

## EXPLICATION DES PLANCHES.

Les figures que je donne sont destinées à faciliter l'intelligence de mes expériences sur la voix. En ce qui concerne les détails anatomiques, je renvoie aux ouvrages d'anatomie, savoir, pour les Mammifères, aux travaux de Wolff et de Brandt, pour les Oiseaux, à l'excellent travail de Savart, pour les Reptiles, aux recherches de Mayer et de Henle, enfin pour plusieurs classes, à celles de Humboldt.

Les changemens que le larynx subit chez les Mammifères ne se rapportent pas tous à la production de la voix, qui, dans ces animaux, a lieu d'après les mêmes lois que chez l'homme; ils sont principalement destinés à des effets de résonance, et, sous ce point de vue, n'ont pas besoin d'explication spéciale.

*Fig. 1 et 1'* expliquent le chevalet antérieur et le chevalet postérieur des cordes vocales, chez l'homme.

*Fig. 1.*  $\alpha\beta\gamma\delta$ . Chevalet antérieur, cartilage thyroïde.

*a. b. c.* Chevalet postérieur, cartilage aryténoïde.

*b. d. e.* Cartilage cricoïde, sur lequel les chevalets se meuvent.

*c. o.* Corde vocale.

$\delta. o.$  Point d'appui du chevalet antérieur.

$\delta. o.$  Ligne tirée du point d'appui à l'insertion de la corde vocale, qui représente le bras du levier.

*o $\gamma$ .* Cordon imitant le muscle thyro-aryténoïdien.

*Fig. 1'.* Ici les deux chevalets sont représentés par de simples lignes, qui expriment les bras du levier.

Dans les deux figures, *m, n* sont des muscles, les tracteurs du chevalet antérieur et du chevalet postérieur, pour la ten-

sion des cordes vocales, le crico-thyroïdien et le crico-aryténoïdien postérieur. *x, fig. 1,* est le ligament crico-thyroïdien élastique, qui tend également en tirant sur le chevalet antérieur.

*Fig. 2.* Elle représente la préparation du larynx pour les expériences dans lesquelles la tension des cordes vocales doit avoir lieu en sens horizontal, ou plus exactement suivant la direction de leur longueur. Les deux cartilages aryténoïdes sont liés ensemble sur une forte épingle qui les traverse, et fixés sur la colonne *f*. Cette ligature a pour but de fermer la partie postérieure de la glotte.

*a.* Cartilage aryténoïde (la pointe est coupée).

*b.* Reste du cartilage thyroïde, dont la plus grande partie a été enlevée.

*c.* Cartilage cricoïde.

*d.* Corde vocale. Tout ce qui se trouvait au dessus d'elle a été enlevé.

*e.* Membrane interne du larynx; le ligament crico-thyroïdien, situé en cet endroit, et qui met obstacle à la tension des cordes vocales dans la direction de leur longueur, doit être enlevé.

*Fig. 2'.* La préparation précédente vue par le haut.

*aa.* Les bases des cartilages aryténoïdes liées ensemble et fixées sur une épingle.

*b.* Reste du cartilage thyroïde.

*c.* Cartilage cricoïde.

*dd.* Cordes vocales.

*ee.* Muscles thyro-aryténoïdiens.

*Fig. 3.* Préparation du larynx pour les expériences dans lesquelles on emploie le cartilage thyroïde comme chevalet. Les lettres ont la même signification. Les cartilages aryténoïdes sont liés, comme à l'ordinaire. Leur partie supérieure, celle du cartilage thyroïde et tout ce qui se trouve au dessus des cordes vocales, a été enlevé. De cette manière, les côtés

des cordes vocales sont devenus libres, et l'on peut appliquer les branches du compresseur.

*Fig. 3'.* La préparation précédente vue en dessus.

*aa.* Bases des cartilages aryténoïdes liées ensemble sur une épingle.

*b.* Cartilage thyroïde.

*c.* Cartilage cricoïde.

*d.* Cordes vocales.

*e.* Muscles thyro-aryténoïdiens.

