

pour les cas possibles, qu'à la seule longueur des cordes vocales elles-mêmes, et non à la longueur entière de la glotte jusqu'à la partie inter-aryténoïdienne, je n'ai mesuré que la longueur de ces ligamens depuis leur insertion antérieure jusqu'à leur insertion postérieure à l'apophyse antérieure de la base du cartilage aryténoïde. Comme leur tension est variable, il est indispensable, pour établir des comparaisons, de se procurer une base déterminée. Je les mesure et dans l'état de repos et dans celui de tension extrême, par conséquent dans la plus grande longueur qu'on puisse leur donner en éloignant l'un de l'autre le cartilage thyroïde et les cartilages aryténoïdes. En général, les cordes vocales proprement dites sont, dans la plus grande tension possible, plus courtes d'un tiers chez la femme que chez l'homme; cependant on rencontre de nombreuses variations, dont le tableau suivant donnera un aperçu. Pour comparer les larynx d'homme et de femme, je n'ai pris ces organes que sur des individus qui eussent dépassé l'âge de puberté. Une petite partie des fibres de la corde s'attache, un peu plus en arrière que l'extrémité de l'apophyse antérieure, au bord supérieur de cette apophyse, jusqu'àuprès du bord antérieur du cartilage aryténoïde; cette portion a été comprise dans les mesures, et celles-ci sont en millimètres.

MAXIMUM DE	HOMMES.						FEMMES.			GARÇON DE 14 ANS.
Tension.	21	21	25	26	23	23	16	15	16	14,5
Repos.....	18	16		21	19		12	12	14	10,5

Longueur moyenne des cordes vocales pendant le repos; chez l'homme 18 1/4, chez la femme 12 2/3.

Longueur moyenne au maximum de tension; chez l'homme 23 1/6 millimètres, chez la femme 15 2/3.

Les longueurs des cordes vocales de l'homme et de la femme sont donc à peu près dans la proportion de 3 : 2, tant pendant le repos qu'au maximum de tension. Mais l'allongement que ces cordes sont susceptibles d'acquérir, au-delà de leur longueur ordinaire, par l'effet de la tension, est d'un peu moins de 5 millimètres chez l'homme, et de 3 chez la femme.

Des mesures de ces deux états des cordes vocales prises sur des larynx de basses-tailles, de ténors, d'altos, de sopranos et de castrats après leur mort, seraient du plus grand intérêt pour la physiologie; mais il faudrait les prendre concurremment avec d'autres sur des larynx ordinaires, afin que les points de comparaison demeurassent les mêmes; car lorsqu'on mesure, par exemple, les cordes vocales depuis leur commencement en devant jusqu'à la pointe saillante de l'apophyse antérieure des cartilages aryténoïdes, les quantités sont toujours un peu plus petites que celles qui viennent d'être énoncées.

XXII. *A tension égale des cordes vocales par un poids, la force plus grande du souffle élève le son jusqu'à près d'une quinte, et même plus.*

Tous les semi-tons sortent alors avec facilité. Si, par exemple, on part de *sol*₂, indiqué comme son fondamental des cordes vocales, quand on souffle aussi doucement que possible, on peut produire en accroissant graduellement la force du souffle *sol*₂, *sol*₂[♯], *la*₂, *la*₂[♯], *si*₂, *ut*₂, *ut*₂[♯]. Si alors on augmente tellement la tension par des poids que le larynx donne, avec le souffle le plus faible possible, l'octave de *sol*₂, ou *sol*₃, le son, au moyen de l'accroissement successif du souffle, monte jusqu'à *mi*₃, par semi-tons assez purs. Dans une autre expérience, le son, par un souffle plus fort, monta successivement de *ré*₂ à *la*₂. Cette ascension a été observée aussi par Lisco-

