

Théorie  
de la voix.

marche d'abord dans un canal assez large ; bientôt ce canal se rétrécit, et l'air est obligé de passer à travers une fente étroite, dont les deux côtés sont des lames vibrantes qui, de même que les lames des anches, permettent et interceptent tour à tour le passage de l'air, et qui, par ces alternatives, déterminent des ondulations sonores dans le courant d'air transmis.

Mais pourquoi, en soufflant dans la trachée-artère d'un cadavre, le larynx ne produit-il aucun son analogue à la voix humaine ? pourquoi la paralysie des muscles intrinsèques de cet organe est-elle suivie de la perte de la voix ? enfin, pourquoi faut-il un acte de la volonté pour que nous formions le son vocal ? La réponse est facile. Les ligaments de la glotte n'acquièrent la faculté de vibrer, à la manière des lames des anches, qu'autant que les muscles thyro-aryténoïdiens sont en contraction ; et par conséquent, dans toutes les circonstances où les muscles ne seront pas contractés, il n'y aura point de voix produite.

Expériences  
sur la voix.

Les expériences sur les animaux sont parfaitement d'accord avec ce résultat. Coupez les deux nerfs récurrents, qui, comme nous l'avons dit, se distribuent aux muscles thyro-aryténoïdiens, et la voix est perdue entièrement. N'en coupez qu'un, et la voix ne se perd qu'à moitié.

Cependant, j'ai vu plusieurs animaux dont les deux nerfs récurrents étaient coupés, pousser des

cris assez aigus dans des instants où ils éprouvaient une violente douleur. Ces cris avaient beaucoup d'analogie avec les sons qu'on aurait produits mécaniquement avec le larynx de l'animal mort, en soufflant dans la trachée, et en rapprochant les cartilages aryténoïdes : et c'est encore un phénomène qui s'entend aisément par la distribution des nerfs du larynx. Les récurrents étant coupés, les thyro-aryténoïdiens ne se contractent plus : de là résulte l'*aphonie* ; mais le muscle aryténoïdien, qui reçoit ses nerfs du laryngé supérieur, se contracte, et dans le moment d'une expiration rapide il applique fortement l'un contre l'autre les cartilages aryténoïdes, et la glotte se trouve assez étroite pour que l'air puisse faire entrer en vibration les muscles thyro-aryténoïdiens, bien qu'ils ne soient point contractés (1).

Un des plus savants physiciens de notre époque, mon estimable confrère, M. Savart, a combattu, dans un mémoire imprimé tome V de mon *Journal de Physiologie*, la comparaison que j'établis entre le larynx et les anches.

Sa principale objection est la suivante : « Il faudrait, dit-il, pour que l'analogie fût admissible,

(1) L'effet de cette contraction est tel qu'il fait périr asphyxiés les jeunes animaux auxquels les nerfs récurrents ont été coupés. (Voyez *Mouvements de la glotte dans la respiration*, t. II.)

confirmeront, s'il était nécessaire, cette réfutation d'une théorie d'ailleurs aussi ingénieuse que savante.

Après s'être ainsi formé dans la glotte, le son vocal s'engage dans le tuyau porte-voix, que représente le pharynx et la bouche, et quelquefois le pharynx et les cavités nasales. Dans ce trajet, la voix subit des modifications plus ou moins prononcées, selon la forme et la longueur du tuyau qu'elle traverse. Ces modifications ne s'éloignent pas de celles qui s'observent dans les instruments à anche ordinaire; si par exemple le son doit être intense et éclatant, la bouche s'ouvre largement et représente un porte-voix conique favorable, comme chacun sait, à la transmission des sons intenses.

Jusqu'ici l'analogie ou plutôt la similitude entre l'organe de la voix et les instruments à anche en général est évidente; mais il doit cependant être plus particulièrement rattaché à ceux que le souffle de l'artiste met en jeu. En effet, le vent qui met en vibration les lames de l'anche n'est point de l'air pur et froid comme dans les orgues, mais de l'air mêlé d'acide carbonique et de vapeur d'eau; en outre cet air a une température qui se rapproche de celle du poumon. Or il est connu en physique, que la nature du gaz sonore, sa densité, etc., influent sur la qualité des sons; il en est de même du mélange des gaz avec les vapeurs.