Comme la paroi postérieure des cartilages aryténoïdes, dans leur position moyenne, n'est point sur le même plan que celle du cartilage cricoïde, il convient, en les fixant au poteau, de les diriger en arrière, afin que leur fixation ne détermine pas déjà une tension des ligamens de la glotte.

Pour produire les sons les plus graves de la voix humaine, et amener le relâchement des cordes vocales qu'ils exigent, il est bon non seulement que le cartilage cricoïde puisse se rapprocher des cartilages aryténoïdes, mais encore que ceux-ci puissent se porter en avant. Dans ce mouvement, leurs apophyses antérieures s'enfoncent davantage.

On conçoit que, pour les expériences sur la voix de poitrine, il faut prendre des larynx d'hommes. Du reste, la différence dans la forme des larynx d'hommes et de femmes dépend uniquement de la longueur des cordes vocales. Ces ligamens étant plus longs chez l'homme que chez la femme, d'un tiers environ, il fallait que le chevalet antérieur, ou le cartilage thyroïde, s'évasât davantage sous la forme d'un angle. Telle est la seule cause de la saillie anguleuse qu'il présente chez l'homme. D'ailleurs, j'ai également observé, chez l'homme adulte, une grande diversité dans la longueur des cordes vocales, et même dans la largeur de la trachée.

*Fig. 4.* Les petits muscles du larynx vus de haut en bas. Le cartilage thyroïde a été excisé; il n'en reste plus que la partie *b*. Les cartilages aryténoïdes sont coupés jusqu'à leurs bases.

*a.* Apophyse antérieure du cartilage aryténoïde.

*a'* Apophyse externe du même.

*c.* Cartilage cricoïde.

*d.* Cordes vocales.

*e.* Muscle thyro-aryténoïdien.

*f.* Muscle crico-aryténoïdien latéral. Il fait tourner le cartilage aryténoïde sur son axe, et rapproche l'une de l'autre les apophyses antérieures des deux cartilages, afin de clore, avec le secours du muscle aryténoïdien *g*, la partie postérieure de la glotte, qui ne sert point à la voix.

*Fig. 5.* Appareil pour la compression latérale des ligamens de la glotte, lorsqu'on veut produire la voix de poitrine.

*a.* Tige à laquelle la pince *f* est fixée; c'est la tige *a* de la *fig. 6*.

*b.* Traverse sur laquelle la pince peut se mouvoir d'arrière en avant et d'avant en arrière, au moyen de la pièce *c*, ce qui permet de lui donner la position convenable par rapport à la longueur des cordes vocales, comme en *b* de la *fig. 6*.

*d.* Vis servant à fixer la pièce *c*.

*e.* Vis servant à fixer la tige *a*, afin de pouvoir placer la pince juste à la hauteur des cordes vocales.

*f.* Pince, dont les branches ont cinq à six lignes de large.

*Fig. 6.* Appareil pour faire des expériences sur la voix avec le larynx humain.

*N.* Pilier servant à fixer le larynx et le compresseur *a b f*.

*u.* Tuyau pour souffler.

*v.* Manomètre qui communique avec *u*.

*M. O.* Piliers pour fixer les poulies *x'* et *y'*.

*x.* Cordon servant à tendre les cordes vocales, qu'il tire dans la direction de leur longueur; il passe sur la poulie *x'*.

*y.* Cordon servant à détendre les cordes vocales et à les réduire au minimum de tension que le ligament crico-thyroïdien leur procure par son élasticité; il passe sur la poulie *y'*.

*z.* Cordon pour tendre les cordes vocales, en exerçant une

traction de haut en bas sur le chevalet antérieur ou le cartilage thyroïde.

*Fig. 7.* Compresseur à l'aide duquel on peut mesurer la position des branches *g h*, qui s'ajustent dans une rainure de la face inférieure de la pièce *a b*.

*c. d.* Vis servant à rapprocher et éloigner les branches *g h*; les pas de vis marchent en sens inverse.

*e.* Saillie qui indique la position de la branche *g* par rapport à l'échelle *f*.

La tige à laquelle ce compresseur est fixé s'adapte à la pièce *c d e* de la *fig. 5*.

