

emploi à cet effet sont variables, suivant l'espèce d'instrument. La longueur, la largeur, la forme du tube, les ouvertures pratiquées sur ces côtés ou à ses extrémités, la force, la manière avec laquelle on excite les vibrations, sont les causes qui font varier les sons de cette espèce d'instrument. La nature de la matière qui les forme n'a d'influence que sur le timbre du son. La théorie de ces instruments lorsque leurs parois sont rigides est entièrement semblable à celle des vibrations longitudinales des cordes (1). Connaissant les conditions physiques dans lesquelles se trouve un semblable instrument, on peut déterminer exactement par le calcul le son qu'il produira; il n'y a d'obscur dans leur théorie que certains points relatifs à leur embouchure, c'est-à-dire à la manière dont on y produit les vibrations. Il n'y pas de rapport évident, j'espère le démontrer, entre ce genre d'instrument et celui de la voix.

Instruments à  
anche.

Les instruments à anche sont ceux qu'il nous importe le plus de connaître, car l'organe de la voix est de ce genre, ou du moins s'en rapproche sous plusieurs rapports; malheureusement leur théorie est bien moins parfaite que celle des instruments à bouche. On doit distinguer dans ce genre d'instru-

(1) Biot, *Traité de Physique expérimentale et mathématique*, liv. II, chap. IX.

ments (clarinette, hautbois, basson, jeu d'orgue à voix humaine, etc.), l'*anche* et le *corps* ou tuyau: le mécanisme en est essentiellement différent.

Une anche est toujours formée d'une et quelquefois de deux lames minces, susceptibles de se mouvoir rapidement, et dont les vibrations alternatives sont destinées à intercepter et à permettre tour à tour le mouvement d'un courant d'air: c'est pourquoi les sons qu'elles produisent ne suivent pas les mêmes lois que les sons formés par les lames élastiques, libres par un bout, fixes par l'autre, qui excitent immédiatement des ondulations sonores dans l'air libre: dans les instruments à anche, l'*anche* seule produit et modifie les sons. Si la lame est longue, les mouvements sont étendus, lents, et par conséquent les sons graves; une lame courte, au contraire, produit nécessairement des sons aigus, parce que les alternatives de transmission et de pression du courant d'air sont plus rapides. L'*anche* la plus parfaite et celle qui rend les sons les plus agréables est celle qui a été inventée ou renouvelée des Chinois par M. Grenier, et qui est connue sous le nom d'*anche libre*.

Instruments à  
anche.

Quand on voudra tirer d'une anche une suite de sons, il faudra faire varier la longueur de la lame: c'est aussi ce que fait le joueur de basson, de clarinette, etc., lorsqu'il produit des sons différents avec ces instruments. C'est aussi ce que fait le facteur d'orgues par les mouvements de la *razette*.

Anche libre.



rynx sont l'épiglotte, et deux petits corps que l'on trouve au-dessus du sommet des cartilages aryténoïdes, et que Santorini a nommés *capitula cartilaginum arytenoidarum*.

Muscles  
du larynx.

Un grand nombre de muscles s'attachent médiatement ou immédiatement au larynx : on nomme ces muscles *extrinsèques* ; ils sont destinés à mouvoir l'organe en totalité, soit pour l'abaisser ou l'élever, soit pour le porter en avant, en arrière, etc. En outre, le larynx a des muscles dont l'usage est de faire mouvoir, les uns par rapport aux autres, ses diverses parties ; ces muscles ont été nommés *intrinsèques* : ce sont 1° les muscles *crico-thyroïdiens*, dont l'usage n'est point, comme on l'a cru jusqu'ici, d'abaisser le thyroïde sur le cricoïde, mais au contraire d'élever le cricoïde en le rapprochant du thyroïde, ou même en le faisant passer un peu sous son bord inférieur (1) ; 2° les muscles *crico-aryténoïdiens postérieurs*, et les *crico-aryténoïdiens latéraux*, dont l'usage est de porter en dehors les cartilages aryténoïdes, en les écartant l'un de l'autre ; 3° le muscle *aryténoïdien* qui rapproche et applique l'un contre l'autre les cartilages aryténoïdes ; 4° le *hyro-aryténoïdien* qui est de tous les muscles du larynx le plus important à connaître, puisque c'est lui dont les vibrations

