

1 LOOTH DE TENSION.	Pression de l'air.	2 pouces d'eau. 2 3 5 6 8 9 1/2 10 11 12 1/2 24
	Sons de poitrine.	fa <sup>h</sup> <sub>2</sub> sol <sup>2</sup> sol <sup>h</sup> <sub>2</sub> la <sup>2</sup> la <sup>h</sup> <sub>2</sub> si <sup>2</sup> ut <sup>2</sup> ut <sup>h</sup> <sub>2</sub> re <sup>2</sup> re <sup>h</sup> <sub>2</sub>
2 LOOTH DE TENSION.	Pression de l'air.	2 4 6 7 8 10 12 13 24
	Sons.	sol <sup>2</sup> sol <sup>h</sup> <sub>2</sub> la <sup>2</sup> la <sup>h</sup> <sub>2</sub> si <sup>2</sup> ut <sup>2</sup> ut <sup>h</sup> <sub>2</sub> re <sup>2</sup> re <sup>h</sup> <sub>2</sub>
3 LOOTH DE TENSION.	Pression de l'air.	2 5 8 8 1/2 9 1/2 13
	Sons.	sol <sup>h</sup> <sub>2</sub> la <sup>2</sup> la <sup>h</sup> <sub>2</sub> si <sup>2</sup> ut <sup>2</sup> ut <sup>h</sup> <sub>2</sub>
4 LOOTH DE TENSION.	Pression de l'air.	2 5 7 8 10 13
	Sons.	la <sup>2</sup> la <sup>h</sup> <sub>2</sub> si <sup>2</sup> ut <sup>2</sup> ut <sup>h</sup> <sub>2</sub> re <sup>2</sup>
6 LOOTH DE TENSION.	Pression de l'air.	7 8 9 10 12
	Sons.	la <sup>h</sup> <sub>2</sub> si <sup>2</sup> ut <sup>2</sup> ut <sup>h</sup> <sub>2</sub> re <sup>2</sup>
8 LOOTH DE TENSION.	Pression de l'air.	6 8 10 12
	Sons.	si <sup>2</sup> ut <sup>2</sup> ut <sup>h</sup> <sub>2</sub> re <sup>2</sup>

Dans tous ces cas, il ne fut pas possible de franchir l'intervalle de ré à ré<sup>h</sup> sans porter la pression de l'air à 24 pouces et plus. Dans plusieurs autres, le saut eut lieu de la même manière. L'expérience suivante mérite d'être rapportée encore, comme terme de comparaison. Ainsi que dans la précédente, la voix de poitrine avait été déterminée par une pression latérale exercée sur les cordes vocales.

1/2 LOOTH DE TENSION.	Press. de l'air.	3 5 6 8 11 14 Saut.
	Sons.	la <sup>2</sup> si <sup>2</sup> ut <sup>2</sup> ut <sup>h</sup> <sub>2</sub> re <sup>2</sup> re <sup>h</sup> <sub>2</sub> mi <sup>2</sup>
1 LOOTH DE TENSION.	Press. de l'air.	5 7 10 12 14 Saut.
	Sons.	si <sup>2</sup> ut <sup>2</sup> ut <sup>h</sup> <sub>2</sub> re <sup>2</sup> re <sup>h</sup> <sub>2</sub> mi <sup>2</sup>
2 LOOTH DE TENSION.	Press. de l'air.	6 8 11 14 Saut.
	Sons.	ut <sup>2</sup> ut <sup>h</sup> <sub>2</sub> re <sup>2</sup> re <sup>h</sup> <sub>2</sub> mi <sup>2</sup>
4 LOOTH DE TENSION.	Press. de l'air.	7 11 14 Saut.
	Sons.	re <sup>2</sup> re <sup>h</sup> <sub>2</sub> mi <sup>2</sup>
4 LOOTH DE TENSION.	Press. de l'air.	7 11 Saut.
	Sons.	re <sup>2</sup> re <sup>h</sup> <sub>2</sub> mi <sup>2</sup>

Je signale ce phénomène à l'attention pour éviter tout malentendu dans les expériences sur le larynx. Je ne puis l'expliquer autrement que par un saut d'un registre à un autre, du registre de la voix de poitrine à celui de la voix de fausset. Mais il prouve qu'en comparant les équivalens de la pression



de l'air et de la tension, on a un motif de plus pour exclure totalement les degrés élevés de tension et de pression.