De cette manière, le compresseur peut être fixé à l'appareil de la *fig. 6* en *b*, comme la pince de la *fig. 5*, et on lui donne la position qu'on juge nécessaire.

*Fig. 8.* Compresseur pour les expériences sur le larynx inférieur des perroquets. La branche *g* est fixe; la branche *h* est mobile dans une charnière en *o*. La pièce *m o* peut avancer et reculer; on la fixe au moyen de la vis *n*. La tige s'adapte à la pièce *c d e* de la *fig. 5*, et peut, au moyen de *c* dans cette même figure, être fixée sur la pièce *b*; *x* est un cordon servant à mouvoir la branche *h*; il passe sur une poulie, et peut être chargé de poids.

*Fig. 9.* Compresseur à deux branches mobiles, pour les expériences sur la voix de poitrine avec le larynx humain. Les pièces *c d*, sur lesquelles les branches *e f* se meuvent à charnière, sont mobiles dans une fente de la pièce *a b*, et peuvent être fixées à l'aide de vis; *g h* sont des cordons qu'on peut charger de poids, et qui meuvent les branches l'une vers l'autre.

*Fig. 10.* Appareil pour les expériences sur la voix de poitrine, avec compression mesurable des cordes vocales au moyen du compresseur *fig. 9*.

*Fig. 11.* Compresseur pour les expériences sur la voix de poitrine avec des larynx auxquels tiennent encore l'arrière-

gorge, la bouche et le canal nasal. Les branches *a b* se placent sur les côtés des cordes vocales.

*Fig. 12.* Appareil complet pour ces expériences, avec le compresseur *fig. 11*.

*a.* Pharynx.

*b.* Hyoïde.

*c.* Cartilage cricoïde.

*d.* Reste du cartilage thyroïde, servant à fixer le cordon *e*, qui tend les cordes vocales.

*Fig. 13.* Larynx inférieur du *Psittacus ararauna*, vu de côté.

*a.* Os semi-circulaire, qui se meut en manière de valvule sur le tympan *c*.

*b.* Cartilage semi-circulaire inférieur.

*a' b'*. Membrane vocale, qui, en *x*, forme un angle en dedans.

*Fig. 14. a b.* Muscles qui tirent les bronches de bas en haut, rendent les angles en *x* plus aigus, et les rapprochent l'un de l'autre.

*c.* Muscles qui tirent de dedans en dehors les os semi-circulaires, rendent les angles en *x* plus obtus, et dilatent la glotte.

*d.* Muscle de la trachée-artère.

*Fig. 15.* Position des parties pendant l'action des muscles *c*.

*Fig. 16.* Position du larynx de perroquet dans le compresseur *a b*, pour les expériences au moyen de l'appareil *fig. 8*. On souffle par la trachée-artère.

*Fig. 17.* Tubes en verres, dont les bouts, coupés obliquement, sont en partie couverts de baudruche.

*Fig. 18.* Union de ces tubes avec un tube court et plus large, pour renforcer le son.

*Fig. 19.* Position de deux tubes par lesquels on souffle en même temps, et dont l'un est pourvu d'une membrane vocale en baudruche.

*Fig. 20.* Coupe horizontale du larynx de Pipa.

*a.* Tambour.

*b.* Cartilage vocal.

*c.* Ouverture des bronches.

*Fig. 21.* Imitation du larynx de Pipa. Le tube *b* peut être introduit dans le tube *a*, qui est fermé en *d*, de manière qu'il ne reste là qu'une petite fente. A l'extrémité antérieure du tube *b*, la languette métallique *c* est fixée sur une courroie transversale; l'extrémité de cette languette s'étend jusqu'au voisinage de la fente *d*.

*Fig. 22.* Cartilage aryténoïde *a* de la Grenouille mâle, avec la corde vocale *b*.

*Fig. 23 et 24.* Isthme supérieur ou larynx du Sapajou, qui se prolonge en un tube assez long.

*Fig. 23.* Coupe du larynx de l'*Ateles arachnoïdes*.

*a.* Cartilage thyroïde.

*b.* Cartilage cricoïde.

*c.* Cartilage aryténoïde.