*Intensité ou volume de la voix.*

L'intensité de la voix dépend, comme celle de tous les autres sons, de l'étendue des vibrations (1). Or, plus l'air sortant de la poitrine sera chassé avec force, et plus les vibrations des cordes vocales auront d'étendue; plus les cordes elles-mêmes seront longues, c'est-à-dire plus le larynx sera volumineux, et plus aussi l'étendue des vibrations sera considérable. Une personne vigoureuse, dont la poitrine est large, dont le larynx a de grandes dimensions, présente les conditions les plus avantageuses pour l'intensité de la voix. Que cette même personne tombe malade, que ses forces s'affaiblissent, sa voix perd beaucoup de son intensité, par la seule raison qu'elle ne peut plus chasser l'air avec force de sa poitrine.

Les enfants, les femmes, les eunuques, dont le larynx est proportionnellement plus petit que celui de l'homme adulte, ont aussi naturellement la voix beaucoup moins intense que lui.

Dans la production ordinaire de la voix, elle résulte des mouvements simultanés des deux côtés de la glotte: si l'un de ces côtés perdait la faculté

Intensité  
de la voix.

---

(1) Probablement que l'intensité du son tient à d'autres causes qu'à l'étendue des vibrations; il doit en être de même pour l'intensité de la voix.

d'exciter des vibrations dans l'air, la voix perdrait nécessairement, à force d'expiration égale, la moitié de son intensité. On peut s'assurer de ce résultat en coupant un seul nerf récurrent sur un chien, ou en étudiant la voix chez une personne atteinte d'une hémiplegie complète.

*Timbre de la voix.*

Timbre  
de la voix.

Chaque individu a un timbre de voix particulier, qui le distingue; chaque âge, chaque sexe, ont aussi le leur. Le timbre de la voix présente donc des modifications infinies : de quelles circonstances physiques dépendent-elles ? on l'ignore. Pourtant le timbre féminin, qui se retrouve dans les enfants, dans les eunuques, coïncide assez généralement avec l'état cartilagineux des cartilages du larynx et le peu de volume de cet organe. La voix masculine paraît au contraire liée avec l'état osseux de ces mêmes cartilages, et surtout du thyroïde et des dimensions plus fortes de la glotte et du larynx.

Rappelons ici que le timbre est une modification du son, dont les physiiciens sont loin de se rendre raison.

*Des différents tons, ou de l'étendue de la voix.*

Étendue  
de la voix.

Les sons que peut produire le larynx de l'homme sont extrêmement nombreux. Plusieurs auteurs

célèbres ont cherché à en expliquer la formation; mais ce qu'ils ont donné comme des explications étaient plutôt de simples comparaisons. Ainsi, Ferrein voulait que les ligaments de la glotte fussent des cordes, et il expliquait les divers tons de la voix par les degrés différents de tension dont il pensait qu'elles étaient susceptibles; d'autres ont comparé le larynx à un instrument à vent, aux lèvres du donneur de cor, aux mêmes parties dans l'action de siffler.

Ces explications pèchent par la base, car elles ne sont fondées que sur la considération superficielle du larynx du cadavre, tandis qu'elles devraient avoir eu pour fondement l'étude approfondie de l'anatomie du larynx, et l'examen attentif de cet organe dans l'état de vie : j'ai tâché de suppléer à cette lacune, et voici les résultats que j'ai obtenus :

Divers tons  
de la voix.

J'ai mis sur un chien la glotte à découvert, par une incision entre le cartilage thyroïde et l'os hyoïde, et j'ai vu que lorsque les sons sont graves, les ligaments de la glotte vibrent dans toute leur longueur, et que l'air expiré sort par toute l'étendue de la fente qui résulte du contact des deux lèvres de la glotte (1).