Viennent maintenant les expériences sur la compensation de la détente des ligamens et de la pression de l'air pour obtenir le piano et le forte à une même élévation de son.

Si, en faisant ces expériences, on opère la tension des cordes vocales par une traction exercée de haut en bas sur le cartilage thyroïde et imitant l'action du muscle crico-thyroïdien, les poids nécessaires pour faire sortir un son donné n'expriment pas le degré de la tension des cordes vocales elles-mêmes, mais celui de la contraction du muscle crico-thyroïdien nécessaire pour produire ce son, et par conséquent lorsqu'on les compare à la pression de l'air, on n'obtient que le rapport entre celle-ci et l'action du muscle. Cette méthode de tendre les cordes vocales est celle qui leur procure la tension la plus uniforme, de manière qu'on devrait toujours faire ainsi les expériences : cependant il faut remarquer que le ligament crico-thyroïdien, qui possède l'élasticité au plus haut degré, agit de même que le muscle, que son action vient au secours de celui-ci quand il se contracte faiblement, mais que le ligament est mis hors de jeu quand le muscle se contracte avec énergie. Des poids, suspendus à un cordon, qu'on attache à l'angle du cartilage thyroïde, donnent donc exactement le quantum de contraction du muscle crico-thyroïdien qui est nécessaire pour des sons déterminés.

Pour mesurer la pression de l'air, je me suis servi tantôt d'un manomètre à mercure, tantôt d'un manomètre à eau, parce que les expériences ont été faites à des époques différentes. Je vais d'abord rapporter ces expériences une à une. La première colonne est destinée aux sons égaux quant à l'élévation, mais croissant en intensité : la seconde indique la quantité jusqu'à laquelle la pression de l'air doit être accrue ; la troisième énonce les poids de la tension, qui diminue à proportion que la pression de l'air augmente.

SON UNIFORME		PRESSION	TENSION
CROISSANT		CROISSANTE DE L'AIR.	DÉCROISSANTE
EN FORCE.		COLONNE	DES
		DE MERCURE DE	CORDES VOCALES.
Piano	<i>la</i> <sub>3</sub>	1/2 centimètre.	4 1/4 loth.
	<i>la</i> <sub>3</sub>	3/4	2 1/4
	<i>la</i> <sub>3</sub>	1	1 1/4
	<i>la</i> <sub>3</sub>	1 1/2	3/4
Forte	<i>la</i> <sub>3</sub>	2	1/4
Piano	<i>ut</i> <sub>4</sub>	3/4	6 1/4
	<i>ut</i> <sub>4</sub>	+1	3 1/4
Forte	<i>ut</i> <sub>4</sub>	-1 1/2	1 3/4
Piano	<i>sol</i> <sub>3</sub>	- 1/2	4 1/4
	<i>sol</i> <sub>3</sub>	+ 1/2	3 1/4
	<i>sol</i> <sub>3</sub>	- 3/4	2 1/4
	<i>sol</i> <sub>3</sub>	- 3/4	1 1/4
	<i>sol</i> <sub>3</sub>	1	3/4
Forte	<i>sol</i> <sub>3</sub>	1	1/4
Piano	<i>mi</i> <sub>3</sub>	1/4	3/4
Forte	<i>mi</i> <sub>3</sub>	1/2	1/4
Piano	<i>fa</i> <sub>3</sub>	1/3	2 1/4
	<i>fa</i> <sub>3</sub>	1/2	1 1/4
Forte	<i>fa</i> <sub>3</sub>	3/4	1/4
Piano	<i>sol</i> <sub>3</sub>	1/2	4 1/4
	<i>sol</i> <sub>3</sub>	3/4	3 1/4
	<i>sol</i> <sub>3</sub>	1	1 1/4
Forte	<i>sol</i> <sub>3</sub>	+1	1/4
Piano	<i>sol</i> <sub>3</sub>	- 1/2	4 1/4
	<i>sol</i> <sub>3</sub>	- 3/4	2 1/4
	<i>sol</i> <sub>3</sub>	3/4	1 1/4
Forte	<i>sol</i> <sub>3</sub>	1	1/4
Piano	<i>la</i> <sub>3</sub>	1/2	4 1/4
	<i>la</i> <sub>3</sub>	+ 1/2	2 1/4
	<i>la</i> <sub>3</sub>	1	1 1/4
	<i>la</i> <sub>3</sub>	1	3/4
Forte	<i>la</i> <sub>3</sub>	1 1/2	1/4



Dans les expériences suivantes, la force de la pression de l'air a été mesurée au moyen d'une colonne d'eau.