*d.* Épiglote.

*e.* Cartilage de Wrisberg renflé en un coussin épais. Entre *d* et *c* se trouve le canal tubuleux du larynx.

*f.* Corde vocale inférieure ou proprement dite. Elle a un bord supérieur très-tranchant.

*g.* Corde vocale supérieure, située très-profondément et en dehors.

*Fig. 24.* Larynx de l'*Ateles arachnoïdes*, vu de côté; la moitié du cartilage thyroïde est enlevée.

*a.* Cartilage thyroïde.

*b.* Cartilage cricoïde.

*c.* Cartilage aryténoïde. *c'* l'extrémité supérieure, correspondante au cartilage de Santorini, s'unit avec celle du côté opposé, et forme la lèvre inférieure du tube.

*d.* Épiglote. *d'* prolongement qu'elle envoie au cartilage aryténoïde, ou de Santorini. L'épiglotte forme la lèvre supé-

rieure du tube; les prolongemens *d'* de l'épiglotte, avec les cartilages de Santorini, forment la lèvre inférieure.

*e.* Masse cartilagineuse molle de Wrisberg.

*f.* Région des cordes vocales.

Le larynx des Sapajous se distingue par cette particularité que la cavité laryngienne s'allonge, au dessus des ligamens inférieurs de la glotte, en un tube recourbé. Ce tube se dirige d'abord de bas en haut, puis d'avant en arrière. La paroi antérieure est formée par le cartilage thyroïde, la supérieure par l'épiglotte, la postérieure par la portion ascendante du tube, et l'inférieure de la portion transversale par les pelotes appliquées l'une contre l'autre des grands cartilages de Wrisberg. Comme ces pelotes se continuent avec le pourtour antérieur des cartilages aryténoïdes, lorsque ceux-ci se rapprochent pour clore la partie postérieure de la glotte, elles se serrent l'une contre l'autre, de manière qu'il ne reste plus à l'air d'autre passage que le long canal entre le cartilage thyroïde, l'épiglotte et les pelottes. Les lèvres du canal, qui s'ouvre en arrière dans le pharynx, sont en haut l'épiglotte, en bas les extrémités réunies des cartilages aryténoïdes. On parvient aisément à allonger ce tube en y ajoutant des tubes en verre de longueur diverse; j'ai fait des expériences en ce sens, mais je n'ai produit aucun changement appréciable dans la hauteur des sons. Le long canal du larynx paraît donc avoir plutôt pour but de donner de l'éclat à la voix. En posant le doigt sur son orifice, je faisais baisser chaque son d'un semiton. L'intonation a lieu au moyen des dispositions ordinaires.

Quand le larynx entier était coupé en long, et qu'on dirigeait le courant d'air d'un petit tube au devant d'une des cordes vocales, dans le sens de l'axe du larynx, on obtenait d'assez bons sons. Les cordes vocales ont leurs bords supérieurs tranchans, et parlent avec une grande facilité.

*Fig. 25.* Coupe longitudinale du larynx et de l'appareil à résonance du *Myctes ursinus*.

*a.* Cartilage thyroïde.

*b.* Cartilage cricoïde.

*c.* Cartilage aryténoïde. *c'*, son extrémité, unie avec celle du côté opposé, pour former la lèvre inférieure de l'orifice du larynx.

*d.* Épiglote. Elle forme le couvercle du canal tubuleux et recourbé du larynx, au dessus des cordes vocales. L'extrémité *d'* forme la lèvre supérieure de l'extrémité de ce canal.

*e.* La grande masse molle du cartilage de Wrisberg, unie avec le cartilage aryténoïde. Elle forme une pelote, qui, lorsque les cartilages aryténoïdes se rapprochent l'un de l'autre, pour clore la partie postérieure de la glotte, s'applique à la pelote du côté opposé.

*d e.* Canal entre l'épiglotte et les pelotes.

*f.* Ligament inférieur de la glotte.

*g.* Ligament supérieur de la glotte. Il n'est pas fixé au cartilage thyroïde, mais à la racine de l'épiglotte, et fait corps avec la pelote; il forme un ruban très-solide, élastique, descendant en ligne droite, entre le ventricule de Morgagni et la partie médiane de la cavité laryngienne.

