

ne peut plus se resserrer sans s'oblitérer complètement (dans la *voix ordinaire*; mais il paraît y avoir une disposition particulière pour ce qu'on appelle *voix de tête*). Il résulte de la disposition anatomique des parties, que les *cordes vocales* (anatomiques) se relâchent à mesure que la glotte se ferme. Si donc ces cordes étaient la partie vibrante, les sons devraient être plus graves à mesure que se produit ce rapprochement des lèvres de la glotte; il est vrai que l'étroitesse de l'ouverture augmente l'intensité du courant d'air et pourrait ainsi contribuer à l'acuité du son; mais les choses sont bien plus faciles à comprendre si c'est le muscle qui vibre: comme c'est lui qui en se contractant contribue à l'oblitération de la glotte et même qui achève cette fermeture, plus il se contracte, plus il est tendu, plus il est par conséquent apte à vibrer.

Ainsi les *cordes élastiques*, dites vocales, n'ont dans la phonation qu'un rôle accessoire, celui de servir d'intermédiaire contre la muqueuse et le muscle; elles n'empêchent pas plus celui-ci de vibrer, que les parties molles qui entourent l'orbiculaire des lèvres n'empêchent ce muscle de vibrer, quand on joue du cor par exemple.

Les vibrations du muscle thyro-arythénoïdien sont encore rendues plus faciles par la présence des ventricules du larynx, qui n'ont d'autre but à remplir que de donner plus de liberté à ce muscle (fig. 97).

Parties annexées à l'appareil de la phonation. Le son produit par la glotte est renforcé par les vibrations de la partie du canal aérien qui précède et suit le larynx. Aussi ces parties présentent-elles des mouvements spéciaux pendant la production des sons. Ainsi pendant l'émission des sons aigus, le larynx monte, et pour cela nous contractons les muscles sus-laryngés et renversons la tête; pendant les sons graves, le larynx descend et le menton s'abaisse. Ces mouvements sont bien connus, et, lorsqu'on examine un malade au laryngoscope, on lui fait parfois émettre des notes aiguës, parce qu'alors l'ascension du larynx vient le présenter plus facilement à l'exploration. — On a voulu rendre raison de ces phénomènes en les comparant à ceux que nous produi-

sons dans les instruments à vent. Dans le premier cas on allongerait le porte-vent (partie sous-glottique) et raccourcirait le porte-voix (partie sus-glottique), et vice versa dans le second cas. Mais cette explication est rendue nulle par ce seul fait que les mêmes phénomènes se constatent quand nous produisons le son en inspirant; alors, quoique la valeur physique des appareils soit renversée (porte-voix devenu porte-vent et vice versa), le larynx s'élève toujours pour les sons aigus et s'abaisse pour les sons graves.

Le fait de l'élévation du larynx s'explique beaucoup mieux en considérant que les parois de la trachée agissent comme appareil de résonance et que par suite il leur faut, pour renforcer tel ou tel son, un état de tension particulier; car la même paroi élastique ne vibre pas indifféremment avec tous les sons; il faut pour cela que sa tension soit modifiée. Plus le son est aigu, plus les parois consonnantes doivent être tendues: ainsi la contraction des muscles sus-laryngiens tend à la fois les parois du porte-voix et du porte-vent.

Il faut rattacher à ces appareils de consonnance tout l'ensemble de l'appareil nasal, fosses nasales, sinus frontaux, ethmoïdaux, maxillaires. Ces cavités ne sont pas disposées pour des sécrétions, mais, vu leurs parois formées de lamelles élastiques assez minces, elles sont très-aptées à entrer en vibration. Aussi l'altération de ces appareils modifie-t-elle considérablement le timbre de la voix. — Les cartilages du nez eux-mêmes font partie de ces appareils de résonance, et chacun sait qu'en empêchant leurs vibrations on altère d'une façon particulière le timbre de la voix.

La trachée, les bronches, le poumon, et la cage thoracique vibrent aussi pour renforcer les sons laryngiens. Aussi la voix se modifie-t-elle dans les affections trachéales, bronchiques et pulmonaires.