SON UNIFORME CROISSANT EN FORCE.	PRESSON CROISSANTE DE L'AIR. COLONNE D'EAU DE	TENSION DÉCROISSANTE DES CORDES VOCALES.
Piano <i>si</i> <sub>2</sub>	9 centim.	9/4 loth.
crescendo. Piano <i>si</i> <sub>2</sub>	11	5/4
	13	3/4
	15	2/4
	17	1/4
Forte <i>si</i> <sub>2</sub>		
Piano <i>la</i> <sub>2</sub> <sup>#</sup>	8	9/4
Piano <i>la</i> <sub>2</sub> <sup>#</sup>	10	5/4
	13	3/4
	14	1/4
Forte <i>la</i> <sub>2</sub> <sup>#</sup>		
Piano <i>mi</i> <sub>2</sub>	11	9/4
Piano <i>mi</i> <sub>2</sub>	13	5/4
	14	3/4
Forte <i>mi</i> <sub>2</sub>		
Piano <i>fa</i> <sub>2</sub>	10	5/4
Piano <i>fa</i> <sub>2</sub>	12 1/2	3/4
	14	2/4
Forte <i>fa</i> <sub>2</sub>		
Piano <i>la</i> <sub>2</sub> <sup>#</sup>	11	9/4
Piano <i>la</i> <sub>2</sub> <sup>#</sup>	12	5/4
	13	3/4
	15	2/4
Forte <i>la</i> <sub>2</sub> <sup>#</sup>		
Piano <i>la</i> <sub>2</sub>	8	9/4
Piano <i>la</i> <sub>2</sub>	11	5/4
	13	3/4
	14	2/4
Forte <i>la</i> <sub>2</sub>		
Piano <i>ré</i> <sub>2</sub>	12	17/4
Piano <i>ré</i> <sub>2</sub>	16	13/4
	18	9/4
	20	5/4
	22	3/4
Forte <i>ré</i> <sub>2</sub>		

SON UNIFORME CROISSANT EN FORCE.	PRESSON CROISSANTE DE L'AIR. COLONNE D'EAU DE	TENSION DÉCROISSANTE DES CORDES VOCALES.
Piano <i>la</i> <sub>2</sub>	9 centim.	9/4 loth.
crescendo. Piano <i>la</i> <sub>2</sub>	12	7/4
	13	5/4
	14	3/4
Forte <i>la</i> <sub>2</sub>		
Piano <i>si</i> <sub>2</sub>	8	9/4
Piano <i>si</i> <sub>2</sub>	10	7/4
	12	5/4
	14	3/4
	15	2/4
Forte <i>si</i> <sub>2</sub>		
Piano <i>mi</i> <sub>2</sub>	11	5/4
Piano <i>mi</i> <sub>2</sub>	12	3/4
	14	2/4
Forte <i>mi</i> <sub>2</sub>		
Piano <i>fa</i> <sub>2</sub>	10	5/4
Piano <i>fa</i> <sub>2</sub>	13	3/4
	14	2/4
Forte <i>fa</i> <sub>2</sub>		
Piano <i>la</i> <sub>2</sub>	8	9/4
Piano <i>la</i> <sub>2</sub>	10	5/4
	12	3/4
	14	1/4
Forte <i>la</i> <sub>2</sub>		

On voit donc que la traction de haut en bas du cartilage thyroïde doit diminuer dans une proportion plus grande que la pression de l'air n'augmente, pour qu'un son soit fortifié, en conservant la même hauteur.

Quand la pression de l'air augmentait du double au quadruple, la traction agissant de la même manière que le muscle crico-thyroïdien devait s'accroître de quatre à huit et seize fois pour que le son restât à la même élévation. Dans la se-