vius. Ferrein la connaissait déjà (1); mais il l'évaluait trop bas, en la réduisant à un semi-ton ou à un ton entier. Sous ce point de vue, l'organe vocal ressemble parfaitement à un larynx artificiel préparé avec des rubans membraneux. A la vérité, comme je l'ai déjà fait remarquer, quand on opère sur des rubans secs en caoutchouc, et qu'on augmente la force du souffle, le son fondamental ne monte que de quelques semi-tons; mais, avec des languettes élastiques humides du même tissu que les cordes vocales, celles par exemple qu'on tire de la carotide primitive de l'homme, on parvient aussi, en accroissant successivement la force du souffle, à l'élever, de semi-ton en semi-ton, jusqu'à une quinte. Il suit de là qu'on peut employer deux procédés différens pour faire sortir un seul et même son x d'un larynx humain; le premier consiste à souffler doucement et tranquillement, cas dans lequel les cordes vocales doivent avoir une longueur y telles que leur son fondamental soit le son x qu'on cherche; l'autre consiste, les cordes vocales ayant la longueur et la tension voulues pour produire un son fondamental plus grave dans les limites de l'octave immédiatement au dessous, à leur faire rendre le son plus élevé x par la force qu'on donne au souffle. Les deux sons diffèrent beaucoup l'un de l'autre quant à l'éclat. Celui qu'on forme en soufflant doucement est bien plus plein que celui qu'on obtient en soufflant plus fort avec une tension primitive moindre; la production de ce dernier exige plus ou moins d'efforts selon le plus ou moins de tension primitive des cordes vocales; il a quelque chose de criard, et présente d'autant moins d'éclat que la tension primitive des cordes vocales s'éloigne davantage de la tension primitive nécessaire à la formation du son x . A-t-on atteint le maximum de tension auquel les cordes vocales donnent le son le plus aigu possible par un souffle tranquille? on peut encore, en soufflant plus

(1) *Mém. de l'Ac. des sc. de Paris*, 1744, p. 431.

fort, faire sortir quelques autres sons plus aigus, mais criards. L'épreuve sur nous-mêmes nous l'apprend aussi, et l'on voit par-là combien les expériences sur le larynx des cadavres peuvent répandre de jour sur la théorie de la voix humaine.

XXIII. *Quand on inspire l'air, au lieu de l'expirer, les cordes vocales ayant un degré déterminé de tension, le son, ne sort point en général; quelquefois seulement il s'en produit un criard et un peu plus grave.*

Comparez, à cet égard, ce que j'ai dit des languettes en caoutchouc.

XXIV. *Lorsqu'on touche la partie extérieure des cordes vocales, elles donnent des sons plus aigus, absolument de même que les languettes en caoutchouc du larynx artificiel.*

XXV. *La longueur du porte-vent et du corps de tuyau n'exerce pas une influence aussi sensible sur le son des cordes vocales que sur celui des anches en caoutchouc.*

Magendie présume que, d'après l'analogie des anches de Grenié, la longueur du porte-vent du larynx humain, c'est-à-dire celle de la trachée-artère, influe sur les modifications du son. Les expériences avec le larynx artificiel à bandes de caoutchouc et celles avec le larynx lui-même ne s'accordent pas très-bien ensemble sous ce rapport, et celles avec le larynx véritable me déterminent à dire que la longueur de la trachée-artère, qui d'ailleurs varie peu, n'exerce aucune influence sur l'élévation des sons.

En ajoutant au porte-vent diverses allonges, de petites et de grandes dimensions, et cherchant à rendre le souffle aussi semblable que possible pour la production du son fondamental d'une tension donnée, je n'ai pu parvenir à abaisser le son d'une manière sensible, quoique cet effet ait lieu ordinairement avec beaucoup de facilité quand on emploie des rubans de caoutchouc, et même des tuniques d'artère. Dans beaucoup de cas, l'allongement et le raccourcissement du porte-vent n'ont paru influencer en rien sur le son; dans d'au-