L'*articulation* du langage, qui est très-différente du simple cri ou son laryngien, résulte presque tout entière du jeu de ces parties consonnantes et principalement des modifications dans les ouvertures des lèvres et de l'arrière-gorge.

Voix et parole. Au niveau de la glotte ne peut se produire qu'un son *inarticulé*, le son *glottique*, qui ne présente à considérer que des différences d'*intensité*, de *hauteur*, et même de *timbre*; mais ce son glottique, par le *renforcement* de certains de ses éléments au niveau des cavités buccale et nasale, et par son mélange avec des *bruits* produits au niveau de ces mêmes cavités, acquiert des caractères particuliers qui en font la voix et la parole proprement dites. (Voy. *Organes des sens : audition*, pour l'explication des mots : *intensité*, *hauteur*, *timbre*, *bruits*, etc.)

L'*intensité* du son glottique dépend de la force avec laquelle le courant d'air de l'expiration vient frapper les lèvres de la glotte disposées pour émettre un son déterminé; cette intensité dépend donc essentiellement du développement et de l'élasticité du poumon, de l'ampleur de la cage thoracique, de la force des muscles expirateurs.

Les lèvres vocales produisent un son d'autant plus *élevé* qu'elles sont plus *tendues* et plus *courtes* (plus *contractées* en un mot); aussi la voix humaine forme-t-elle des gammes en allant des sons graves aux sons aigus; elle forme même deux séries de gammes, dont l'une plus basse est généralement désignée sous le nom de *registre de poitrine* (*voix de poitrine*), et l'autre plus aiguë, plus élevée, sous celui de *registre de tête* (*voix de tête*). Ces expressions n'ont aucune valeur au point de vue physiologique, car dans les deux cas la voix se forme toujours au niveau de la glotte; ce qui a motivé et ce qui justifie jusqu'à un certain point ces expressions, ce sont les sensations que l'on éprouve pendant l'émission de la voix dite de tête ou de poitrine, et les vibrations concomitantes plus accentuées dans les parois thoraciques dans un cas, dans les cavités sus-laryngiennes dans l'autre cas. D'après Mandl, la modification glottique essentielle qui produit l'émission des sons dans l'un ou l'autre registre, c'est que dans la voix de poitrine l'orifice glottique est ouvert et vibre dans toute son étendue, tandis que dans la voix de tête ou de fausset l'orifice glottique est ouvert et vibrant seulement dans sa portion interligamenteuse,

toute la portion intercartilagineuse étant fermée, en même temps que les cordes vocales supérieures s'abaissent, s'appliquent sur les inférieures, et en recouvrent une partie considérable, de manière à diminuer l'étendue de la partie vibrante (comme font les *rasettes* employées dans les tuyaux à anches) (1).

Dans ces conditions la voix humaine peut varier en général dans une étendue de deux octaves, et, selon que cette étendue de deux octaves est comprise dans des régions plus ou moins hautes de l'échelle des sons musicaux, on a classé les voix humaines en allant des plus basses aux plus élevées, en voix de Basse (du fa₂ au ré₃), de Baryton (du la₂ au fa₃), en voix de Ténor (de l'ut₂ au la₃), de Contralto (du mi₂ à l'ut₃), de Mezzo-soprano (du sol₂ au mi₃), de Soprano (du si₂ au sol₃); ces deux dernières voix sont des voix de femme. Ces différences individuelles sont dues principalement à des différences de longueur des lèvres de la glotte; la longueur de ces lèvres représentée par 25 chez l'homme, l'est par 20 chez la femme, par 15 chez les castrats qui possèdent une voix très-aiguë.

La voix de l'enfant est très-aiguë, et en effet les dimensions de la glotte sont chez lui moitié moindre que chez l'adulte. Lors de la puberté se produit la *mue* de la voix, et, à la suite du développement relativement subit du larynx, la voix s'abaisse d'une octave chez les garçons, de deux tons seulement chez les filles. Dans la vieillesse, par suite de l'ossification des cartilages, de l'atrophie des fibres musculaires (?), le diapason normal baisse encore, en même temps qu'il diminue d'intensité : les ténors deviennent barytons (L. Mandl).