(1) Voyez mon Mémoire sur l'Épiglotte, au 13.

produisent le son vocal. Ce muscle forme les lèvres de la glotte, et les parois inférieures, supérieures et latérales des ventricules du larynx ; 5° enfin, les muscles de l'épiglotte, qui sont, le *thyro-épiglottique*, l'*aryténo-épiglottique*, et quelques fibres que l'on peut envisager comme le vestige du muscle glosso-épiglottique qui existe dans beaucoup d'animaux : donc la contraction influe sur la position de l'épiglotte.

Le larynx est tapissé à l'intérieur par une membrane muqueuse. Cette membrane, en passant de l'épiglotte aux cartilages aryténoïdes et thyroïdes, forme deux replis, nommés les *ligaments latéraux de l'épiglotte* : elle concourt à former les *ligaments supérieurs et inférieurs de la glotte*. Derrière, et dans le tissu de l'épiglotte, on trouve un grand nombre de follicules muqueux et quelques glandes muqueuses ; il existe dans l'épaisseur des ligaments de l'épiglotte un amas de ces corps, qu'on a nommé assez improprement *glande aryténoïdienne*.

Entre l'épiglotte, en arrière, et l'os hyoïde et le cartilage thyroïde en avant, on voit un paquet considérable de tissu cellulaire graisseux très-élastique, et analogue à ceux qui existent aux environs de certaines articulations. On n'a point encore assigné les usages de ce corps : peut-être sert-il à favoriser les glissements fréquents du cartilage thyroïde sur la face postérieure de l'os hyoïde, et à tenir l'épiglotte écartée supérieurement de cet os,

Membranes  
et ligaments  
du larynx.



et en même temps à lui fournir un appui très-élastique, qui puisse favoriser les usages que remplit le fibro-cartilage dans la voix ou la déglutition.

Les vaisseaux du larynx n'offrent rien de remarquable. Il n'en est pas de même des nerfs de cet organe; leur distribution mérite d'être examinée avec soin. Ces nerfs sont au nombre de quatre : les laryngés supérieurs, et les récurrents ou laryngés inférieurs.

Nerfs  
du larynx.

Le nerf récurrent se distribue aux muscles crico-aryténoïdien postérieur, crico-aryténoïdien latéral, et thyro-aryténoïdien; on ne voit point de ramification de ce nerf qui aille au muscle aryténoïdien, ni au crico-thyroïdien. Le nerf laryngé supérieur, au contraire, est destiné au muscle aryténoïdien, auquel il donne un rameau considérable, et au muscle crico-thyroïdien, auquel il envoie un filet moins remarquable par son volume que par son trajet (1). Dans quelques cas, cependant, ce filet n'existe pas : mais alors la branche externe du nerf laryngé est plus considérable. Le reste des filets du nerf laryngé se distribue aux muscles de l'épiglotte et à la membrane muqueuse qui revêt l'entrée du larynx : aussi cette partie est-elle douée d'une excessive sensibilité.

On appelle *glotte* l'intervalle qui sépare les mus-

(1) Voyez mon *Mémoire sur l'Épiglotte*, an 13.

cles thyro-aryténoïdiens et les cartilages aryténoïdes. Sur le cadavre, la glotte se présente sous l'apparence d'une fente longitudinale, longue de huit à dix lignes, et large de deux à trois; elle est plus ouverte en arrière qu'en avant, où les deux côtés se rapprochent et finissent par se toucher à l'endroit de leur insertion au cartilage thyroïde.

Glotte sur le  
cadavre.

L'extrémité postérieure de la glotte est formée par le muscle aryténoïdien.

