

main fléchie ou au contraire en extension forcée et renversée selon le mouvement. S'il arrive alors que la main se redresse ou soit ramenée dans la ligne de l'avant-bras (selon qu'il y a choc ou projection), que l'avant-bras s'étende sur le bras et que celui-ci soit porté en avant, tandis qu'en même temps le tronc se tourne subitement de manière à porter l'épaule en avant : alors l'exécution rapide et simultanée de tous ces mouvements donne une grande force au poing ou au contenu de la main, comme en font juger les effets produits, tant choc que projection. Les corps trop petits ou trop légers ne sont pas lancés aussi loin que ceux de masse moyenne, parce que les surfaces ne varient que comme le carré des dimensions, et les solides comme le cube de ces dimensions ; d'où plus de résistance de la part de l'air pour le petit comparé au second. Tant que le corps qui communique le mouvement offre moins de masse que celui qui le reçoit, il partage avec lui toute sa quantité de mouvement, et ce dernier ne va pas plus vite que la main ; mais quand la masse de celui-là est prépondérante, le bras et la main ne lui communiquent pas leur quantité de mouvement, mais seulement la vitesse finale de la main à la fin de l'extension. L'étendue possible de la projection est toujours limitée par la vitesse finale de l'extension, de la contraction, bien plus que par son énergie, sa quantité. Une contraction rapide de petits muscles l'emporte sur une contraction ordinaire de gros muscles.

SECTION III.

De l'effort.

Définition. — L'effort consiste dans un ensemble de contractions musculaires très intenses effectuées dans le but de surmonter une résistance extérieure ou d'accomplir une fonction qui est naturellement laborieuse, ou qui l'est devenue accidentellement.

L'effort, ainsi qu'on le voit, consiste en la mise en jeu de la presque totalité de l'appareil locomoteur par un animal qui veut se mouvoir ou mouvoir un corps, qui lui est extérieur ou intérieur (défécation, accouchement, phonation, etc.). Son étude se rattache donc à la fonction de locomotion.

M. Verneuil a distingué trois variétés d'efforts : 1° L'effort qu'il appelle *général* ou *thoraco-abdominal*, et dans lequel il y a contraction des quatre sphincters qui servent à l'écoulement de l'air, des matières alimentaires et fécales et de l'urine, ou autrement dit occlusion de la glotte, du cardia, de l'anus et du col de la vessie. Cet effort, qui répond bien à celui que M. Cloquet a décrit, s'opère fréquemment dans l'action de lever un fardeau,

par exemple. Mais il n'est pas durable, car la respiration ne peut être longtemps suspendue. Les muscles expirateurs sont surtout ici énergiquement contractés.

2° L'effort *abdominal* ou *expulsif*, dans lequel les muscles expirateurs jouent encore le rôle le plus considérable pour rétrécir la cavité abdominale ou thoracique dans tous ses diamètres. Ici, une partie des sphincters est fermée, tandis que les autres, au contraire, s'ouvrent ou sont vaincus pour laisser passer l'air, l'urine, les matières vomies, les fèces, l'enfant pendant l'accouchement.

3° L'effort *thoracique*, dans lequel la respiration n'est pas suspendue, et qui consiste surtout, non-seulement dans la contraction énergique et brusque des muscles dilatateurs externes du thorax, mais dans la continuation, dans la persistance de cette contraction, qui ne cesse que par la fatigue de ces muscles, ou parce que la dilatation forcée qu'ils amènent dans le thorax est surmontée par une pression supérieure.

4° Nous croyons devoir ajouter une quatrième variété, qu'on doit désigner sous le nom d'*effort facial*. Dans cet effort, en effet, l'occlusion des voies aériennes est au niveau des narines et de la bouche. Ainsi, quand on veut se moucher avec force, la contraction de l'orbiculaire des lèvres ferme la bouche, tandis qu'un pincement exercé par le pouce et l'index sur les ailes du nez adapte celles-ci sur la cloison. La pression excentrique des gaz comprimés par la contraction des muscles expirateurs se fait alors sur une plus grande étendue ; elle ralentit dans les canaux qui s'abouchent avec la partie supérieure des voies aériennes, la trompe d'Eustache et le canal nasal.

La distinction que nous venons d'établir est très féconde en déductions pathologiques ; elle est de nature à montrer toute la lumière que la physiologie, même minutieuse, peut jeter sur la connaissance exacte des maladies.

Selon les ordres de muscles qui se contractent plus spécialement, il peut y avoir comme résultat de l'effort, soit locomotion, soit résistance, soit resserrement des parois thoraciques et abdominales. De là certains phénomènes qui se passent dans des réservoirs qui se vident (vessie, utérus, rectum) ; de là des congestions du côté de la face, etc., par suite de compression des veines. De là aussi une série de ruptures d'organes et autres phénomènes morbides qui peuvent être la conséquence de l'effort (voir Gerdy, *Physiologie médicale*).

