

sement graduel de tension , le changement d'élevation des sons n'est pas tout-à-fait le même que dans les cordes et les membranes tendues à leurs deux extrémités.

Lorsqu'on accroît la tension des cordes vocales, les sons restent la plupart du temps de quelques semi-tons ou tons entiers au dessous de la hauteur que la théorie indique en pareil cas. Jamais ils ne deviennent plus aigus que celle-ci ne le comporte, à moins que les cordes ne soient inégalement tendues, et qu'en vibrant elles ne se touchent sur une partie de leur longueur, d'où résultent des nœuds de vibrations qui peuvent, au moment où l'on s'y attend le moins, donner lieu à des sons très-élevés, par analogie avec ceux qu'on appelle sons flûtés. On sait que, dans les cordes, les sons, ou nombres de vibrations, croissent en raison directe des longueurs de ces cordes, et inverse des racines carrées des poids qui les tendent. Si, par exemple, une corde tendue par un poids de quatre loth (1), donne *ut*, elle donnera avec un poids de seize loth l'octave de cet *ut*, et avec un poids de soixante-quatre loth, sa double octave. En ayant recours à l'appareil que j'ai décrit plus haut, on peut faire des essais comparatifs sur les cordes vocales. Il est vrai qu'en quarrant les poids mis dans le plateau de balance on n'obtient point généralement des octaves, mais la plupart du temps des sons qui sont d'un semi-ton, d'un ton entier, d'un ton et demi, de deux tons ou de trois tons au dessous des octaves; cependant l'analogie est toujours assez frappante, et l'on peut du moins faire voir, au moyen de ces sortes d'expériences, que les sons produits par une tension qui croît suivant la proportion, 4, 16, 64, se rapprochent jusqu'à un certain point de la série des nombres 1, 2, 4. Or cette circonstance suffit pour prouver que les sons de l'organe vocal de l'homme, en tant qu'ils naissent à la glotte et à ses limites immédiates, sont analogues à ceux des cordes et des languettes membraneuses. Les ex-

(1) Le *loth* vaut une demi-once.

périences ne réussissent qu'autant que les cordes vocales sont tendues avec le plus d'égalité possible, et qu'on évite qu'elles se touchent dans des parties aliquotes de leur longueur; car, ainsi que je l'ai dit, ce contact, au lieu des sons sur lesquels on compte, en fait souvent naître qui sont beaucoup plus élevés et criards. Il est certains larynx dont on ne peut se servir, à cause de l'impossibilité d'éviter cette transition brusque à un autre registre lorsque la tension devient plus considérable; les meilleurs, en général, sont ceux d'individus du sexe masculin, qui ont des cordes vocales plus longues. Il faut répéter souvent les expériences pour en rencontrer un qui permette d'éviter les sons criards. Je vais citer plusieurs exemples de larynx sur lesquels elles ont parfaitement réussi. C'est un inconvénient qu'on ne puisse parvenir à tendre les cordes vocales dans une direction bien droite, au moyen de poids, sans que d'autres parties opposent une certaine résistance. Lorsqu'on les tend en tirant sur le cartilage thyroïde, le tissu élastique compris entre ce cartilage et le cricoïde, oppose un obstacle d'un côté, et détourne la tension de la direction droite; on peut bien le couper, mais l'articulation entre les deux cartilages gêne encore, et alors même qu'on enlève cette articulation, les sons qu'on obtient, en accroissant la tension, sont presque toujours, quand on veut éviter le fausset, au dessous de ceux qu'on cherche à faire sortir. Dans les expériences que je cite pour exemples, la tension eut lieu en des sens un peu différens, tantôt suivant la direction même de la longueur des cordes vocales, tantôt dans une direction qui s'écartait un peu en avant ou en arrière de celle-là, afin d'apprendre à connaître l'étendue des anomalies qui ont lieu dans des expériences de ce genre. On conçoit que le son fondamental des cordes vocales doit varier un peu suivant la direction différente dans laquelle agit le cordon tendu par des poids. Un autre inconvénient tient à l'impossibilité où l'on est d'obtenir toujours un souffle d'égal force. Or les sons devien-

ment plus aigus quand le souffle est plus fort. Ce qu'il y a de mieux, c'est de prendre pour point de comparaison les sons que fait sortir le souffle le plus faible, ou les sons fondamentaux des cordes vocales.