tres, l'allongement du porte-vent a déterminé, la force du souffle étant la même, un abaissement d'un semi-ton, très-rarement d'un ton entier. De même, lorsqu'avec un porte-vent de longueur déterminée j'ajoutais un corps de tuyau au devant des ligamens inférieurs de la glotte, je n'observais non plus qu'une faible influence de la part de celui-ci. Ces dernières expériences sont beaucoup plus difficiles à exécuter que celles dans lesquelles on allonge le porte-vent, parce qu'on a de la peine à attacher un corps de tuyau au devant des cordes vocales, et parce que, lors même qu'on y réussit, il devient difficile de donner à ces cordes une tension déterminée. Voici comment on arrive au but. On commence par attacher ensemble les extrémités postérieures des cordes vocales, au moyen d'un fil passé immédiatement au devant des apophyses antérieures des cartilages aryténoïdes : c'est le moyen d'assurer l'embouchure. Les bouts de la ligature sont dirigés en arrière, au dessus de la paroi musculo-membraneuse située entre les cartilages aryténoïdes. L'épiglotte, les ligamens ary-épiglottiques, les cartilages de Santorini et la paroi membraneuse située entre les cartilages aryténoïdes doivent être ménagés ici, parce qu'ils servent à fixer un tuyau de six à huit lignes de diamètre; mais on enlève le bord supérieur du cartilage thyroïde, pour rendre plus facile la fixation de ce tuyau, auquel on en peut ensuite en ajouter d'autres de même calibre. On fixe alors le larynx, on rapproche les cartilages aryténoïdes l'un de l'autre par une ligature, et l'on imprime une tension déterminée aux cordes vocales à l'aide du cordon, sortant par une très-petite ouverture, qui lie la partie postérieure de ces cordes. Quand on souffle, l'ouverture par laquelle le cordon sort, en arrière, de la cavité du larynx, se trouve bouchée. Ces expériences, qui sont, je le répète, des plus difficiles à exécuter, m'ont laissé convaincu, après de nombreuses répétitions, que la longueur du corps de tuyau n'a pas d'influence sur le son des cordes vocales. L'abaissement

possible dans quelques cas rares ne dépassait point un semi-ton; bien plus rarement était-il d'un ton entier; la plupart du temps, il n'y avait pas de changement appréciable.

Il paraît y avoir là une différence entre le larynx naturel et le larynx artificiel. Dans ce dernier, soit qu'on emploie des rubans en caoutchouc, soit qu'on se serve de tuniques artérielles humides, l'allongement du corps de tuyau détermine un abaissement du son dont j'ai fait connaître les limites. Cependant la différence n'est point absolue; car il arrivait quelquefois, surtout quand le son sortait difficilement, parce que les ligamens étaient trop lâches ou trop tendus, que ceux-ci n'abaissaient point le son, ou ne l'abaissaient que d'une manière très-peu sensible lorsque j'allongeais ou le corps de tuyau ou le porte-vent. J'ai tenté plusieurs expériences pour découvrir la cause à laquelle cette différence peut tenir. L'explication la plus vraisemblable me semble être celle-ci. Dans le larynx, quand les cordes vocales ont un certain degré de tension, il ne s'agit que de leurs vibrations propres, puisque la membrane qui unit leur pourtour avec les parois du larynx n'est point tendue. Mais, dans les larynx artificiels à languette en caoutchouc ou en tunique artérielle, outre qu'il y a tension de celles-ci en deux directions sur leur bord, la portion moins tendue influe sur les vibrations de ce bord, comme on peut s'en convaincre en posant légèrement le doigt dessus. Au moyen de cette plus grande largeur et de cette continuité entre la portion tendue et la portion non tendue de la membrane élastique, celle-ci est plus susceptible d'éprouver, dans ses vibrations et ses sons, des modifications dépendantes de la longueur du corps de tuyau et du porte-vent, que les cordes vocales, dont les vibrations primitives demeurent, en grande partie, bornées à elles-mêmes.

