur élasticité ; de sorte que la glotte est alternativement ouverte et fermée par les vibrations à très-grandes excursions. Cependant il n'est pas même nécessaire que l'élasticité des cordes vocales distendues par le courant d'air, devienne assez considérable pour fermer la glotte quand elle réagit ; les cordes peuvent encore vibrer sans que la glotte se ferme périodiquement, de même qu'une languette de caoutchouc faiblement tendue vibre sans revenir à la ligne droite dans ses vibrations rétrogrades.

XIII. *On peut tout aussi bien produire des sons graves avec une glotte courte, même très-courte, qu'avec une glotte longue, et des sons aigus avec une glotte longue qu'avec une autre courte, pourvu, quand il s'agit des sons aigus, que les cordes vocales de la glotte longue soient plus fortement tendues, et lorsqu'il est question des sons graves, que celles de la glotte très-courte soient entièrement détendues, les lèvres de l'ouverture se touchant.*

On peut, sans rien changer à la tension, raccourcir à volonté la glotte en comprimant ses lèvres avec des pinces dans l'espace situé au devant des apophyses antérieures des cartilages aryténoïdes. On peut aussi détendre à volonté les cordes vocales en pressant le cartilage thyroïde d'avant en arrière. A l'aide de ces procédés, on obtient les résultats qui viennent d'être énoncés.

XIV. *Lorsque les cordes vocales vibrent en plein, depuis l'angle du cartilage thyroïde jusqu'aux apophyses antérieures, immédiatement appliquées l'une contre l'autre, des cartilages aryténoïdes, et qu'elles le font sans se toucher, avec un accrois-*