1^e Expérience. Son fondamental des cordes vocales, avec tension produite par un poids de 4 loth, *ut*₃.

Tension	4 loth	16 loth	64 loth.
Sons	<i>ut</i> ₃	<i>la</i> ₃	<i>sol</i> ₄

2^e Expérience. Tension 4 loth 16 loth 64 loth.
Sons *ut*₄ *si*₃ *la*₄ - *la*₄

3^e Expérience. Tension 4 loth 16 loth 64 loth.
Sons *sol*₃ *ut*₄ *ut*₅

4^e Expérience. Tension 4 loth 16 loth 64 loth.
Sons *la*₃ *ré*₄ *ut*₅

5^e Expérience. Tension 4 loth 16 loth 64 loth.
Sons *la*₄ *fa*₃ *sol*₄

6^e Expérience. Tension 4 loth 16 loth 64 loth.
Sons *la*₄ *sol*₄ *sol*₄

7^e Expérience. Tension 4 loth 16 loth 64 loth.
Sons *ré*₃ *ut*₄ *la*₄

8^e Expérience. Tension 4 loth 16 loth 64 loth.
Sons *ré*₄ *si*₃ *la*₄

9^e Expérience. Tension 4 loth 16 loth 64 loth.
Sons *sol*₃ *sol*₃ *sol*₄

Les deux dernières octaves sont sans netteté.

Les sons ont été chaque fois déterminés par une autre personne sur un piano bien accordé.

XV. Les cordes vocales isolées du larynx et tendues ne se comportent qu'approximativement comme les cordes, avec lesquelles s'accordent les languettes membraneuses vibrant sans cadre par l'effet d'un courant d'air.

Quand on suit la méthode que j'ai indiquée plus haut pour faire produire des vibrations et des sons à des rubans de caoutchouc tendus librement sans châssis, au moyen d'un courant

d'air sortant d'un tube délié, il n'est pas difficile non plus d'en obtenir avec une corde vocale tout-à-fait isolée et tendue, en soufflant dessus. J'enlève une corde vocale, de manière à y laisser uni en devant un lambeau de l'angle du cartilage thyroïde, et en arrière un lambeau du cartilage aryénoïde. L'une des extrémités est alors fixée sur une planche; à l'autre j'attache un fil, qui passe sur une poulie, et qu'on peut faire descendre, à l'aide de poids, dans un plateau de balance. Si alors je souffle vers le bord de la corde vocale, avec un tube délié, j'en obtiens le son fondamental, faible et sans éclat. Dans ce cas aussi, les sons restent au dessous des nombres exigés par la théorie. Une corde vocale tendue avec un poids de 16 loth donna *la*₄; en réduisant le poids à 4 loth, le son tomba à *ré*; en remplaçant le poids de 16 loth, la corde redonna *la*₄.

VVI. En changeant la tension, sans modifier la direction, les sons du larynx peuvent changer dans l'étendue d'à peu près deux octaves; mais si la tension devient plus considérable, il se produit des sons désagréables, plus élevés, sifflans ou criards.

Quand il ne s'agit pas, comme dans les cas précédens, de tendre les cordes vocales par des poids qui tirent suivant la direction des cordes elles-mêmes, le moyen le plus facile d'opérer la tension consiste à employer celui dont la nature se sert pour la faire varier, c'est-à-dire à abaisser le cartilage thyroïde vers le cartilage cricoïde, les cartilages aryénoïdes étant fixés. Le cartilage thyroïde agit alors comme un levier, dont le point d'appui est son articulation latérale avec le cartilage thyroïde. Les expériences suivantes ont été faites de cette manière. On commence par fixer les cartilages aryénoïdes sur une épingle, et à les lier ensemble, de sorte qu'il ne reste plus que la fente comprise entre les cordes vocales. Puis on les attache à une étroite planchette, sur laquelle la trachée-artère est fixée. La planchette est dressée perpendiculairement sur un pied. A l'angle antérieur du cartilage thyroïde, immédiatement au dessus de l'insertion des cordes