conde expérience il fallut que, la pression de l'air montant de 8 à 14 ou de 4 à 7, la traction diminuât de 3 à 1; dans la troisième, la pression de l'air s'élevant de 8 à 14 ou de 4 à 7, la traction dut baisser de 9 à 1. Il n'y a que le rapport de la tension des cordes vocales elles-mêmes à la pression de l'air qui puisse donner une comparaison exacte. Les cordes vocales doivent être tirées, dans la direction de leur longueur, par un cordon qui passe sur une poulie. Cependant, comme l'attache du cartilage thyroïde au cartilage cricoïde met obstacle à la tension dans ce sens, il faut enlever avec précaution, sans léser la membrane muqueuse du larynx, le cartilage thyroïde tout entier, à l'exception de la partie antérieure, à laquelle s'attachent les cordes vocales. Il faut aussi enlever avec circonspection le ligament qui existe entre lui et le cartilage cricoïde. Enfin on peut encore enlever les muscles placés sur le côté des cordes vocales. On obtient ainsi une pièce sur laquelle la tension des cordes vocales peut être mesurée sans erreur au moyen d'un cordon qu'on attache au reste du cartilage thyroïde, immédiatement devant l'insertion des cordes, qu'on dirige dans le sens même de ces dernières, qu'on fait passer sur une poulie, et qu'on charge de poids. Pour que la tension ait lieu uniformément dans toute la largeur des cordes vocales, il est indispensable de prendre un larynx dont le cartilage thyroïde soit ossifié, afin que l'angle de ce cartilage auquel on fixe le cordon, ne cède point.

D'après l'analogie des ligamens de la glotte avec les cordes, on devrait croire que les sons croitraient suivant la proportion des octaves, 1, 2, 4, 8, lorsque les forces tensives croitraient elles-mêmes en raison de leurs carrés, 1, 4, 16, 64. Cependant, lorsqu'on porte la tension de 1 à 4, les sons restent fort au dessous de l'octave, de manière qu'au lieu de celle-ci, on obtient, la plupart du temps, la quarte, la quinte, la sixte, ou des sons intermédiaires. La cause de cette différence ne m'est pas connue : peut-être faut-il l'attribuer à ce que c'est

la pression de l'air qui fait parler les cordes vocales, ou à l'humidité de ces dernières, ou à ce qu'elles sont composées de nombreux trousseaux parallèles, qui se tendent inégalement. En quadruplant la plus faible tension des ligamens de la glotte, les sons ne montent que jusqu'à leur quarte et plus : si la tension était un peu plus forte, en la quadruplant, ils montent à leur quinte ; si elle était plus considérable encore, en les quadruplant, ils montent à leur sixte et plus. Cette différence dans l'élévation, suivant le degré de tension d'où l'on part, doit, sans doute, être attribuée à ce que, plus la tension devient forte, plus il faut de pression d'air pour faire sortir le son le plus faible ou le son fondamental des cordes vocales.

Il m'a paru intéressant de comparer, dans un même larynx, l'effet de la traction perpendiculaire sur le cartilage thyroïde avec celui de la traction horizontale sur les ligamens de la glotte. En conséquence, j'expérimentai d'abord la première ; après quoi je préparai le larynx, par l'ablation de la plus grande partie du cartilage thyroïde, afin de pouvoir étudier la seconde.



SONS. FAUSSET.	TENSION PAR TRACTION	TENSION PAR TRACTION
	PERPENDICULAIRE.	HORIZONTALE.
<i>ut</i> <sub>3</sub>	0,25 loth poids du plateau.	0
<i>ré</i> <sub>3</sub>	0,45 loth, y compris le poids du plateau.	0,25 loth poids du plateau.
<i>ré</i> <sub>4</sub>		0,35 loth, y compris le poids du plateau.
<i>mi</i> <sub>3</sub>	0,75	0,45
<i>fa</i> <sub>3</sub>	0,95	0,55
<i>fa</i> <sub>4</sub>	1,35	0,75
<i>sol</i> <sub>3</sub>	1,75	0,95
<i>sol</i> <sub>4</sub>	2,25	1,25
<i>la</i> <sub>3</sub>	2,75	1,75
<i>la</i> <sub>4</sub>	3,15	1,95
<i>si</i> <sub>3</sub>	3,95	2,35
<i>ut</i> <sub>4</sub>	4,25	3,15
<i>ut</i> <sub>5</sub>	4,75	3,45
<i>ré</i> <sub>4</sub>	5,25	4,25
<i>ré</i> <sub>5</sub>	6,25	5,25
<i>mi</i> <sub>4</sub>	7,25	7,25
<i>fa</i> <sub>4</sub>	8,25	9,25
<i>fa</i> <sub>5</sub>	9,25	11,75
<i>sol</i> <sub>4</sub>	10,25	14,25
<i>sol</i> <sub>5</sub>	11,25	16,25
<i>la</i> <sub>4</sub>	12,25	18,25
<i>la</i> <sub>5</sub>	13,25	20,25
<i>si</i> <sub>4</sub>		22,25
<i>ut</i> <sub>5</sub>	14,25	24,25
<i>ut</i> <sub>6</sub>	15,25	25,25

D'après cela, dans la traction horizontale, pour monter du

son *ré*<sub>5</sub>, produit par le poids le plus faible, 1/4 de loth, à son octave *ré*<sub>6</sub>, il fallait que le poids s'accrût de 0,25 à 4,25, ou de 1 : 17.