Glotte  
dans les sons  
graves.

(1) Je ne comprends pas dans la glotte l'intervalle qui existe entre les cartilages aryénoïdes qui, pendant la pho-

Sons aigus.

Dans les sons plus aigus, les ligaments ne vibrent plus par leur partie antérieure, mais seulement par leur partie postérieure, et l'air ne sort plus que par la portion de glotte qui vibre : cette ouverture se trouve par conséquent diminuée.

Sons très-aigus.

Enfin, quand les sons deviennent très-aigus, les ligaments ne présentent plus de vibrations qu'à leur extrémité aryténoïdienne, et l'air expiré ne sort plus, si ce n'est par cette portion de la glotte qui n'a pas plus de deux lignes d'étendue. Il paraît que le terme de l'acuité des sons arrive, parce que la glotte se ferme entièrement, et que l'air ne peut plus sortir à travers le larynx, expérience qu'il est facile à chacun de faire sur lui-même.

Influence des nerfs laryngés sur la voix.

Le muscle aryténoïdien, ayant principalement pour usage de fermer la glotte par son extrémité postérieure, devait être l'agent principal de la production des sons aigus. J'ai voulu savoir quel effet aurait sur la voix la section des deux nerfs laryngés qui donnent le mouvement à ce muscle, et j'ai reconnu que dans ce cas la voix de l'animal perd presque tous ses tons aigus; en outre, elle acquiert une gravité habituelle qu'elle n'avait point auparavant.

L'analogie de structure est trop marquée entre

nation, sont exactement appliqués l'un contre l'autre et ne laissent pas passer l'air expiré.

le larynx de l'homme et celui du chien, pour qu'on ne puisse pas croire que les mêmes phénomènes se passent chez le premier. Une circonstance doit avoir une certaine influence sur les tons de la voix, c'est la contraction des muscles thyro-aryténoïdiens. Plus ces muscles se contracteront avec force, et plus leur élasticité s'accroîtra, et plus ils deviendront susceptibles de vibrer rapidement et de produire des sons aigus; moins ils seront contractés, et plus ils produiront aisément les sons graves. On peut aussi présumer que la contraction de ces muscles concourt puissamment à fermer en partie la glotte, particulièrement dans sa moitié antérieure.

Le larynx artificiel de M. C.-Latour démontre physiquement les deux phénomènes physiologiques dont je viens de parler à l'occasion des différents tons de la voix. Si vous soufflez dans le tube, les lames élastiques vibrent dans toute leur longueur : le son est alors grave; si vous raccourcissez les lames, le son devient d'autant plus aigu qu'elles sont plus courtes. Cependant dès qu'elles sont réduites à quatre lignes, le plus souvent il n'y a plus de son, tandis que sur des larynx vivants j'ai vu le son se former dans une fente de deux lignes au plus. Quoi qu'il en soit, comme dans le larynx, plus la fente par laquelle s'échappe l'air est courte, plus le son est aigu. Le second phénomène, qui se rattache à la tension des ligaments vocaux, est facile à voir sur le même instrument; car, en variant les

Expériences sur la voix.

tensions des lames, on fait monter ou descendre le ton.

Le larynx représente donc une anche à double lame, dont les tons sont d'autant plus aigus que les lames sont plus raccourcies, et d'autant plus graves qu'elles sont plus longues. Mais, quoique cette analogie soit juste, il n'en faudrait cependant pas conclure une identité complète. En effet, les anches ordinaires sont composées de lames rectangulaires, fixées par un côté et libres par les trois autres, au lieu que dans le larynx les lames vibrantes, qui sont aussi à peu près rectangulaires, sont fixes par trois côtés et libres par un seul. En outre, on fait monter ou descendre les tons des anches ordinaires en variant leur longueur : dans les lames du larynx, c'est la largeur qui varie. Enfin, jamais dans les instruments de musique on n'a employé d'anches dont les lames mobiles pussent varier à chaque instant d'épaisseur et d'élasticité, comme il arrive pour les ligaments de la glotte : en sorte que l'on conçoit bien par aperçu, que le larynx peut produire la voix et en varier les tons à la manière des anches, mais sans pouvoir toutefois assigner rigoureusement toutes les particularités de son mode d'action.