Le sinus entre *f* et *g* mène entre le cartilage thyroïde et les parois de la cavité médiane du larynx, dans le sac membraneux *g*, qui est le prolongement du ventricule de Morgagni.

Au devant de la racine de l'épiglotte se trouve, entre deux ligamens qui attachent l'épiglotte au cartilage thyroïde, l'entrée *i* du sac impair *i'*, qui, en *k*, revêt la cavité de l'hyoïde *lll*.

*m.* Le sac laryngé observé par Brandt. Il a son entrée au côté de l'ouverture supérieure du larynx, et fait saillie entre l'épiglotte et le cartilage thyroïde.

*Fig. 26.* Coupe de haut en bas à travers le larynx et les ven-

tricules de Morgagni du *Myctes ursinus*, suivant la ligne *x y* de la figure 25. Segment postérieur. Les lettres ont la même signification que dans la figure précédente.

*e e.* Les pelotes appliquées l'une contre l'autre.

*d e.* Le canal du larynx entre l'épiglotte et les pelotes formant la paroi inférieure.

*Fig. 27.* Segment antérieur de la coupe précédente. Les lettres ont la même signification que dans la figure 25. Entre la racine de l'épiglotte *d* et le cartilage thyroïde *a* se trouve l'entrée du sac impair de l'hyoïde *i*.

*g.* Continuation des ligamens supérieurs de la glotte, ou des rubans élastiques qui les remplacent, avec l'épiglotte.

Les appareils de résonance, chez les Singes hurleurs, sont doubles; d'un côté, des membranes, des os et des cartilages; d'un autre côté, l'air renfermé dans ces parties. Les rubans élastiques partagent la cavité laryngienne en un tube médian et deux cavités latérales. Le canal médian sert au mouvement progressif de l'air, aussi bien qu'à la résonance; les sacs latéraux et le sac hyoïdien servent à la résonance de l'air. La résonance de ces masses d'air doit être rendue plus facile par les rubans élastiques qui bordent l'entrée des sacs. La résonance du son d'une anche posée sur un réservoir d'air reproduit exactement ce qui a lieu ici. On peut aussi se convaincre, par des expériences, que ces appareils servent à fortifier la voix. Je produisis des sons, à la manière ordinaire, avec un larynx entier de Singe hurleur, dont l'appareil de résonance était en parfaite intégrité, et je comparai la force que ces sons, toutes choses égales d'ailleurs, avaient lorsque je permettais à l'air de remplir les sacs, ou lorsque, comprimant le col de ceux-ci avec des pinces, je ne leur permettais pas de s'emplier. Dans le premier cas, ils étaient beaucoup plus forts et hurlans. Les cordes vocales de l'animal, dont le bord supérieur est très-tranchant, donnent aussi, à elles seules,

des sons très-vifs, dans le larynx coupé en travers, lorsqu'on fait passer un courant d'air au devant d'elles.

On peut faire des expériences sur le larynx des Singes, et en général de tous les animaux, en se servant de pièces conservées dans l'alcool, pourvu qu'on ait soin de les plonger auparavant dans l'eau pendant quelque temps. Je conserve ainsi, et je m'en sers dans l'occasion, des larynx d'hommes, que j'ai préparés, et que j'ai trouvé propres à servir dans les expériences sur la voix.

*Fig. 28.* Larynx ouvert de l'*Alligator lucius*.

*a.* Corde vocale.

*b.* Cartilage cricoïde.

*c.* Bandelette cartilagineuse arquée sur laquelle repose la corde vocale.

*d.* Hyoïde.

*e.* Membrane muqueuse au dessus de l'hyoïde.

*Fig. 29 à 39.* Elles expliquent les expériences sur les anches en caoutchouc et sur les larynx artificiels construits d'après le type de celui de l'homme.

*Fig. 29 à 31.* Anches à une seule lèvre de diverses espèces.