vocales, se trouve attaché le fil, avec un petit plateau de balance pendant verticalement. Si l'on ajoute des poids, le cartilage thyroïde s'abaisse vers le cricoïde, et l'espace rempli par le ligament crico-thyroïdien moyen devient plus étroit; les cordes vocales sont tendues dans la même proportion. On imite en cela l'effet des muscles crico-thyroïdiens. Chez l'homme vivant aussi, l'espace compris entre les cartilages thyroïde et cricoïde devient de plus en plus étroit, pendant le chant, depuis le son le plus grave jusqu'au plus aigu; chacun peut s'en convaincre sur soi-même, en appuyant le bout du doigt sur cet intervalle. Dans les expériences dont je vais parler, un poids d'un demi-loth environ suffisait, quand le son était grave, pour l'élever d'un semi-ton; lorsque la tension était plus considérable, il fallait un poids plus fort, et finalement même jusqu'à trois loth, pour produire un changement d'un semi-ton. On conçoit que le poids agit différemment à mesure que la situation du cartilage thyroïde change; d'ailleurs, lorsque les cordes vocales restent long-temps tendues, leur élasticité subit aussi de petits changemens. Je n'ai pris pour terme de comparaison que les sons appréciables produits par le plus faible souffle possible; en soufflant avec plus de force, le son s'élève. Il suit de là que la détermination du son fondamental des cordes vocales à un degré donné de tension ne saurait jamais être parfaitement rigoureuse. Cependant je crois être en droit d'admettre pour certain que les erreurs qui résultent de là ne peuvent pas s'élever jusqu'à un semi-ton, puisqu'on n'admettait jamais que les sons les plus graves. Somme totale, ces erreurs se compensent. Le défaut de pureté des sons rendus par les ligamens tendus avec des poids, était un peu sensible aussi à l'oreille d'un chanteur, qui les déterminait tous sur le piano. Les deux expériences furent faites l'une après l'autre sur le même larynx. L'élévation extraordinaire qui fut produite par la tension était d'autant plus remarquable, que le larynx appartenait à un sujet du sexe masculin.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.		SECONDE EXPÉRIENCE.	
POIDS.	SONS.	POIDS.	SONS.
	1/2 loth.		1/2 loth.
1	la ₂ [#]	1	si ₂
1 1/2	si ₂	1 1/2	ut ₂
2	ut ₂	2	ut ₂ [#]
2 1/2	re ₂	2 1/2	re ₂
2 8/10	re ₂ [#]	3	mi ₂
3	mi ₂	3 1/2	fa ₂
3 1/2	fa ₂	4	fa ₂ [#]
4	fa ₂ [#]	4 1/2	sol ₂ ⁺
4 1/2	sol ₂	5	sol ₂ [#]
5	sol ₂ [#]	5 1/2	la ₂
5 1/2	la ₂	6	la ₂ [#]
6	la ₂ [#]	6 1/2	si ₂
6 1/2	si ₂	7 1/2	ut ₂ ⁺
7	si ₂ —ut ₂ ⁺	8 3/10	ut ₂ [#]
7 1/2	ut ₂ ⁺	9	re ₂ ⁺
8	ut ₂ [#]	10	re ₂ [#]
8 1/2	re ₂ ⁺	11	mi ₂ ⁺
9 7/10	re ₂ [#]	12	fa ₂ ⁺
10 7/10	mi ₂ ⁺	13	fa ₂ [#]
11 7/10	fa ₂ ⁺	15	sol ₂ ⁺
13	fa ₂ [#]	17 1/2	sol ₂ [#]
15	sol ₂ ⁺	18 1/2	la ₂ ⁺
17	sol ₂ [#]	20	la ₂ [#]
19	la ₂ ⁺	22	si ₂ ⁺
22	la ₂ [#]	26	ut ₂ ⁺
25	si ₂ ⁺	29	ut ₂ [#]
28	ut ₂ ⁺	32	re ₂ ⁺
31	ut ₂ [#]	37	re ₂ [#]
35	re ₂ ⁺		Plus de son.
37	re ₂ [#]		
	Plus de son.		