J'avais pensé que l'extensibilité du porte-vent du larynx, ou de la trachée-artère, pourrait être cause du peu d'influence des corps de tuyau. Cette conjecture ne s'est cependant point

confirmée ; car, quand je remplaçais la trachée-artère par un tuyau en bois, je n'obtenais pas de changemens plus considérables du son en ajoutant des corps de tuyau. Toutefois, les membranes situées entre les cartilages du larynx ont, par la distension que le vent leur fait éprouver, quelque part à cette différence entre le larynx naturel et le larynx artificiel, dont les parois sont absolument rigides.

Dans les expériences ayant trait à l'influence des corps de tuyau sur le son des cordes vocales du larynx lui-même, il m'a semblé qu'à une longueur déterminée du porte-vent, le son sortait moins bien qu'à d'autres, ce qu'on remarque aussi dans les anches en caoutchouc. C'est à cela qu'il tient que la colonne d'air ne peut pas bien s'accommoder aux anches. Wheastone a déjà signalé cette circonstance dans d'autres anches, et Bishop accorde beaucoup d'importance à l'accommodation réciproque des colonnes d'air en avant et en arrière des cordes vocales pendant la vie. Cette influence a cependant été très-faible dans mes expériences, et je ne l'ai observée que quelquefois parmi un grand nombre de cas, en sorte que je ne puis pas lui accorder l'influence sur l'organe de la voix humaine que Bishop lui attribue. Au contraire, il apparaît clairement que, dans les changemens des sons, chez l'homme, on doit fort peu compter sur le raccourcissement et l'allongement tant de la trachée-artère que de l'espace situé au devant des cordes vocales par les mouvemens de descente et d'élévation du larynx. Tout au plus peut-on admettre que l'allongement du tuyau placé au devant des cordes vocales par l'ascension du larynx, et son raccourcissement par la descente de cet organe facilitent, toutes choses égales d'ailleurs, dans le premier cas la formation des sons graves, et dans le second celle des sons aigus, ce qui du moins est confirmé par ce qu'on observe sur l'homme vivant.

XXVI. *La structure en partie membraneuse du porte-vent, c'est-à-dire de la trachée-artère, ne modifie pas sensiblement*

le son des cordes vocales, et la trachée-artère se comporte comme le ferait un tuyau en bois de même diamètre.

Sous ce rapport, les anches à languettes membraneuses et porte-vent en partie membraneux se comportent tout autrement que les anches membraneuses à colonne d'air vibrante, dans lesquelles, d'après les découvertes de Savart, la co-vibration des parois membraneuses modifie considérablement les vibrations principales de la colonne d'air. Cette influence va si loin ici, qu'une anche en carton mouillé mince peut abaisser le son de toute une octave au dessous de celui que donne une anche d'égale longueur, mais à parois rigides. Dans les anches très-courtes et cubiques, l'abaissement est plus considérable encore, et peut aller à deux octaves entières. Je fabriquai un porte-vent long de sept pouces et demi, avec trois pouces de trachée-artère d'homme et quatre pouces et demi de tuyau en bois : le son d'une languette en caoutchouc soufflée avec ce tube, fut le même que celui qui était produit par un porte-vent rigide d'égale longueur. L'apposition de la main sur la partie membraneuse de la trachée-artère n'exerce pas non plus d'influence appréciable.

XXVII. *Le double corps de tuyau ajouté à l'organe vocal de l'homme, savoir le tube buccal et le tube nasal, ne paraît pas agir autrement qu'un corps de tuyau simple, sous le rapport de l'élévation du son, mais il change l'éclat de ce dernier, par l'effet de la résonance.*

J'ai cherché à déterminer cette influence sur un larynx artificiel à rubans de caoutchouc, qui se terminait par un corps de tuyau court auquel on pouvait adapter un tube bifurqué. Le son était le même, pour l'élévation, qu'avec un corps de tuyau simple de même longueur; mais il était plus éclatant.