Si l'on rapproche les cartilages aryténoïdes de manière qu'ils se touchent par leur face interne, la glotte est diminuée d'environ un tiers de sa longueur; elle n'offre plus qu'une fente d'une demi-ligne à une ligne de large, et de cinq à six lignes de long, et à laquelle le nom de *glotte vocale* doit être réservé, car elle seule participe à la production de la voix. Les côtés de cette fente sont nommés les *lèvres de la glotte* ou *rubans vocaux*. Ils présentent un bord tranchant, dirigé en haut et en dedans; ils sont formés par le muscle thyro-aryténoïdien, et par le ligament du même nom, qui recouvre, comme une aponévrose, le muscle auquel il adhère avec force, et qui, recouvert lui-même par la membrane muqueuse, forme la partie la plus mince ou le *tranchant* de la lèvre. Ce sont ces lèvres de la glotte qui vibrent dans la production de la voix, et qui forment l'*anche vocale* dont la double lame contractile peut affecter du-

Glotte vocale.

Lèvres  
de la glotte.

Anche vocale



rant la vie une multitude de formes, d'épaisseurs, d'élasticités différentes.

Ventricules  
du larynx.

Au-dessus des ligaments inférieurs de la glotte sont les ventricules du larynx, dont la cavité est plus spacieuse qu'il ne semble au premier examen, et dont les parois inférieures externes et supérieures sont formées par le muscle thyro-aryténoïdien, contourné sur lui-même : l'extrémité ou paroi antérieure est formée par le cartilage thyroïde. Au moyen de ces ventricules, les lèvres de la glotte sont isolées par leur côté supérieur et externe.

Ligaments  
supérieurs  
de la glotte.

Au-dessus de l'ouverture des ventricules sont deux membranes qui ont beaucoup d'analogie pour la disposition avec les cordes vocales, et qui forment comme une seconde glotte au-dessus de la première : ce sont les *ligaments supérieurs de la glotte*. Ils sont formés par le bord supérieur du muscle thyro-aryténoïdien, un peu de tissu cellulaire graisseux, et par la membrane muqueuse du larynx qui les recouvre avant de pénétrer dans les ventricules.

Mouvements  
de la glotte.

Telles sont les observations qu'il est facile de faire sur le larynx des cadavres. Je ne crois pas qu'on ait jamais examiné la glotte d'un homme vivant ; du moins rien n'a été écrit, à ma connaissance, sur cet objet ; mais, examinée sur des animaux vivants, des chiens, par exemple, on voit qu'elle s'agrandit et se rétrécit alternativement : les cartilages aryténoïdes sont portés en dehors dans le moment où l'air pénètre dans les poumons, ils

se rapprochent et s'appliquent l'un à l'autre dans l'instant où l'air sort de cette cavité.

*Mécanisme de la production de la voix.*

Si vous prenez la trachée-artère et le larynx d'un animal ou d'un cadavre, et qu'avec un gros soufflet vous poussiez de l'air dans la trachée, en le dirigeant vers le larynx, aucun son n'est produit, mais seulement un léger bruit, résultat du frottement de l'air contre les parois de la trachée et du larynx, ainsi qu'il arriverait dans tout autre tuyau élastique. L'air passe alors par toute l'étendue de la glotte dont les lèvres sont écartées et légèrement mises en mouvement par le courant gazeux. Si, continuant de souffler, vous rapprochez les cartilages aryténoïdes de sorte qu'ils se touchent par leur face interne, il se produira tantôt un bruit ronflant désagréable, et tantôt, mais plus rarement, un son qui aura quelque analogie avec la voix de l'animal auquel a appartenu le larynx en expérience. Très-souvent il est impossible d'obtenir ce dernier son.

Théorie  
de la voix.

Le son, quand il est produit, sera plus ou moins aigu ou grave, selon que les cartilages seront pressés l'un contre l'autre avec plus ou moins de force ; il sera d'autant plus intense, que l'on soufflera dans la trachée avec plus de force. On verra facilement dans cette expérience, que ce sont les liga-

Expériences  
sur la voix.



ments inférieurs de la glotte qui, en s'écartant et en se rapprochant à la manière des anches libres, produisent le son.

expériences  
sur la voix.

Une ouverture faite à la trachée, au-dessous du larynx, prive l'homme et les animaux de la voix : celle-ci reparait si l'on bouche mécaniquement l'ouverture. Je connais un homme qui est dans ce cas depuis nombre d'années; il ne peut parler s'il ne porte une cravate serrée qui ferme une ouverture fistuleuse du larynx (1). Le résultat est le même lorsque le larynx est ouvert au-dessous des ligaments inférieurs de la glotte.