Influence  
du tuyau  
porte-vent.

On a cru jusqu'ici que le tube qui apporte le vent à l'anche, ou le *porte-vent*, n'avait aucune influence sur la nature du son produit : M. Biot rap-

porte une observation de M. Grenié, qui prouve le contraire. Il n'est donc pas impossible que l'allongement ou le raccourcissement de la trachée, qui fait, relativement au larynx, l'office de porte-vent, ait une influence sur la production de la voix et sur ses différents tons.

Nous venons d'examiner l'anche de l'organe de la voix ; il faut considérer maintenant le tuyau que le son vocal traverse après avoir été produit. Or, en procédant de bas en haut, le tuyau se compose : 1<sup>o</sup> de l'intervalle compris entre l'épiglotte en avant, ses ligaments latéraux sur les côtés, et de la paroi postérieure du pharynx ; 2<sup>o</sup> du pharynx en arrière et latéralement, et de la partie la plus postérieure de la base de la langue en avant ; 3<sup>o</sup> tantôt la bouche, tantôt les cavités nasales, et quelquefois les deux cavités ensemble.

Ce tuyau pouvant s'allonger et se raccourcir, devenir plus large ou se rétrécir, revêtir enfin une infinité de formes différentes, remplit à merveille les fonctions de corps d'instrument à anche, c'est-à-dire qu'il se met rapidement en harmonie avec le *larynx-anche*, favorise ainsi la production des tons nombreux dont se compose la voix, accroît l'intensité du son vocal en affectant une forme conique, évasée vers le dehors, donne de la rondeur et de l'agrément au son, en disposant convenablement son ouverture extérieure, ou bien l'étouffe presque entièrement, etc.

Tuyau  
porte-voix.

Jusqu'à ce que la physique ait déterminé avec précision l'influence du tuyau des instruments à anche, il est clair que la physiologie ne pourra se livrer qu'à des conjectures touchant l'influence du tuyau de l'organe de la voix. Nous ne ferons à cet égard qu'un petit nombre d'observations qui portent sur les phénomènes les plus apparents.

Mouvements  
du larynx.

*A.* Le larynx s'élève dans la production des sons aigus, il s'abaisse au contraire dans celle des sons graves; par conséquent le tuyau vocal est raccourci dans le premier cas et allongé dans le second. En effet, un tuyau court est favorable pour transmettre des sons aigus, tandis qu'un plus long l'est davantage pour des sons graves. En même temps que le tuyau change de longueur, il change aussi de largeur; et cette circonstance est remarquable, car nous avons vu plus haut que la largeur du tuyau influe sur sa facilité de transmettre les sons.

Quand le larynx descend, c'est-à-dire quand le tuyau vocal s'allonge, le cartilage thyroïde s'abaisse et s'éloigne de l'os hyoïde de toute la hauteur de la membrane thyro-hyoïdienne. Par cet écartement, la glande épiglottique est portée en avant, et vient se loger dans la concavité de la face postérieure de l'os hyoïde; cette glande entraîne nécessairement après elle l'épiglotte: d'où il résulte un élargissement considérable de la partie inférieure du tuyau vocal.

Usage  
de la glande  
épiglottique.

Le phénomène opposé arrive lorsque le larynx s'élève. Alors le cartilage thyroïde monte derrière l'os hyoïde (1) en déplaçant et poussant en arrière la glande épiglottique; celui-ci pousse à son tour l'épiglotte, et le tuyau vocal se trouve de beaucoup rétréci. En simulant ce mouvement sur le cadavre, il est facile de s'assurer que le rétrécissement peut aller jusqu'aux cinq sixièmes de largeur du tuyau. Or, c'est un tuyau large qui s'adapte à une anche pour les sons graves; c'est, au contraire, un tuyau étroit qui est le plus souvent employé pour transmettre des sons aigus. On peut donc, jusqu'à un certain point, se rendre raison de l'utilité des changements de largeur qu'éprouve le tuyau vocal dans sa partie inférieure.