La tension était pour <i>ré</i> <sub>3</sub> et <i>ré</i> <sub>4</sub>	:: 1 : 15
Pour <i>mi</i> <sub>3</sub> et <i>mi</i> <sub>4</sub>	:: 1 : 16
Pour <i>fa</i> <sub>3</sub> et <i>fa</i> <sub>4</sub>	:: 1 : 16
Pour <i>fa</i> <sub>3</sub> et <i>fa</i> <sub>4</sub>	:: 1 : 15
Pour <i>sol</i> <sub>3</sub> et <i>sol</i> <sub>4</sub>	:: 1 : 15
Pour <i>sol</i> <sub>3</sub> et <i>sol</i> <sub>4</sub>	:: 1 : 13
Pour <i>la</i> <sub>3</sub> et <i>la</i> <sub>4</sub>	:: 1 : 10
Pour <i>la</i> <sub>3</sub> et <i>la</i> <sub>4</sub>	:: 1 : 9
Pour <i>si</i> <sub>3</sub> et <i>si</i> <sub>4</sub>	:: 1 : 9
Pour <i>ut</i> <sub>4</sub> et <i>ut</i> <sub>5</sub>	:: 1 : 7
Pour <i>ut</i> <sub>4</sub> et <i>ut</i> <sub>5</sub>	:: 1 : 7

Le défaut de proportion entre l'ascension des sons et l'accroissement de la tension peut tenir à ce que, quand la tension devient plus forte, il faut une pression plus considérable de l'air pour faire sortir le son fondamental. Pour qu'on pût tirer des conclusions de cette expérience par rapport à la compensation, il faudrait que la pression inégale sous l'influence de laquelle se produit le premier son possible à une faible tension et à une tension plus forte, pût être réduite à une pression égale. Il est donc nécessaire d'avoir des expériences dans lesquelles chacun des sons produits par une tension croissante sorte sous une même pression moyenne de l'air. Telles sont les suivantes :



SONS. FAUSSET.	TENSION PAR TRACTION HORIZONTALE.	PRESSION DE L'AIR. COLONNE D'EAU.
1 <sup>re</sup> expér. <i>la</i> <sub>3</sub>	0,75 <sup>l</sup> , y compris 0,25 poids du plateau et du cordon.	8 pouces.
<i>la</i> <sub>#3</sub>	1,25	8
<i>si</i> <sub>3</sub>	2,25	8
<i>ut</i> <sub>4</sub>	3,25	8
<i>ut</i> <sub>#4</sub>	4,25	8
<i>ré</i> <sub>4</sub>	6,25	8
2 <sup>e</sup> expér. <i>fa</i> <sub>3</sub>	0,75	6
<i>fa</i> <sub>#3</sub>	1,25	6
<i>sol</i> <sub>3</sub>	1,75	6
<i>sol</i> <sub>#3</sub>	2,25	6
<i>la</i> <sub>3</sub>	2,75	6
<i>la</i> <sub>#3</sub>	3,25	6
<i>si</i> <sub>3</sub>	3,75	6
3 <sup>e</sup> expér. <i>ré</i> <sub>#3</sub>	0,75	4
<i>mi</i> <sub>3</sub>	1,25	4
<i>fa</i> <sub>3</sub>	1,75	4
<i>fa</i> <sub>#3</sub>	2,25	4
<i>sol</i> <sub>3</sub>	2,75	4
<i>sol</i> <sub>#3</sub>	3,25	4
<i>la</i> <sub>3</sub>	5,25	4

Dans la première expérience, lorsque la tension fut quadruplée, ce qui fait une octave avec les cordes, le son monta de moins d'une tierce; dans la seconde expérience, sous l'influence d'un accroissement égal, la tension le fit monter d'une quarte, après quoi il dépassa la quarte; dans la quatrième, il monta d'une quarte, puis après d'une quarte encore.