Au contraire, une blessure existe-t-elle au-dessus de la glotte, intéresse-t-elle l'épiglotte et ses muscles; les ligaments supérieurs de la glotte et même la partie supérieure des cartilages aryténoïdes sont-ils lésés, la voix persiste. Enfin, la glotte, mise à découvert sur un animal vivant, dans le moment où il crie, laisse aisément apercevoir que sa voix est formée par les oscillations vibratoires des cordes vocales (2).

M. Cagnard-Latour, l'un de nos plus ingénieux physiciens, a fait construire un petit appareil, vé-

(1) Je viens de voir une femme qui a une fistule aérienne large de deux lignes à la hauteur du cartilage cricoïde; quand elle expire, une partie de l'air sort par la fistule avec un faible bruissement, l'autre passe par le larynx et produit la voix.

(2) Nom donné par Ferrein aux lèvres de la glotte.

ritable larynx artificiel, où deux lames minces de gomme élastique, tendues à l'extrémité d'un tube évasé, se touchent par l'un de leurs bords; quand on souffle doucement dans le tube, il se produit un mouvement d'anche semblable à celui du larynx, et conséquemment un son qui a beaucoup d'analogie avec la voix. Mais, ce qu'il aurait été difficile de prévoir, pour que le son soit pur, et qu'il se forme aisément, les lames doivent être inégalement tendues; par exemple, les sons qu'elles rendent isolément sont-ils à la quinte l'un de l'autre, alors le son commun est à la tierce. Si les lames sont légèrement écartées le son ne se produit plus. Nous parlerons encore de cet ingénieux instrument.

Larynx  
artificiel.

En voilà assez, je pense, pour mettre hors de doute que la voix est produite dans la glotte par les mouvements de ses ligaments inférieurs.

Théorie  
de la voix.

Ce fait une fois bien établi, peut-on, par les principes de la physique, se rendre raison de la formation de la voix? Voici l'explication qui me paraît la plus probable (1). L'air, chassé du poumon,

(1) Tout instrument à anche présente quatre parties distinctes : 1<sup>o</sup> le réservoir d'air; 2<sup>o</sup> le tuyau porte-vent; 3<sup>o</sup> l'anche; 4<sup>o</sup> le tuyau porte-voix. Ces quatre parties se voient dans l'appareil vocal. Le poumon et les bronches sont le réservoir d'air; la trachée, le porte-vent, le larynx, l'anche; le pharynx, la bouche; et les cavités nasales, le porte-voix. La similitude est complète.



Ajoutons cependant, comme circonstance importante, que le ton plus ou moins élevé que produit l'instrument dépend en partie de l'élasticité, du poids, de l'épaisseur, et même de la forme de la languette ou âme, et de l'intensité du courant d'air; car tous ces éléments n'étant plus les mêmes, la longueur étant invariable, le ton change (1).

Tuyau  
porte-voix.

Une anche ne s'emploie jamais seule; elle s'adapte toujours à un tuyau, à travers lequel passe le vent poussé dans l'anche, et qui, pour cette raison, doit être ouvert par ses deux extrémités. Le tuyau long et rigide n'influe pas sur le ton du son, il n'a d'influence que sur l'intensité, le timbre, et sur la possibilité de faire parler l'anche. S'il est formé par des lames membraneuses qui varient d'épaisseur, d'élasticité, de tension, elles peuvent influencer fortement le ton, ainsi qu'il résulte de très-belles expériences de M. Savart; les tuyaux courts modifient surtout l'intensité. Ceux qui déterminent les sons les plus éclatants sont les tuyaux coniques, qui vont en s'évasant vers l'air extérieur. Si le cône est renversé, le son devient sourd; mais si deux cônes pareils, opposés base à base, sont ajustés à un tuyau conique, le son prend de la rondeur et de la force. Les physiiciens ne se rendent point raison de ces modifications (2).

(1) Biot, *loc. cit.*; Savart, *Journal de Physiologie*, t. 5.

(2) Biot, *loc. cit.*

Tuyau  
porte-voix.