Théorie de l'effort. — Depuis les travaux de M. J. Cloquet et de M. Is. Bourdon, on pensait généralement que pendant l'effort la glotte était fermée, que l'air enfermé dans les bronches servait de

point d'appui aux parois du thorax et du ventre et qu'ainsi tous les muscles qui s'inséraient sur le tronc, trouvant des points fixes, se contractaient plus efficacement. En effet, disait-on, quand on accomplit un effort intense et d'une certaine durée, on entend dans le larynx un petit bruit qui est dû au passage de l'air à travers cette ouverture rétrécie. De plus, on a la conscience de la contraction des muscles de la glotte. Si l'on observe le larynx on voit qu'il monte, phénomène facile à expliquer, car cet organe se continue avec la trachée dont les parois sont élastiques et se trouve au milieu d'un tissu cellulaire lâche, qui en facilite les glissements. Or, la force élastique des gaz enfermés dans les voies aériennes réagit sur tous les points des parties qui les contiennent; elle doit donc pousser en haut le larynx.

Mais le fait présenté à la Société de chirurgie par M. Larrey, fait dans lequel un malade ayant une hernie du poumon on ne voyait pas la tumeur se dilater pendant l'effort, est venu porter une grave atteinte à cette théorie de l'oblitération de la glotte. Il est bien permis d'admettre qu'il y a resserrement, peut-être oblitération complète de la glotte dans l'effort général, mais non dans l'effort thoracique; elle n'est point fermée non plus dans l'effort abdominal, ni dans l'effort facial. Le propre de l'effort est en effet de faire de la cage thoracique et du tronc un tout rigide, afin d'en faire un point fixe pour la contraction des muscles qui doivent servir à l'animal à se mouvoir ou à mouvoir un corps. Ce sont les contractions des muscles inspireurs qui font de la cage thoracique une masse immobile, mais non la compression des gaz qu'elle renferme; elle est tenue suspendue en quelque sorte par les muscles inspireurs, et sert ainsi de point d'appui aux insertions de divers muscles, en laissant la respiration arrêtée, sans que pour cela la glotte soit fermée. D'autres fois celle-ci reste ouverte et l'air n'est expulsé que graduellement du thorax se resserrant peu à peu. De ces modifications de la respiration découlent naturellement des changements dans le nombre des battements du cœur, et par suite de la déplétion des grosses veines, etc. C'est dans cette suspension de la respiration qu'on peut voir des hernies pulmonaires ne point se distendre pendant un effort qu'on fait faire alors.

CHAPITRE II.

DE LA PHONATION.

Définition. — La phonation est une fonction par laquelle l'homme et les animaux manifestent au-dehors, au moyen de la voix, leurs

propres impressions. La voix est le son produit par le larynx au moment où l'air le traverse pendant que certaines parties élastiques ou non sont tendues.

Pour que la voix se produise, il est nécessaire qu'un courant d'air soit établi; aussi les poissons qui respirent par des branchies n'ont pas de voix, tandis que les reptiles, les oiseaux, les mammifères la possèdent. Les cétacés ne font pas exception. Il faut de plus que le courant d'air soit de dedans au dehors; c'est donc dans l'expiration que la voix est produite. Mais, est-ce à dire pour cela qu'elle ne pourra jamais se former dans l'inspiration? Haller pense que dans cette dernière condition la voix peut encore se produire, et l'*engastrimisme* n'aurait pas d'autre cause. M. Segond a beaucoup étudié cette voix inspiratoire. Il prétend, avec raison, que les enfants en criant parlent cette voix, que dans le commencement du rire on s'en sert généralement. Chez le chat, le frémissement qu'on appelle *cataire* est produit par la voix inspiratoire; il en est de même du hennissement à son commencement. Il faut reconnaître toutefois que cette sorte de voix exige un tour de force un peu difficile, car dans l'inspiration il y a un mouvement automatique de la glotte qui la fait se dilater; il faut dès lors beaucoup d'habitude pour contrarier cette dilatation.

Du siège et de l'organe de la voix. — Où la voix se forme-t-elle? Dans le larynx, mais ni au-dessous ni au-dessus.

1° *La voix ne se fait pas au-dessous du larynx.* — Lorsqu'il existe une plaie accidentelle à la trachée-artère d'un homme, ou qu'on en pratique une à celle d'un animal, la voix cesse, et elle reparait dès qu'on bouche l'ouverture. Homère avait déjà connaissance de ce fait, comme l'a fait voir M. le professeur Malgaigne. Vous connaissez tous celui rapporté par Amb. Paré. Le malade pouvait parler quand il fléchissait le cou. Les mêmes phénomènes s'observeront tant qu'on ne sera pas arrivé jusque sur les cordes vocales. Il n'y a qu'une exception, c'est chez les oiseaux qui ont un appareil vocal vers la bifurcation de la trachée en bronches.