*Fig. 32.* Tuyau d'anche à deux lèvres horizontales, avec des tuyaux allongeant la colonne d'air en avant et en arrière des lèvres. C'est quand les languettes sont perpendiculaires au courant, comme dans le cas présent, que la colonne d'air en change le plus facilement le son.

*Fig. 33.* Anche bilabée en caoutchouc, dont les lèvres sont appliquées l'une à l'autre par leurs faces. Les pinces servent à maintenir les lèvres d'un côté. La fixation des lèvres de l'autre côté n'est pas absolument nécessaire.

*Fig. 34.* Anche bilabée, avec des pinces fixant les deux extrémités de la glotte.

Les appareils 33 et 34 sont destinés à être unis à des tuyaux, pour apprendre à connaître l'influence de l'air.

*Fig. 35.* Tuyau d'anche bilabé, dont les lèvres ont leurs faces tournées l'une vers l'autre, et dont les tubes servent à allonger et raccourcir la colonne d'air. J'ai remarqué que quand les lèvres ont les faces tournées l'une vers l'autre, comme dans le cas présent, la colonne d'air qui passe devant et derrière les languettes exerce souvent fort peu, et même parfois n'a pas du tout d'influence sur le changement du son de l'anche. Ces anches à lèvres adossées par leurs faces, et à isthme qui va en se rétrécissant peu à peu vers la glotte, sont celles qui ont le plus d'analogie avec l'organe vocal humain, dans lequel la colonne d'air qui passe devant et derrière les lèvres n'a non plus presque aucune influence sur la hauteur du son.

*Fig. 36.* Anches à lèvres analogues sur lesquelles les pinces peuvent être à volonté éloignées au moyen d'une vis, ou rapprochées à l'aide d'un ressort, pour accroître et diminuer la tension.

*Fig. 37 à 39.* Imitation du larynx humain.

*Fig. 37.* Pièces en laiton. *a* cartilage cricoïde. *b* chevalet antérieur, mobile en *b'* dans une articulation. *c*. chevalet postérieur, mobile en *c'*, dans une articulation. Le chevalet postérieur est une pince courbe, dont les branches se rapprochent au moyen d'une vis. *d* pince analogue, qui est fixée au pourtour antérieur du chevalet antérieur, sans être mobile dans une articulation.

La vis *e* peut presser le chevalet antérieur d'arrière en avant.

*Fig. 38.* Préparation de l'anche bilabée en caoutchouc, avec les faces tournées l'une vers l'autre, et liée sur un tube. On unit cet appareil à celui de la figure 37, et l'on enferme dans les pinces les extrémités antérieure et postérieure des lèvres.

De là résulte le larynx humain artificiel, figure 39, qu'on peut unir au manomètre.

On peut remplacer le caoutchouc par de grosses artères.

Dans tout ces appareils à deux lèvres en caoutchouc qui se regardent par leurs faces, la glotte peut être assez largement ouverte, sans que les sons cessent de sortir avec une grande force.

FIN.

## TABLE

### DU TOME SECOND.

SECTION III. De la voix et de la parole.	1
CHAP. I <sup>er</sup> . Des conditions générales de la production du son.	<i>Ib.</i>
I. Corps solides élastiques.	5
A. Corps élastiques par tension.	<i>Ib.</i>
1. Corps filiformes élastiques par tension; cordes.	<i>Ib.</i>
2. Corps membraniformes élastiques par tension.	7
B. Corps élastiques par eux-mêmes.	8
1. Verges droites ou courbes.	<i>Ib.</i>
2. Corps membraniformes rigides, droits et courbes; plaques, cloches.	<i>Ib.</i>
II. Fluides élastiques; air.	<i>Ib.</i>
III. Instrumens dans lesquels entrent à la fois en jeu les propriétés de corps élastiques solides, celles de corps élastiques solides et celles de corps élastiques fluides. Instrumens à anche.	15
A. Instrumens à anche faits d'un corps élastique rigide, métal ou bois.	16
I. Anches simples sans tuyau.	<i>Ib.</i>
a. Anches ayant de l'analogie avec les verges.	<i>Ib.</i>
b. Languettes accompagnées d'un tuyau qui modifie le son.	21
2. Languettes métalliques en forme de disques.	23