Le *timbre* de la voix a une première source dans les lèvres de la glotte elle-même. On sait qu'Helmholtz a démontré que le *timbre* (voyez : *Organes des sens, Audition*) est dû à ce que les sons, qui nous paraissent simples, sont en réalité *composés* d'un son *fondamental* et de plusieurs

(1) Voy. aussi Ch. Bataille, *Nouvelles recherches sur la phonation*. Paris, 1861.

sons *accessoires* nommés *harmoniques* (Sauveur). La combinaison variable de ces harmoniques selon les divers instruments, en constitue le timbre particulier. Les lèvres vocales peuvent, comme les anches membraneuses, présenter, outre la vibration fondamentale d'un son, des vibrations partielles qui donnent naissance à des harmoniques divers de ce son : de là les *timbres divers du son glottique*. — Mais ce qui accentue surtout le timbre de la voix, c'est le mode selon lequel quelques-uns de ces sons harmoniques sont renforcés au niveau des cavités et lames vibrantes sus-glottiques (pharynx, bouche, fosses nasales, etc.) de manière à prédominer et à imprimer leurs caractères particuliers à la voix (voy. plus haut, p. 435) (1).

Cette étude des sons harmoniques, comme sources du timbre de la voix, a permis à Willis, Wheatstone, Donders, Du Bois Reymond, et surtout à Helmholtz (2), de pénétrer le mécanisme par lequel se produisent les *voyelles*. Les voyelles sont essentiellement des sons produits par le passage de l'air dans les cavités pharyngiennes et buccales, qui se disposent d'une manière particulière, et par suite résonnent différemment pour la production de chaque voyelle. Quand on prononce une voyelle à voix basse, la glotte n'y prend aucune part, et le son de la voyelle se produit uniquement par le passage de l'air dans les cavités sus-glottiques disposées en ce moment pour l'émission de la voyelle en question; lorsqu'on prononce cette voyelle à haute voix, les cavités sus-glottiques, disposées comme précédemment, ont pour effet de renforcer, dans le son glottique, les harmoniques qui correspondent précisément aux sons de la voyelle que l'on veut émettre. En d'autres termes, les cavités buccale et pharyngienne se comportent comme des *résonnateurs*, qui peuvent être diversement accordés (3).

Nous ne pouvons nous étendre davantage sur cette ana-

(1) Voyez Helmholtz, *Théorie physiologique de la musique*. Trad. franç. par Guérout, Paris, 1868.

(2) Laugel, *La voix, l'oreille et la musique*, d'après les travaux de Helmholtz. In *Revue des Deux-Mondes*. Mai 1867.

3) Mandl, *Hygiène de la voix parlée ou chantée*. Paris, 1876

lyse qui est du ressort de la physique pure, ajoutons seulement que l'on a pu parfaitement déterminer la forme que prennent ces cavités pour l'émission de telle ou telle voyelle, et que quand ces cavités sont ainsi disposées, si l'on fait passer le vent d'une soufflerie devant la bouche, on entend alors, même en retenant sa respiration, se produire des sons qui ressemblent parfaitement aux voyelles que l'on prononcerait à voix basse. D'une manière générale on peut dire que le « diamètre longitudinal de la *cavité pharyngo-buccale* est raccourci et son diamètre transversal agrandi successivement pour les voyelles *a, e, i*; pour les voyelles *o* et *u*, au contraire, le diamètre longitudinal s'allonge et le diamètre transversal diminue. Les mouvements des diverses parties de la cavité se conforment à cette disposition générale. Les lèvres exécutent un mouvement horizontal de plus en plus prononcé en arrière pour les trois premières voyelles, tandis que pour les deux dernières le mouvement en avant sera de plus en plus marqué. Pour l'*o* et l'*u*, il y a retrait de la langue, tandis que pour l'*e* et l'*i*, la langue est plus ou moins jetée en avant. Les mouvements des *joues*, du *voile du palais*, de la *lucette* et des *piliers* s'accordent à réaliser la disposition générale, etc., etc. » (Mandl, *ouvrage cité*.)