Après la première expérience, les cordes vocales n'avaient subi qu'un changement tel qu'au lieu de *la*_♯ elles donnaient *si* avec un poids d'un demi-loth.

Il suit de ces expériences qu'une force musculaire d'environ une livre peut produire les sons dans l'étendue de deux octaves.

XVII. Lorsque la partie postérieure de la glotte est fermée, et que les cartilages aryténoïdes sont fixés, de manière que les cordes vocales soient très-faiblement tendues par la seule élasticité du ligament crico-thyroïdien moyen, on peut produire des sons plus graves encore en détruisant la tension opérée par ce ligament, et relâchant tout-à-fait les cordes.

Dans ce cas, on détermine une détente plus considérable encore au moyen d'un fil chargé de poids, qui part de l'angle du cartilage thyroïde, en arrière, passe sur une poulie, et rapproche par conséquent ce cartilage des aryténoïdes, qui sont fixés. Ce mécanisme explique l'effet du muscle thyro-aryténoïdien. Le larynx est disposé verticalement, et on souffle par en bas, au moyen d'un tuyau recourbé. Pour ces sortes d'expériences il faut toujours être plusieurs; l'un souffle, un autre met les poids dans le plateau de la balance, et un troisième détermine les sons sur le piano. Dans l'exemple que je cite, le son d'où l'on partait était *ré*_♯, avec une détente produite par un contrepoids de 3/10 de loth. En augmentant les poids de détente, les sons baissèrent de la manière suivante :

Sons. — *la*_♯, *la*, *ut*_♯, *ut*, *si*, *la*_♯, *la*, *mi*, et *sol*_♯,
 Loth. — $\frac{3}{10}$, $\frac{4}{10}$, 1, $1\frac{1}{10}$, $1\frac{4}{10}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{10}$, $2\frac{2}{10}$,
 Sons. — *mi*, *ré*_♯, *ré*, *ut*_♯, *si*,
 Loth. — $2\frac{4}{10}$, $2\frac{6}{10}$, $2\frac{8}{10}$, $3\frac{1}{10}$, $3\frac{3}{10}$.

De cette manière, en détendant de plus en plus les cordes vocales par une action imitant celle du muscle thyro-aryté-

noïdien, on atteignait les tons les plus bas de la voix de poitrine.

XVIII. On peut, sur le larynx détaché du corps, produire deux registres tout-à-fait différens de sons, au moyen d'une très-faible tension des cordes vocales; savoir, des sons en général plus graves, qui ont la plus parfaite analogie avec ceux de la voix de poitrine, et d'autres, en général plus aigus, et les plus aigus de tous, qui ressemblent complètement à ceux de la voix de fausset. Ces sons différens peuvent être produits par une même tension donnée. La tension restant la même, c'est quelquefois le son de la voix de poitrine qui sort, et parfois aussi celui de la voix de fausset. Lorsque les cordes vocales ont un certain degré de tension, les sons ont toujours le caractère du fausset, qu'on souffle doucement ou fort. Quand la détente est un peu considérable, ils ont celui de la voix de poitrine, quel que soit le degré de force du souffle. La tension étant très-faible, c'est de la manière dont on souffle qu'il dépend que l'une ou l'autre espèce de son sorte. Les sons de fausset se produisent plus facilement quand on souffle très-faiblement. Les deux espèces de sons peuvent être assez distantes l'une de l'autre, même d'une octave entière.