Usage  
de la glande  
épiglottique.

*B.* La présence des ventricules du larynx immédiatement au-dessus des ligaments inférieurs de la glotte, paraît avoir pour utilité d'isoler ces ligaments, de manière qu'ils vibrent librement dans l'air. Quand il s'introduit des corps étrangers dans les ventricules, ou quand il s'y forme des mucosités ou une fausse membrane, la voix est ordinairement éteinte ou très-affaiblie. Cependant ces cavités ne sont pas indispensables à la production de la voix.

Usage  
des  
ventricules.

(1) Les muscles thyro-hyoïdiens paraissent plus particulièrement destinés à produire le mouvement par lequel le cartilage thyroïde passe derrière l'os hyoïde.

que le larynx ne pût rendre aucun son, tandis que les ligaments vocaux inférieurs sont écartés l'un de l'autre. » Or, c'est justement ce que prouve l'expérience. Quand on souffle dans un larynx dont les bords de la glotte sont écartés, il ne se produit aucun son vocal; pour obtenir quelque bruit qui s'en rapproche, il faut faire toucher les ligaments vocaux. En outre, observez la glotte d'un chien au moment où il produit la voix, et vous vous convaincrez aussitôt que le son se forme au moment où les lèvres se touchent et s'écartent rapidement. Ajoutons que le contact n'a pas seulement lieu lors de la formation de la voix, mais qu'il existe toutes les fois que l'animal expire, c'est-à-dire chasse l'air de son poumon. Dans les efforts, ce contact est même si exact, qu'il s'oppose à toute issue de l'air.

Théorie de  
M. Savart.

« Une objection assez importante, ajoute M. Savart, qu'on peut faire à ceux qui prétendent que la voix est produite par un mécanisme d'anche, c'est que la qualité du son de la voix humaine est loin d'être semblable à celle du son des anches, quelque perfectionnées qu'on les suppose. Les sons de la voix ont un caractère qu'aucun instrument de musique ne peut imiter, et cela doit être, car ils sont produits par un mécanisme fondé sur des principes qui ne servent de bases à aucun de nos instruments. »

Je dirai, avec M. Savart : L'art n'a pu jusqu'ici

reproduire complètement la voix humaine, et cela doit être, car il n'a pas encore imaginé d'anche dont les languettes pussent revêtir en un instant cent caractères physiques divers, et former cent nuances de ton, de timbre, d'intensité de son; et pourtant il faut rendre cet hommage aux artistes qui se sont efforcés d'imiter la voix : plusieurs en ont approché, et, ce qui n'est pas indifférent pour la question ici débattue, toujours par l'emploi des anches.

Après avoir cherché à détruire l'analogie que je reconnais entre l'anche et le larynx, M. Savart propose de comparer l'organe de la voix à un petit sifflet dont se servent les chasseurs pour contrefaire la voix de certains oiseaux, espèce de vase hémisphérique de quelques lignes de diamètre et percé, en deux points opposés, de deux fentes dans lesquelles on fait passer l'air après avoir placé l'instrument dans la bouche. Le savant physicien appuie son opinion d'une foule de faits, d'expériences, de considérations intéressantes qui ont agrandi, personne n'en peut douter, le champ des connaissances acoustiques; mais je ne puis reconnaître la ressemblance qu'il voulait établir entre un *réclame* et le larynx; car cet instrument produit le son, ses bords étant écartés et immobiles, tandis que la voix est formée, les lèvres de la glotte étant en mouvement et en contact. Les faits physiologiques que je vais bientôt rapporter

Théorie de  
M. Savart.