XXXVIII. *Lorsqu'on couvre la cavité supérieure du larynx en déprimant l'épiglotte, le son devient un peu plus grave et en même temps plus sourd.*

C'est un effet analogue à celui que l'on produit en couvrant

un corps de tuyau court adapté au larynx artificiel. Nous nous servons évidemment de ce moyen pour produire des sons très-graves. C'est du moins le but que paraît avoir le mouvement d'abaissement et de rétraction qu'on imprime à la langue, en penchant la tête en avant, lorsqu'on veut produire des sons de basse-taille très-graves.

XXIX. *Du reste, l'épiglotte semble ne servir en rien à modifier les sons.*

J'attachai une épiglotte humaine au pourtour d'un corps de tuyau, un peu au devant de la lame en caoutchouc d'un larynx artificiel, en l'établissant à peu près à la même distance de la glotte que dans le larynx naturel. Le son que j'obtins en soufflant ne différait pas de celui qui avait lieu quand j'enlevais l'épiglotte; cependant il fallait que celle-ci pût vibrer, car dès qu'elle était attachée de manière à agir comme obturateur, le résultat était le même qu'avec tout autre bouchon quelconque. Grenié a cherché à empêcher le son de monter dans les anches à languette métallique, en mettant au dessus de celle-ci une petite lamelle vibratile fixée seulement par sa base; Biot et Magendie présument que l'épiglotte remplit la même fonction. Les expériences directes que j'ai faites ne parlent point en faveur de cette hypothèse. Toutes choses égales d'ailleurs, le souffle peut élever successivement le son jusqu'à la limite d'une quinte, que l'épiglotte existe ou non. En mettant le doigt dans sa gorge jusqu'au bord supérieur de l'épiglotte, on peut se convaincre que celle-ci ne change pas de position, qu'on fasse sortir le son avec la voix de fausset ou avec celle de poitrine.

XXX. *Les piliers du voile du palais et la luette se raccourcissent dans les sons de poitrine élevés, comme dans les sons de fausset, et, le son restant le même quant à l'élévation, l'isthme du gosier conserve le même degré d'étroitesse, que ce son appartient à la voix de poitrine ou à la voix de fausset. On peut*

aussi, dans les deux cas, toucher les piliers du voile du palais avec les doigts, sans que le son change.

Rien n'est plus facile que de se convaincre de tous ces faits en introduisant le doigt dans la bouche, sur le côté, jusqu'à l'isthme du gosier. Ils réfutent l'opinion de Bennati, qui croyait que les piliers du voile du palais prennent part à la formation des sons de la voix de fausset, ou les produisent. Le simple fait du rétrécissement de l'isthme du gosier dans les sons élevés, a été observé d'abord par Fabrice d'Aquapendente, puis, dans les temps modernes, par Mayer, Bennati et Dzondi.

XXXI. *Le rétrécissement du commencement du corps de tuyau ou de la cavité supérieure du larynx, immédiatement au devant des ligamens inférieurs de la glotte, peut, d'après la théorie des anches, élever un peu le son.*

Cependant on ne saurait en donner la démonstration par des expériences, attendu qu'il n'est guère possible de comprimer la cavité laryngienne supérieure sur un larynx détaché du corps, sans exercer quelque action sur les cordes vocales. Un simple rétrécissement n'a pas d'influence sensible.

XXXII. *Les ventricules de Morgagni ne servent évidemment qu'à rendre les cordes vocales libres en dedans, afin que leurs vibrations ne soient pas gênées.*

Cet usage leur a déjà été assigné par plusieurs écrivains, tels que Malgaigne, Ch. Bell et autres. Malgaigne compare les ventricules de Morgagni au godet de l'embouchure de la trompette, qui met les lèvres en liberté.