Il convient, pour ces expériences, de prendre des larynx appartenant à des individus du sexe masculin. On doit toujours avoir soin de fermer la partie postérieure de la glotte, et de fixer les cartilages aryténoïdes, ainsi que le larynx entier, au moyen des dispositions que j'ai indiquées plus haut. Quand les cartilages aryténoïdes sont fixés perpendiculairement, la seule tension des cordes vocales par le ligament crico-thyroïdien moyen suffit pour donner lieu aux phénomènes dont il s'agit ici; si l'on tend davantage par des moyens artificiels, il ne sort plus aucun son de la voix de poitrine. Liscovius a le premier découvert que les cordes vocales sont relâchées dans la voix de poitrine, et tendues dans celle de tête ou de fausset. Cependant il est possible, à un certain

degré de détente, d'obtenir, en variant le souffle, des sons de poitrine aussi bien que des sons de fausset, et, pour ce qui concerne les premiers, leur élévation ne dépend pas de l'étroitesse de la glotte, mais du plus ou moins de détente des ligamens, comme je m'en suis convaincu par de nombreuses expériences, et comme je l'ai prouvé par l'exemple cité au paragraphe XVII. La cause des sons de poitrine et de fausset tient donc à une autre circonstance encore que celle qui a été découverte par Liscovius.

XIX. *Lorsque les cordes vocales ont un si faible degré ou de tension ou de détente qu'on parvient, en variant le souffle, à leur faire produire des sons de poitrine et des sons de fausset, on peut se convaincre que ces derniers ne sont pas des sons flûtés, comme ceux auxquels donnent lieu les vibrations des parties aliquotes de la longueur d'une corde. Dans les deux cas, pendant les sons aigus du fausset et les sons graves de la voix de poitrine, les cordes vocales peuvent vibrer de toute leur longueur; on le constate par le témoignage de ses yeux. La différence essentielle des deux registres consiste en ce que les bords des cordes vocales vibrent seuls dans les sons de fausset, tandis, que, dans ceux de poitrine, les cordes entières exécutent des vibrations vives et à grandes excursions.*

Lehfeldt a le premier observé ce fait. G. Weber est surtout celui qui a insisté sur la comparaison des sons de fausset avec les sons flûtés des cordes, et qui les a considérés comme devant naître à ce que les cordes vocales vibrent avec des nœuds de vibration. On vient de voir que cette explication ne saurait être admise. Cependant la production des sons de fausset n'est pas sans analogie avec celle des sons flûtés. Ils dépendent de la division des cordes vocales dans le sens de leur longueur, ou des vibrations d'une partie seulement de la largeur de ces cordes, de la partie qui en forme le bord. Naturellement, un ligament qui a une certaine largeur doit être susceptible de plusieurs modes très-différens

de vibrations lorsqu'on souffle dessus. Tantôt c'est le bord seul qui vibre, et alors le reste de la membrane n'est que distendu par le courant d'air; tantôt la membrane entière entre en vibration. Dans les sons de fausset, où le bord mince des cordes vocales vibre, on parvient presque toujours à distinguer très-bien encore la fente de la glotte, à cause du peu d'étendue des excursions; dans les sons de poitrine, les excursions sont si grandes que les deux cordes semblent se confondre ensemble. Mais ce ne sont pas seulement les cordes qui vibrent dans leur entier; la membrane avoisinante des ligamens inférieurs de la glotte, qui y tient, et que couvre la partie inférieure, la plus forte, du muscle thyro-aryténoïdien, exécute aussi, de même que ce muscle, des vibrations violentes. Les sons de poitrine deviennent d'autant plus graves qu'on rapproche davantage le cartilage thyroïde des cartilages aryténoïdes fixés perpendiculairement, comme dans l'expérience citée au paragraphe XVII, où le son le plus grave atteignit le *si*. Lorsqu'on détendait davantage, l'air cessait de parler. En éloignant successivement le cartilage thyroïde d'arrière en avant, sans que néanmoins les cordes vocales soient jusqu'à un certain point plus tendues, on obtient, sur un bon larynx d'homme, une série entière de sons de basse, du moins dans l'étendue d'une octave à partir du plus grave possible. On ne peut pas élever davantage la voix de poitrine de cette manière; car elle saute à la voix de fausset, la seule qui soit possible quand les cordes vocales ont un certain degré de tension. La possibilité que les cordes vocales continuent encore, dans un pareil état de détente, de donner des sons forts, se conçoit lorsqu'on réfléchit qu'en les allongeant, le courant d'air leur rend toujours un certain degré de tension, comme il arrive aussi aux rubans de caoutchouc. Les sons de poitrine élevés n'ont jamais été très-faciles à faire sortir sur un larynx détaché du corps. Le son sautant à la voix de fausset pour peu que la tension des cordes vo-