Une colonne d'air qui vibre dans un tuyau ne peut produire qu'un certain nombre de sons déterminés; par une conséquence de ce fait, un tuyau d'anche, lorsqu'il est long, ne transmet aisément que les sons qu'il est apte à produire; aussi faut-il en général établir d'avance un accord entre l'anche et le corps de l'instrument: par conséquent, lorsqu'on veut tirer successivement différents sons d'un même tuyau d'anche, il faut non-seulement modifier la longueur de la lame, mais modifier encore d'une manière correspondante la longueur du tuyau, et c'est à quoi servent les trous percés sur les côtés des clarinettes, des bassons, etc.; en les bouchant ou les ouvrant, on met le tuyau en rapport convenable avec l'anche. Cet accord a d'ailleurs l'avantage de pouvoir amener plus facilement, avec les lèvres, l'anche à donner le son voulu. Cette influence du tuyau est très-marquée pour ceux qui sont étroits (clarinettes, hautbois); elle est telle même, que l'anche pourrait à peine parler si le tuyau n'était amené à son ton. Dans les très-gros tubes (orgues), les anches vibrent à peu près comme dans l'air contenu dans de semblables tuyaux lorsqu'ils transmettent le son produit par l'anche. On a vu qu'il en est tout autrement pour les instruments à bouche.

#### *Appareil de la voix.*

Puisque le passage de l'air à travers le larynx est



une condition absolument nécessaire à la formation de la voix, on devrait compter les organes qui le déterminent au nombre des organes vocaux. Il devrait en être de même pour plusieurs autres parties qui servent à la production ou aux modifications de la voix; mais, devant en parler ailleurs, nous n'insisterons ici que sur le larynx qui doit être considéré comme l'organe de la voix proprement dit.

Du larynx.

Placé à la partie antérieure du cou, formant la saillie qu'on y remarque, intermédiaire de la langue et de la trachée-artère, le larynx a un volume qui varie suivant l'âge et le sexe. Proportionnellement plus petit dans l'enfant et la femme, il est plus volumineux chez le jeune homme déjà pubère, et davantage chez l'adulte.

Non-seulement le larynx produit la voix, mais il est encore l'agent de ses principales modifications : c'est pourquoi une connaissance exacte de l'anatomie de cet organe est indispensable si l'on veut parvenir à comprendre le mécanisme de la voix. Faute d'avoir suivi cette méthode, on n'a jusqu'ici donné que des idées imparfaites ou fausses sur ce point intéressant. Ne pouvant entrer ici dans tous les détails de la structure du larynx, nous n'insisterons que sur ceux qui sont les plus nécessaires à connaître, et dont plusieurs sont encore peu connus.

Anatomie  
du larynx.

Quatre cartilages et trois fibro-cartilages entrent

dans la composition du larynx, et en forment en quelque sorte la charpente ou le squelette. Les cartilages sont, *le cricoïde*, *le thyroïde*, et les deux *aryténoïde*. Le thyroïde s'articule avec le cricoïde par l'extrémité de ses cornes inférieures. Dans l'état de vie, le thyroïde est fixe relativement au cricoïde, ce qui est contraire à ce que l'on croit généralement. Chaque cartilage aryténoïde est articulé avec le cricoïde au moyen d'une facette oblongue, et concave transversalement. Le cricoïde présente une facette dont la disposition est analogue à celle de l'aryténoïde, avec cette différence qu'elle est convexe dans le même sens que l'autre est concave. Autour de l'articulation, on trouve une capsule synoviale, serrée en avant et en arrière, lâche au contraire en dedans et en dehors. Devant l'articulation est le ligament thyro-aryténoïdien; derrière, est un fort faisceau ligamenteux que l'on pourrait nommer ligament *crico-aryténoïdien*, à cause de ses attaches.

Disposée comme je viens de le dire, l'articulation ne peut permettre que des mouvements latéraux de l'aryténoïde sur le cricoïde; tout mouvement en avant ou en arrière est impossible, ainsi qu'un certain mouvement de bascule dont on parle dans les livres d'anatomie, mouvement qu'aucun muscle n'est disposé de manière à pouvoir produire. Cette articulation doit être considérée comme un ginglyme latéral simple. Les fibro-cartilages du la-

Cartilages du  
larynx.