Les expériences suivantes ont été faites sur les sons de poi-

trine, timbre qu'on peut obtenir en appliquant aux parties latérales des cordes vocales les branches d'une paire de pinces fixées.

SONS DE POITRINE.	TENSION PAR TRACTION HORIZONTALE.	PRESSION DE L'AIR. COLONNE D'EAU.
	Lignes.	Pouces.
1 <sup>re</sup> expér. <i>la</i> <sub>2</sub>	1,25, y compris le poids du cordonnet et du plateau.	
<i>la</i> <sub>#2</sub>	1,45	8
+ <i>si</i> <sub>2</sub>	1,55	8
<i>ut</i> <sub>3</sub>	1,75	8
<i>ut</i> <sub>#3</sub>	2,15	8
<i>ré</i> <sub>3</sub>	2,75	8
<i>ré</i> <sub>#3</sub>	4,75	8
<i>mi</i> <sub>3</sub>	5,75	8
<i>fa</i> <sub>3</sub>	8,25	8
2 <sup>e</sup> expér. <i>ut</i> <sub>3</sub>	2,25	8
<i>ut</i> <sub>#2</sub>	3,25	8
<i>ré</i> <sub>3</sub>	4,25	8
<i>ré</i> <sub>#3</sub>	5,25	8
<i>mi</i> <sub>3</sub>	6,25	8
<i>fa</i> <sub>3</sub>	7,25	8
<i>fa</i> <sub>#3</sub>	8,25	8
<i>sol</i> <sub>3</sub>	12,25	8
<i>sol</i> <sub>#3</sub>	16,25	8
<i>la</i> <sub>3</sub>	20,25	8
<i>la</i> <sub>#3</sub>		8
<i>si</i> <sub>3</sub>		8
<i>ut</i> <sub>4</sub>	29,25	8
3 <sup>e</sup> expér. <i>si</i> <sub>3</sub>	1,25	8
<i>ut</i> <sub>3</sub>	2,25	8
<i>ut</i> <sub>#3</sub>		8
<i>ré</i> <sub>3</sub>	3,25	8



SONS DE POITRINE.	TENSION	PRESSION DE L'AIR.
	PAR TRACTION HORIZONTALE.	COLONNE D'EAU.
	Lignes.	Pouces.
<i>ré</i> <sub>♯</sub>	4,25	8
<i>mi</i> <sub>♭</sub>	5,25	8
<i>fa</i> <sub>♭</sub>	7,75	8
<i>fa</i> <sub>♯</sub>	11,25	8
<i>sol</i> <sub>♭</sub>	14,75	8
<i>sol</i> <sub>♯</sub>	19,25	8
<i>la</i> <sub>♭</sub>	21,25	8
<i>la</i> <sub>♯</sub>	25,55	8
<i>si</i> <sub>♭</sub>		8
<i>ut</i> <sub>4</sub>	31,25	8
4 <sup>e</sup> expér. <i>ut</i> <sub>♯</sub>	2,25	8
<i>ré</i> <sub>♭</sub>	3,25	8
<i>ré</i> <sub>♯</sub>	4,25	8
<i>mi</i> <sub>♭</sub>	5,25	8
<i>fa</i> <sub>♭</sub>	7,25	8
<i>fa</i> <sub>♯</sub>	9,25	8
<i>sol</i> <sub>♭</sub>		8
<i>sol</i> <sub>♯</sub>	16,25	8
<i>la</i> <sub>♭</sub>	18,25	8
<i>la</i> <sub>♯</sub>	20,25	8
<i>si</i> <sub>♭</sub>	24,25	8
<i>ut</i> <sub>4</sub>	28,25	8
<i>ut</i> <sub>♯</sub>	32,25	8

Dans la première expérience, la tension étant quadruplée, le son monta successivement de plus d'une quarte, et ensuite de moins d'une quarte; dans la seconde, il monta uniformément de plus d'une quarte; dans la troisième, il monta d'une

quarte, de plus et moins d'une quarte, enfin d'une quinte; dans la quatrième, il monta d'abord environ d'une quarte, puis de plus d'une quarte, d'une quinte, et enfin de plus d'une quinte. Dans la seconde expérience, les tensions pour *ut*<sub>3</sub> et *ut*<sub>4</sub>, étaient : 1 : 13, et la proportion serait à peu près la même dans la première, si l'on cherchait par interpolation l'octave qui y manque. La proportion des octaves est de 1 à 13,9 dans la troisième, de 1 à 14,3 dans la quatrième.