cales augmente, il faut éviter tout accroissement de tension lorsqu'on a envie de produire des sons de poitrine plus aigus. Mais il y a deux moyens à l'aide desquels on parvient, avec une longueur et une détente données des cordes vocales, à élever encore de beaucoup le plus haut son de poitrine qui puisse être obtenu de la manière précédente. Le premier consiste à souffler plus fort, ce qui permet d'élever successivement, sans nulle difficulté, jusqu'à une quinte; les sons de poitrine plus aigus qu'on obtient ainsi, sont désagréables, criards et bruyans. L'autre moyen consiste à rétrécir l'espace situé au dessous des ligamens inférieurs de la glotte. Cet espace et ses parois sont d'une grande importance pour la théorie des sons de poitrine. On n'y a eu nul égard jusqu'à présent. La circonstance que les parois de cet espace sont, immédiatement au dessous des ligamens inférieurs de la glotte, et dans une hauteur de quelques lignes, couvertes par une couche épaisse de chair musculaire, la partie inférieure du muscle thyro-aryténoïdien, suffit déjà pour prouver qu'il doit jouer un rôle important. On sait qu'il se rétrécit à mesure qu'il s'approche de la glotte, avec laquelle il finit par se confondre. Pour se convaincre de l'influence qu'il exerce sur le changement des sons de poitrine, on n'a qu'à prendre un larynx d'homme, enlever, par une section transversale, tout ce qui se trouve jusqu'au dessus des ligamens inférieurs de la glotte, fixer les cartilages aryténoïdes par le procédé que j'ai indiqué, et mettre à découvert la partie charnue du muscle thyro-aryténoïdien, sur les côtés des ligamens inférieurs de la glotte, et plus loin, vers le bas, jusqu'à la membrane interne du larynx, là où elle revêt le devant de la glotte rétréci en forme d'entonnoir. La membrane est encore élastique jusqu'à un certain point, et elle a supérieurement des connexions intimes avec le tissu des cordes vocales. Toute cette membrane de l'espace infundibuliforme antérieur de la glotte entre en vibration, dans les sons de

poitrine, avec toute l'épaisseur et toute la largeur des ligamens inférieurs. Si l'on rétrécit latéralement l'entonnoir, dans sa partie évasée qui regarde vers le bas, qu'en conséquence on agrandisse la glotte dans le sens de sa profondeur de haut en bas, les sons de poitrine augmentent d'intensité, toutes choses égales d'ailleurs. C'est aussi en opérant ce rétrécissement qu'on peut, mieux que par tout autre moyen, prévenir le passage de la voix de poitrine à celle de fausset. On l'opère, sans comprimer les ligamens de la glotte eux-mêmes, au moyen de deux plaques, par exemple des manches de deux scalpels, qu'on appuie ensemble des deux côtés, à quelques lignes au dessous des ligamens inférieurs. Un effet analogue doit être produit, chez l'homme vivant, par les parties inférieures des muscles thyro-aryténoïdiens, qui sont placés, comme des espèces de lèvres musculuses, sur les côtés de cet isthme. La théorie au moyen de laquelle on peut l'expliquer ressort des expériences sur les languettes membraneuses, expériences dans la relation desquelles j'ai fait voir qu'un bouchon enfoncé dans le porte-vent, immédiatement au devant de la languette, et muni d'une étroite ouverture à son centre, rend le son plus élevé qu'il ne serait avec la même longueur de porte-vent, mais sans bouchon.