Les *consonnes*, qui sont, après les voyelles, le second élément de la voix articulée, ne sont pas des sons, comme les voyelles; ce sont des *bruits*, c'est-à-dire des vibrations irrégulières et trop confusément mélangées pour être perçues séparément (voyez *Audition*); ce sont des bruits qui ne peuvent se faire entendre distinctement par eux-mêmes, mais qui se différencient par la manière dont ils laissent commencer ou finir l'émission d'une voyelle. Les consonnes ne peuvent donc pas être prononcées sans l'association d'une voyelle : de là leur nom (*cum sonare*). Au moment de l'émission d'une voyelle, les cavités buccales et pharyngiennes se disposent de manière à présenter à l'air, qui va produire la voyelle, certains *obstacles* qu'il ébranle, d'où le bruit plus ou moins éclatant des consonnes.

Selon que cet obstacle siège au niveau des lèvres, de la langue ou du voile du palais et du pharynx, on a des consonnes *labiales*, *linguales* ou *gutturales*; et selon que l'obstacle est vaincu par une espèce d'explosion, par frottement vibratoire ou par un tremblement, on a des *labiales explosives* (*b, p*), *résonnantes* (*f, v, m*), *tremblotantes* (*r*), des *linguales explosives* (*t, d*), *résonnantes* (*s, n, l*), *tremblotantes* (*r* lingual); des *gutturales explosives* (*k, g*), *résonnantes* (*j* et *ch*, surtout chez les Allemands), *tremblotantes* (*r* guttural). La langue française ne possède pas de véritables consonnes gutturales, c'est-à-dire se produisant dans le pharynx, mais certaines langues, et surtout l'arabe, en possèdent de très-accentuées, par exemple pour le bruit que nous désignons par *h*, qui paraît alors se produire par un obstacle siègeant très-profondément, au niveau même de la glotte. C'est en cherchant à pénétrer le mécanisme de la production des *vraies gutturales* de la langue arabe que Czermak découvrit le *laryngoscope*, aujourd'hui si généralement employé pour l'exploration du larynx.

Les consonnes labiales, et surtout les labiales explosives (*b, p, m*), sont les plus faciles à prononcer, vu la simplicité des mouvements qu'elles exigent : ce sont les premières prononcées par l'enfant (papa, mama, etc.), celles que l'on arrive le plus facilement à faire répéter à certains animaux et que l'on trouve naturellement produite dans le *bèlement* (L. Mandl).

L'ensemble de ces phénomènes, par lesquels un *son* est émis par la glotte, *modifié* par les cavités pharyngienne et buccale de manière à représenter une *voyelle*, et *associé* à certains *bruits* qui se produisent dans ces mêmes cavités et forment les *consonnes*, cet ensemble constitue la *voix articulée*, et, par la combinaison intelligente des voyelles et des consonnes en *syllabes*, et des syllabes en *mots*, constitue la *parole*. Dans la *parole parlée*, les syllabes sont produites avec des variations peu marquées de hauteur; dans la *parole chantée* au contraire les syllabes, et surtout les voyelles, leur élément essentiel, sont produites successivement avec des variations de hauteurs considérables et harmonieusement réglées.

Innervation de l'appareil laryngien. L'appareil phonateur du larynx est placé sous la dépendance du nerf laryngé inférieur, qui semble venir du pneumogastrique, mais présente en réalité la suite de fibres que ce grand tronc nerveux emprunte à l'accessoire de Willis, ou spinal (branche interne du spinal). Aussi la section du spinal abolit-elle complètement la voix : on pourrait donc le nommer le *nerf vocal*. Chose remarquable, les autres rameaux du spinal (branche externe) se rendent à deux muscles superficiels et bien connus, le sterno-cleido-mastoïdien et le trapèze, muscles qui tous deux jouent un grand rôle dans l'expression par signes, dans ce qu'on pourrait appeler le langage du cou et des épaules (lever les épaules, faire de la tête un signe négatif, etc., etc.). Le nerf spinal semble donc être le nerf de la *mimique* et de la *phonation*.