Dans la série actuelle d'expériences, le défaut de proportion dans l'ascension des sons par l'accroissement de la tension a été plus évité que précédemment; néanmoins elle n'a pas disparu tout-à-fait, car une tension plus forte avait, quant à l'ascension, un résultat proportionnellement un peu plus grand qu'une tension plus faible. Je crois qu'on est en droit d'attribuer ces différences à l'inégale tension que l'accroissement du souffle imprime aux fibres diverses des cordes vocales, dont l'étendue est considérable, tant en largeur qu'en hauteur. Quiconque connaît la structure de l'organe aperçoit qu'il y a impossibilité absolue de donner, du moins par une traction horizontale, une tension parfaitement égale à toutes ses fibres. Cependant, il ressort de ce qui précède que, terme moyen, lorsque la tension des cordes vocales devient quadruple, le son s'élève d'une quarte à une quinte, que l'élévation est d'une quarte et de moins d'une quinte par une tension faible, et de plus d'une quarte, d'une quinte et de plus d'une quinte par une tension plus forte, enfin qu'une élévation d'une octave, dans la partie moyenne de l'échelle, exige que la tension soit accrue treize à quatorze fois, ou un peu moins, ou plus.

Il va sans dire qu'on ne doit prendre ce résultat que pour une simple approximation. En multipliant et variant davantage les expériences, on en obtiendrait probablement d'autres, dont les uns resteraient au dessous des rapports numériques énoncés, et les autres les dépasseraient plus ou moins, de



manière qu'on se rapprocherait des termes de la série précédemment donnée, où le maximum était de 1 à 16 et le minimum de 1 à 7 pour les octaves. Cette même série nous apprend qu'il faudrait également s'attendre à des variations pour les quartes et les quintes, car la progression de 1 à 4 tomba d'abord au voisinage des quartes, et finalement bien au dessus des quintes, même au-delà des sixtes.

Nous pouvons maintenant comparer ensemble l'effet de la pression de l'air et celui de la tension directe. J'ai fait voir précédemment qu'il faut que la pression de l'air devienne cinq à huit fois plus forte, à égale tension des cordes vocales, pour élever un son à son octave, et qu'elle doit devenir à peu près double ou triple pour porter le son fondamental à la quarte et à la quinte.

La conclusion à tirer de là, c'est que, pour que la force de la voix monte jusqu'au forte, la hauteur des sons restant la même, la tension doit diminuer dans une bien plus grande proportion que la pression de l'air ne croît; que, quand celle-ci devient cinq à huit fois plus considérable, la tension doit devenir environ treize à quatorze fois moindre; enfin que, quand la pression de l'air monte au double et jusqu'au triple, ce qui produirait une quarte et jusqu'à une quinte, la tension, pour rabaisser le son à la hauteur du son fondamental, doit devenir quatre fois moins considérable, ou plus, ou moins.

Les expériences suivantes, faites directement sur la compensation, me paraissent s'accorder avec ce résultat, quand on prend la moyenne des variations, qui sont d'ailleurs assez fortes. Par les motifs que j'ai déduits précédemment, il faut éviter les tensions trop fortes et des cordes vocales et de l'air.

SONS SEMBLABLES QUI CROISSENT EN INTENSITÉ.		VOIX DE FAUSSET. TENSION DÉCROISSANTE.	PRESSION DE L'AIR CROISSANTE. COLONNE D'EAU DE
Piano	<i>ut</i> <sub>4</sub>	4 loth.	3 1/2 pouces.
	<i>ut</i> <sub>5</sub>	2	4
	<i>ut</i> <sub>6</sub>	1	6
Forte	<i>ut</i> <sub>4</sub>	1/2	8
	<i>ut</i> <sub>5</sub>		
Piano	<i>ut</i> <sub>4</sub>	4	3 1/2
	<i>ut</i> <sub>5</sub>	2	5
	<i>ut</i> <sub>6</sub>	1	5 1/2
Fo rte	<i>ut</i> <sub>4</sub>	1/2	7
Piano	<i>ut</i> <sub>4</sub>	4	2 1/2
	<i>ut</i> <sub>5</sub>	2	3
	<i>ut</i> <sub>6</sub>	1	4
Forte	<i>ut</i> <sub>4</sub>	1/2	5
	<i>ut</i> <sub>5</sub>		
Piano	<i>ut</i> <sub>4</sub>	4	3
	<i>ut</i> <sub>5</sub>	2	4
	<i>ut</i> <sub>6</sub>	1	5
Forte	<i>ut</i> <sub>4</sub>	1/2	6
	<i>ut</i> <sub>5</sub>		