Le muscle thyro-aryténoïdien a encore de l'importance sous un autre point de vue. Il ne se borne pas à revêtir l'isthme qui conduit à la glotte et à agir comme obturateur de ce point du porte-vent; il s'étend aussi sur la partie latérale des cordes vocales, avec les fibres externes desquelles les siennes sont intimement entrelacées; puis sur le côté du ventricule de Morgagni, de sorte qu'en se contractant, il peut peser sur les membranes qui vibrent simultanément avec les cordes vocales et sur celles-ci elles-mêmes, d'où résulte une élévation du son, comme je l'ai fait voir en parlant des languettes de caoutchouc. Enfin il peut encore changer la tension des cordes vocales, puisque ses fibres entrent dans la texture de leur

pourtour extérieur, comme l'a démontré naguères Lauth, dont j'ai trouvé les observations conformes à la vérité. Quand le muscle se contracte, une corde vocale même détendue, ainsi qu'elle doit l'être pour produire les sons graves de poitrine, devient un peu plus rigide. Cette action de sa part sur les cordes relâchées ressemble à celle que le sphincter de la bouche exerce sur la tension des lèvres chez l'homme qui sonne de la trompette. On voit que l'élasticité des lèvres de la glotte ne dépend pas seulement de la tension des cordes vocales, tant en avant qu'en arrière, mais qu'elle tient encore au degré de tension de leur pourtour musculé. Les lèvres de la glotte ne se bornent pas aux ligamens élastiques; elles sont de plus ligamenteuses et élastiques en dedans, musculéuses en dehors.

On peut aussi remplacer l'action du muscle thyro-aryténoïdien par la compression latérale du cartilage thyroïde, en supposant que celui-ci ne soit point ossifié, et l'on parvient ainsi à élever les sons de poitrine, autant qu'il est possible à la voix humaine de le faire aisément. Si les cordes vocales sont détendues, on évite entièrement par-là les sons de fausset.

Un larynx dont les cartilages aryténoïdes étaient fixés, et dont les cordes vocales étaient portées au plus haut point de détente par la traction d'avant en arrière du cartilage thyroïde, donnait le son de poitrine *ut₂*. Par une détente moindre et un souffle plus fort, on pouvait faire monter les sons de poitrine jusqu'à *ut₃*, c'est-à-dire de toute l'étendue d'une octave. Il n'y avait pas possibilité de dépasser ainsi cette limite. Mais si l'on venait à comprimer latéralement le larynx à la région des cordes vocales et au dessous de cette région, les autres sons de poitrine sortaient sans difficulté, et ils montaient d'autant plus que la compression croissait davantage. On parvenait de cette manière à les élever encore d'une octave, jusqu'à *ut₄*. Là se rencontrait une nouvelle limite in-

franchissable, et la compression du cartilage thyroïde était parvenue au plus haut degré. Il est digne de remarque encore que cette compression excluait totalement les sons de fausset. Il semble donc, si l'on veut considérer une compression ainsi exercée sur les cordes vocales en pesant sur les parties latérales du larynx, comme une imitation du muscle thyro-aryténoïdien, que c'est précisément ce muscle qui, en communiquant de la tension aux cordes vocales et rétrécissant par là l'isthme inférieur de la glotte, exclut la voix de fausset, dont les sons sont d'ailleurs possibles déjà à un degré assez marqué de gravité. Ainsi, sur le larynx précité, le premier son de fausset possible était *la₂* avant *ut₂*, et les autres sortaient à partir de là; cependant tous, depuis *ut₂* jusqu'à *ut₄*, étaient exclus par la compression graduelle du larynx, et les plus hauts sons de voix de poitrine étaient encore possibles jusqu'à *ut₄* en continuant toujours d'accroître cette compression. Voici donc quelle est la théorie des sons de poitrine.

1° Les ligamens vibrent dans toute leur longueur, ainsi que les membranes qui y tiennent et le muscle thyro-aryténoïdien.

2° Les sons de poitrine les plus graves s'obtiennent lorsque la détente des cordes vocales est portée au plus haut point possible, par le mouvement d'avant en arrière du cartilage thyroïde.

3° Lorsque la détente est portée si loin, les cordes vocales sont non seulement relâchées, mais encore, dans l'état de repos, ridées et plissées; mais le souffle les distend, ce qui leur donne la tension nécessaire pour vibrer.

4° En rendant la détente moindre, et permettant au cartilage thyroïde de se porter en avant, ou à la traction du ligament crico-thyroïdien médian de céder, les sons de poitrine montent de près d'une octave.