Tout en servant à la mimique, la branche externe du spinal prend encore une part active mais indirecte à la phonation : c'est elle qui innerve les muscles sterno-mastoïdien et trapèze lorsque, pendant l'expiration sonore, ces muscles se contractent pour empêcher la cage thoracique de s'affaisser subitement, et pour ménager ainsi le soufflet à air. Ce fonctionnement est facile à constater chez les chanteurs, où il constitue ce que Mandl a appelé la *lutte vocale* : en effet dans ce moment le spinal lutte contre l'expiration, et Cl. Bernard, qui par de nombreuses vivisections a démontré ce même rôle du spinal chez les animaux pendant l'émission d'un cri prolongé, a montré par là qu'au point de vue physiologique le nerf spinal est, non pas l'*accessoire*, mais bien l'*antagoniste* du pneumogastrique, puisque au niveau de la glotte (branche interne), comme au niveau des parois thoraciques (br. externe), il produit des mouvements opposés à ceux de la respiration.

Il est démontré aujourd'hui que le *centre nerveux de la phonation* a son siège dans la moelle allongée : en effet ce centre ne se trouve pas dans le cerveau, car on a vu des anencéphales qui criaient sous l'influence d'excitations extérieures ou de douleurs internes. Quant au *centre du langage articulé*, ou plutôt quant au centre de la *mémoire des*

mots (1), il paraît résider dans le cerveau, dans la 3^e circonvolution frontale gauche (voy. p. 69 et la fig. 16, p. 68). Les deux centres sont en tout cas indépendants l'un de l'autre, car le cri peut être très-facile, et l'articulation très-difficile. Aussi faut-il distinguer l'*amnésie*, ou perte de la mémoire des mots, de l'*aphasie laryngienne* ou perte de la faculté de les prononcer. Dans l'*aphasie* le malade peut encore écrire ses pensées, dans l'*amnésie* il ne peut plus s'exprimer qu'en dessinant les objets qu'il désire.

Disons enfin que le fonctionnement de l'appareil phonateur, au point de vue du langage, est dans une relation étroite avec celui de l'audition; la parole ne pouvant venir qu'après l'audition, l'enfant n'apprend à parler que par la reproduction des sons qu'il entend journellement. Celui qui n'a pas entendu ne peut parler, bien plus, ainsi que l'a démontré Bonnafont, tout individu ayant entendu et parlé jusqu'à l'âge de trois ou quatre ans, même de cinq, et qui, accidentellement viendra à perdre complètement l'ouïe, perdra peu à peu l'usage de la parole à tel point que, quelques années après, il sera à peine susceptible d'articuler quelques sons. On peut donc dire que le sourd-muet de naissance n'est muet que parce qu'il est sourd (2).

RÉSUMÉ. — Le *larynx* est l'organe de la phonation, qui se produit au niveau des *cordes vocales inférieures* (véritables cordes vocales). Ce sont les bords de la *glotte* qui vibrent, et les muscles qui modifient l'ouverture de la glotte et en tendent les bords (cordes vocales) modifient ainsi l'*acuité* des sons. De tous ces muscles, le plus important à considérer est le *thyro-arythénoïdien*.

La glotte ne produit qu'un *son inarticulé*, doué d'une hauteur, d'un *timbre* et d'une *intensité* variables.

L'*articulation* des sons est due : 1^o au mode selon lequel quel-

(1) Voy. Aug. Voisin, art. AMNÉSIE, In *Nouveau Dict. de méd. et de chirur. prat.*, t. II, p. 53.

(2) Voy. J. P. Bonnafont, *Traité théorique et pratique des maladies de l'oreille*. 2^e édition. Paris, 1873, p. 609.

ques-uns des *harmoniques* du son glottique sont renforcés par les cavités pharyngienne, nasale, buccale (production des voyelles); 2^o aux *bruits* qui se produisent au moment ou à la fin de l'émission dans la cavité buccale (*consonnes* labiales, linguales, gutturales, etc.)

Le *nerf récurrent* (branche interne du spinal annexée au pneumo-gastrique) est le nerf de la phonation; il innerve les muscles du larynx.