C. Conclusions générales.

Des expériences faites sur le larynx artificiel à languettes membraneuses, et de celles sur le larynx humain lui-même, dont les résultats s'accordent parfaitement ensemble, quant aux points essentiels, il suit que l'organe vocal de l'homme est une anche à deux lèvres membraneuses. Telle est l'opi-

nion de plusieurs physiiciens, comme Biot, Cagniard La Tour, Muncke, de musiciens théoriciens, comme G. Weber, et de quelques physiologistes, comme Magendie, Malgaigne, etc. Ferrein en avait déjà préparé les bases, en 1741, par ses expériences sur les sons que produisent les cordes vocales, et sur les modifications que les diversités de longueur et de tension de celles-ci leur font subir. Savart lui-même, qui attaqua la comparaison de l'organe vocal avec une anche, convint que, lorsqu'on fait sortir des sons en soufflant dans la trachée-artère dont toute la partie antérieure a été retranchée jusqu'aux ligamens inférieurs de la glotte, ils sont produits de la même manière que ceux des anches. A la vérité, il regarde les sons des anches comme ne ressemblant pas à ceux de la voix humaine; mais, en suivant la méthode que j'ai employée, il m'a été impossible de trouver entre eux aucune différence essentielle; j'obtiens les sons de poitrine et ceux de fausset, avec tout l'éclat dont ils sont susceptibles, en réunissant les conditions que j'ai fait connaître, et ce qu'il y a de différent peut dépendre du corps de tuyau ajouté à l'organe vocal. Savart pense que le corps à proprement parler sonore est l'air des ventricules compris entre les ligamens supérieurs et inférieurs de la glotte, et il compare cet appareil à l'appau des oiseleurs, petite anche à colonne d'air vibrante. Cependant l'appareil élastique des ligamens inférieurs de la glotte et les moyens d'organisation employés pour amener leur tension sont trop évidemment calculés dans la vue d'un instrument à anche, pour qu'on puisse attacher une grande valeur à cette objection d'un homme qui a d'ailleurs rendu de si grands services à l'acoustique. En outre, la différence de tension ne modifie pas moins les sons dans les larynx auxquels on a laissé les ventricules latéraux et les ligamens antérieurs de la glotte, que dans ceux où l'on a enlevé ces parties jusqu'aux ligamens inférieurs de la glotte. Les Mammifères auxquels manquent les ligamens supérieurs de la glotte, les Ruminans, s'élèvent

d'ailleurs contre la théorie de Savart. Tout l'appareil situé au devant des ligamens inférieurs peut bien avoir quelque influence sur la modification du son, comme le corps de tuyau ajouté à l'embouchure des instrumens à anche, et cela plutôt par le rétrécissement de la cavité supérieure du larynx que par la longueur du tuyau; cette partie antérieure du larynx peut aussi avoir, dans l'organe vocal de l'homme, une disposition particulière que nous ne saurions procurer au corps de tuyau d'une anche; mais la cause principale du son n'en demeure pas moins la vibration des ligamens inférieurs de la glotte eux-mêmes, et les sons naissent aussi simplement de ces membranes élastiques que du sphincter de l'anus, où la tension par la contraction musculaire remplace l'élasticité propre des cordes vocales.

Fechner objecte que si l'organe vocal était une anche, il devrait ne pas se produire de sons pendant l'ouverture de la glotte; d'après la théorie des anches, les sons ne devraient dépendre que des alternatives d'ouverture et de fermeture de la glotte en vertu de l'interruption périodique du courant d'air; mais les cordes vocales peuvent très-bien vibrer sans clore périodiquement la glotte; donc la production des sons est réellement indépendante de cette occlusion. Cependant j'ai démontré que cette théorie de la production des sons par les anches n'est point aussi exacte qu'on l'admet généralement; car il suffit de simples courans d'air passant au devant de languettes minces pour produire des sons pareils, quant au degré et à l'éclat, à ceux qui ont lieu quand les languettes agissent comme des valvules; d'ailleurs, il y a une position de la languette, soit métallique, soit membraneuse, qui fait qu'elle ne se meut plus comme valvule, mais vibre librement au devant de l'ouverture, par l'effet de la force du courant d'air, lorsque celui-ci a une force suffisante pour rechasser la languette avant qu'elle ait pu clore l'ouverture. Enfin, il est souvent possible, sur le larynx artificiel à languettes en

caoutchouc, de faire sortir encore des sons quoique les lèvres de l'anche laissent entre elles une fente considérable.