SONS SEMBLABLES QUI CROISSENT EN INTENSITÉ.		VOIX DE POITRINE. TENSION DÉCROISSANTE.	PRESSION DE L'AIR CROISSANTE. COLONNE D'EAU DE
Piano	<i>si</i> <sub>2</sub>	4 loth.	6 pouces.
	<i>si</i> <sub>3</sub>	2	8
	<i>si</i> <sub>4</sub>	1	10
Forte	<i>si</i> <sub>2</sub>	1/2	12
Piano	<i>ut</i> <sub>3</sub>	4	6
	<i>ut</i> <sub>4</sub>	2	9
	Forte	<i>ut</i> <sub>3</sub>	1
Piano	<i>fa</i> <sub>♯2</sub>	2	2 1/2
	<i>fa</i> <sub>♯3</sub>	1	5
	<i>fa</i> <sub>♯4</sub>	1/2	7
Forte	<i>fa</i> <sub>♯2</sub>	1/4	8
Piano	<i>si</i> <sub>3</sub>	2	4 1/2
	<i>si</i> <sub>4</sub>	1	8
Forte	<i>si</i> <sub>3</sub>	1/2	10
Piano	<i>ut</i> <sub>4</sub>	4	5 1/2
	<i>ut</i> <sub>5</sub>	2	8 1/2
	<i>ut</i> <sub>6</sub>	1	10 1/2
Forte	<i>ut</i> <sub>4</sub>	1/2	+12
Piano	<i>la</i> <sub>♯3</sub>	4	4 1/2
	<i>la</i> <sub>♯4</sub>	2	7
Forte	<i>la</i> <sub>♯3</sub>	1	9
Piano	<i>ré</i> <sub>3</sub>	4	7
	<i>ré</i> <sub>4</sub>	2	11
	<i>ré</i> <sub>5</sub>	1	12
Forte	<i>ré</i> <sub>3</sub>	1/2	13
Piano	<i>ut</i> <sub>♯4</sub>	8	5
	<i>ut</i> <sub>♯5</sub>	4	8
	<i>ut</i> <sub>♯6</sub>	2	11
Forte	<i>ut</i> <sub>♯4</sub>	1	13

De tout cela il résulte, pour ce qui concerne, dans l'organe vocal humain, la compensation de la pression de l'air et de la tension des ligamens, que quand la première monte de 1 à 2, la seconde doit baisser de 1 à 4, ou même de 1 à 8. Si la diminution de la tension demeurait dans la proportion de 4 : 1, quand l'accroissement de la pression de l'air est dans celle de 1 : 2, on pourrait dire que la première est en raison inverse des carrés de la seconde. Mais les expériences ne justifient nullement ces conclusions; car il y eut plusieurs cas où la tension dut diminuer dans la proportion de 8 : 1, quand la pression de l'air croissait dans celle de 1 : 2, et d'autres où la diminution de la tension flottait entre 4 : 1 et 8 : 1, lorsque l'accroissement de la pression était de 1 : 2. Nous éviterons donc, pour marcher en toute assurance, de nous exprimer avec trop de précision, et nous nous en tiendrons à un résultat approximatif.

J'ai déjà prouvé que l'allongement et le raccourcissement du tube placé au devant et en arrière des ligamens de la glotte, dans le larynx humain, n'exerce pas d'influence sensible sur la hauteur du son, et mes nouvelles expériences sur les sons de poitrine les plus forts le confirment pleinement.

Pour produire la voix de poitrine, dans laquelle la largeur entière des cordes vocales et toutes les parties environnantes vibrent violemment, et pour exclure le fausset, dans lequel les cordes ne vibrent que par leur bord seulement, il faut nécessairement que les ligamens de la glotte éprouvent une compression latérale, que le muscle thyro-aryténoïdien exécute pendant la vie, mais qu'on opère, sur un larynx préparé, à l'aide des branches d'une paire de pinces. La question est de savoir si le degré de cette compression entre aussi en ligne de compte dans la compensation. Dans les expériences simples, une compression latérale légère suffit pour produire le registre de la voix de poitrine sur le larynx détaché du corps. On emploiera à cet effet les pinces représentées Pl. I,