5° Dans la situation moyenne de repos du cartilage thyroïde et des cartilages aryténoïdes, quand les cordes vocales

ne sont ni tendues ni plissées, le larynx a de la disposition à produire des sons de poitrine moyens, ceux qui sortent le plus facilement, ceux entre lesquels et les plus graves prennent place les sons de la parole ordinaire.

6° La seconde octave sort déjà en collision avec les sons de fausset correspondans, mais on évite ceux-ci, et l'on fait monter les sons de poitrine jusqu'à leur dernière limite, soit en comprimant les cordes vocales sur les côtés et rétrécissant l'isthme inférieur de la glotte, au moyen du muscle thyro-aryténoïdien, soit, comme déjà auparavant, en soufflant avec plus de force.

7° Les sons de poitrine dépendent non seulement des cordes vocales, mais encore de la tension des lèvres de la glotte par le muscle thyro-aryténoïdien.

8° Dans les sons de fausset, il n'y a que la partie interne ou le bord des cordes vocales qui vibre; ces sons dépendent, quant à leur élévation, de la tension des cordes vocales.

XX. *L'épiglotte, les ligamens supérieurs de la glotte, les ventricules de Morgagni, la voûte du palais, en un mot toutes les parties situées au devant des ligamens inférieurs de la glotte, ne sont nécessaires ni à la production des sons de poitrine, ni à celle des sons de fausset.*

Cette proposition découle clairement des expériences précédentes.

XXI. *Les sons faciles à produire avec des larynx de femme, sont en général plus élevés.*

Cependant on parvient aussi à en faire sortir de graves en détendant tout-à-fait la glotte, et rapprochant les bords de cette ouverture jusqu'à ce qu'ils se touchent, même lorsqu'elle a peu d'étendue en longueur. Les cordes vocales des larynx de femme sont généralement beaucoup plus courtes que celles des larynx d'homme, et c'est à cela surtout qu'il faut attribuer le caractère plus aigu de la voix des femmes. Ainsi les registres des voix d'homme (basse-taille, ténor) et

des voix de femmes (alto, soprano) dériveraient principalement et primitivement de la longueur diverse des cordes vocales, quoique la différence de capacité du larynx et la force de ses parois y prennent aussi une grande part. Si les parois forment un corps de résonnance faible et petit, il peut arriver que des sons graves soient encore possibles, mais ils n'ont pas d'éclat. Il est vrai que les cordes vocales plus longues de l'homme peuvent suppléer jusqu'à un certain point, par la plus forte tension qui donne lieu aux sons de fausset, ce que les femmes avec des cordes vocales plus courtes produisent aisément à l'aide d'une moindre tension; mais cet effet a nécessairement pour limite celle de la force contractile des muscles. Or Schwann assure que le maximum de la contraction des muscles ne les raccourcit que d'environ un tiers (4).

Comme la tension des cordes vocales peut être opérée simultanément en avant et en arrière par des muscles différens, et que les pièces auxquelles s'insèrent ces cordes peuvent se mouvoir en quelque sorte à la manière de leviers, les moyens sont à la vérité un peu plus forts; cependant l'ascension des sons ne doit point tarder à rencontrer sa limite sur cette voie. La tension une fois parvenue au plus haut point, il n'y a plus que le contact accidentel des cordes vocales sur des parties aliquotes de leur longueur qui puisse produire un son plus élevé, mais aussi plus faible. J'ai cherché à mesurer la longueur des cordes vocales de l'homme et de la femme, et leur proportion dans les deux sexes. Comme on ne doit avoir égard,

(4) Le faible degré de raccourcissement dont les muscles sont susceptibles a rendu nécessaire que, chez l'homme, ces organes s'insérassent partout à peu de distance du point d'appui du levier. Il y aurait économie de force à ce qu'ils fussent insérés plus loin, mais l'étendue du mouvement diminuerait à cause du peu de raccourcissement des muscles, et le biceps, par exemple, ne pourrait plus appliquer l'avant-bras au bras, comme lui permet de le faire, malgré le peu d'étendue de son raccourcissement, son insertion au voisinage du point d'appui.