Quant à la comparaison des ligamens de la glotte avec des cordes, elle est exacte sous certains points de vue, mais manque de justesse à d'autres égards. Les expériences de Ferrein qui établissent cette analogie sont du nombre des meilleures qu'on ait jamais faites. Ferrein a montré que les ligamens de la glotte résonnent à la manière des cordes que l'air fait parler, et que les sons qu'ils produisent ne varient point en raison de la largeur diverse de la glotte. La moitié des cordes vocales lui donnait l'octave de leur son fondamental, et le tiers leur quinte. Enfin, il a trouvé qu'un changement de deux à trois lignes dans la longueur de ces ligamens suffisait à toutes les variations de la hauteur de son, la tension remplaçant ici ce que la diversité de longueur opère sur les cordes tendues également. Quoique ces expériences aient été attaquées par Bertin, Montagnat, Runge et Nollet les trouvèrent exactes (1). En effet, celles que j'ai faites sur le larynx artificiel s'accordent parfaitement avec elles. La moitié d'une languette de caoutchouc donnait l'octave du son fondamental; et les expériences avec la tension des cordes vocales soumises à la mensuration ont fait voir qu'en général ces languettes changent leurs vibrations d'après les mêmes lois à très-peu près que les cordes. Je ne puis me ranger à l'avis de Biot, quand il dit : « Qu'y a-t-il dans la glotte qui ressemble à une » corde vibrante ? Où trouverait-on la place nécessaire pour » donner à cette corde la longueur qu'exigent les sons les plus » graves ? Comment pourrait-on en tirer jamais des sons d'un » volume comparable à ceux que l'homme produit ? Les plus » simples notions d'acoustique suffisent pour faire rejeter cette » étrange opinion. » Il est facile de réfuter l'objection de Biot. Toute languette membraneuse vibre d'après les lois des cor-

(1) HALLER, *Element. physiol.* 111. Lib. IX, § 8, 9, 10.

des, comme toute languette métallique d'après celles des verges. Une corde, à quelque degré qu'on la raccourcît, pourrait encore produire des sons graves si l'état de détente où elle doit être permettait qu'elle eût encore de l'élasticité. Mais les membranes plastiques et les rubans de caoutchouc ont encore ce degré d'élasticité lorsqu'ils sont très-détendus, et nous avons vu qu'en se raccourcissant, ces courts rubans changent leurs sons, comme les cordes, en raison inverse de la longueur. De petites lamelles en caoutchouc tendues donnent même, par la percussion, des sons clairs, quoique ceux-ci ne soient pas soutenus comme dans les cordes longues; mais le choc continu de l'air, en soufflant, fait qu'ils se soutiennent et qu'une lamelle qui vibre comme corde par simple percussion se transforme en anche. Sous ce point de vue donc, les ligamens de la glotte ressemblent parfaitement aux cordes, et la seule différence consiste dans le corps qui les fait parler. Jusqu'ici la comparaison établie par Ferrein est parfaitement exacte.

Mais, sous un autre rapport, les cordes vocales diffèrent totalement des cordes ordinaires, et cette différence est assez grande pour leur assigner, ainsi qu'aux autres anches membraneuses, une place particulière parmi les instrumens de musique. Une percussion plus forte rend le son d'une corde plus grave; la force plus grande du souffle élève, au contraire, le son d'une languette membraneuse d'un semi-ton, de deux, ou plus, et quand les languettes membraneuses élastiques sont humides (cordes vocales et rubans de tunique artérielle), l'élévation va même jusqu'à un grand nombre de semi-tons. L'anche métallique d'une trompette d'enfant donne toujours, quand on souffle avec plus de force, des sons plus aigus, dont l'élévation va jusqu'à une octave et demie sans intervalles, et si d'autres anches métalliques ne se comportent pas de la même manière, il n'en faut chercher la cause que dans leur force comparée à celle du courant d'air. Ainsi, dans une an-

che, l'élévation du son dépend à la fois et de l'anche et de l'air qui la choque. Au contraire, dès qu'une corde a reçu une impulsion, celle-ci n'exerce plus d'action ultérieure et modifiante sur les vibrations; la corde est abandonnée aux seules oscillations qui dépendent de sa longueur et de sa tension.

Plusieurs physiologistes, parmi lesquels on compte Dodart et Liscovius, ont cherché la cause essentielle de la voix dans la largeur ou l'étroitesse de la glotte et dans les vibrations de l'air produites en cet endroit.

Quoique Dodard connût bien l'influence que la tension des cordes vocales exerce sur le changement du son, cependant il finit par ne plus attribuer la production des différens sons qu'à la grandeur de l'ouverture, admettant que, selon leur degré de tension, les cordes vocales déterminent, par les vibrations que l'air leur imprime, une ouverture différente de la glotte. Il disait qu'un changement, dans la glotte, de $1/54$ d'un fil de soie, ou de $1/384$ de cheveu, donne déjà un autre son. Cette hypothèse est absolument inexacte; car, pourvu que la tension des cordes vocales ne varie point, un changement, même notable, de l'ampleur de la glotte ne fait pas varier l'élévation du son.

Quant à la théorie de Liscovius, voici en quoi elle consiste. C'est de la glotte elle-même et de sa différente largeur que dépendent principalement et la production de la voix et son caractère divers d'acuité ou de gravité. En passant avec une certaine violence et avec rapidité à travers cette ouverture étroite, l'air éprouve une compression et un ébranlement tels que toutes ses molécules subissent un mouvement de va-et-vient. Quelque chose d'analogue arrive toutes les fois que l'air traverse une ouverture étroite quelconque. Plus l'ouverture de la glotte est grande, plus le son est grave, parce qu'il résulte de là des ondes aériennes plus grandes et par conséquent plus lentes.

Les objections de Liscovius contre la production du son

par les cordes vocales elles-mêmes sont celles-ci. Suivant lui, les cordes vocales doivent être tendues dans les sons graves, et relâchées dans les sons aigus; car, dans les sons graves, la glotte s'élargit et ses ligamens s'écartent; mais, dès qu'une ouverture devient plus grande, sans que son pourtour se déchire, les bords doivent nécessairement subir une distension. Ainsi il n'y a pas de dilatation de la glotte possible sans tension simultanée des cordes vocales; par conséquent celles-ci sont tendues dans les sons graves, et relâchées dans les sons aigus. Ceci repose évidemment sur un malentendu. Lorsqu'au moyen de l'appareil que j'ai décrit précédemment, on donne une tension déterminée aux cordes vocales, on peut, sans rien changer à cette tension, varier à volonté la longueur de la glotte. Cette ouverture peut être ou large ou étroite, que les cordes vocales soient tendues ou soient relâchées. Liscovius fait ensuite remarquer qu'il n'y a que les cordes sèches qui soient élastiques, et que les ligamens de la glotte sont toujours humides. Mais la corde n'est qu'une espèce parmi les corps filiformes élastiques par tension; cette espèce perd son élasticité quand on la mouille. Au contraire, le tissu élastique du corps humain ne possède son élasticité qu'autant qu'il est humide, et il la perd en séchant. Ce sont là des différences spécifiques, qui ne changent rien aux lois des corps filiformes élastiques par tension.

L'objection que les cordes vocales, en leur qualité de ligamens, ne pourraient produire ni des sons graves ni des sons d'un volume comparable à ceux que l'homme fait entendre, a déjà été renversée précédemment. Dans les discussions qu'a soulevées la comparaison établie entre les ligamens et les cordes, les partisans et les adversaires se sont beaucoup trop attachés à la considération des corps filiformes élastiques par tension, et ils ont été par-là conduits à mal interpréter les phénomènes. Qu'aux cordes à boyau l'on substitue des fils plus