2° *La voix ne se produit pas au-dessus du larynx.* — Une ouverture pratiquée au-dessus de la glotte ne supprime pas la voix. De plus Magendie et Longet se sont assurés que la voix persiste malgré la lésion de l'épiglotte, des ligaments supérieurs de la glotte et du sommet des cartilages aryténoïdes.

3° *La voix se produit dans le larynx.* — Les maladies le prouvent suffisamment. Ainsi l'inflammation, le croup, la paralysie des nerfs du larynx abolissent la voix. Mais localisons davantage et disons tout de suite que *la voix se produit dans la glotte.*

Magendie n'a-t-il pas reconnu que sur des animaux vivants,

dont la glotte avait été mise à découvert, les ligaments qui entourent cette dernière entrent en vibration, lorsque l'animal laisse échapper des sons? Ceci nous amène naturellement à dire ce que c'est que la glotte.

Définition de la glotte. — C'est une ouverture triangulaire placée au-dessus de l'anneau du cartilage cricoïde, ouverture dont les bords sont formés aux deux tiers antérieurs par un ligament qui se porte du cartilage thyroïde à l'aryténoïde, et le premier tiers postérieur par le cartilage aryténoïde. Quelques personnes entendent par glotte l'espace compris entre les cordes vocales inférieure et supérieure, d'un côté, et les mêmes parties du côté opposé; ce serait une opinion admissible.

Du mécanisme de la glotte. — Fabricé d'Aquapendente reconnaît quatre états dans la glotte : 1° état statique; 2° dilatation; 3° resserrement; 4° occlusion.

1° *De l'état statique de la glotte.* — Dans cet état, la glotte a une forme lancéolée ou triangulaire à base postérieure. On sait qu'elle s'élargit pendant l'inspiration et qu'elle se rétrécit dans l'expiration.

2° *De la dilatation de la glotte.* — Lorsque la glotte est aussi élargie que possible, elle représente un losange dont l'angle postérieur est tronqué. Les angles latéraux correspondent aux apophyses des cartilages aryténoïdes dont la distance de l'un à l'autre peut être portée jusqu'à 5 lignes $\frac{3}{4}$. Le mécanisme de cette dilatation se fait au moyen du cartilage aryténoïde, qui tourne comme un pivot par la contraction du muscle crico-aryténoïdien postérieur.

3° *Du resserrement de la glotte.* — Dans l'état d'étroitesse, la glotte peut affecter trois formes : ou il y a seulement rapprochement des apophyses antérieures des bases des cartilages aryténoïdes par l'effet des muscles crico-aryténoïdiens latéraux, et quand ces apophyses se touchent, la glotte est double, il y a réellement deux glottes : l'une antérieure, circonscrite par l'écartement des cordes vocales, et l'autre postérieure, formée par l'écartement des cartilages aryténoïdes. L'antérieure est celle qu'on désigne sous le nom de *glotte inter-musculaire* ou *vocale*, et la postérieure s'appelle *glotte inter-cartilagineuse* ou *inter-aryténoïdienne* ou *respiratoire*; mais cette distinction n'est pas juste, parce que nous ne respirons jamais ainsi.

4° *De l'occlusion de la glotte.* — Cet état de la glotte, qui ne permet plus le passage de l'air, ne peut durer longtemps; nous venons de voir qu'elle pouvait être incomplète, nous devons parler de l'occlusion complète. Elle est produite par la contraction du

muscle thyro-aryténoïdien et celle du muscle crico-aryténoïdien latéral et de l'aryténoïdien, et le crico-thyroïdien.

De la forme de la glotte pendant la formation des sons chez l'homme vivant. — On sait seulement qu'alors la glotte est rétrécie. Comme il n'y a que sa partie antérieure, entourée de bords élastiques et tranchants, qui soit susceptible d'entrer primitivement en vibration, et que par conséquent on n'a point à s'occuper de sa partie postérieure, en ce qui concerne la voix, l'ouverture de cette partie ne pourrait être qu'une occasion de trouble en agrandissant considérablement l'étendue de la glotte en surface. Mayo a observé la glotte chez un homme qui, dans une tentative de suicide, s'était coupé la gorge immédiatement au-dessus des cordes vocales; la plaie, dirigée obliquement, intéressait l'une des cordes et l'un des cartilages aryténoïdes; quand le sujet respirait tranquillement, la glotte était triangulaire; dès qu'il cherchait à former un son, les ligaments devenaient presque parallèles et la glotte linéaire. Si l'on en juge d'après la figure, il paraît que la partie postérieure de cette fente n'était point fermée. Un autre individu s'était coupé le cou au-dessus du cartilage thyroïde, de manière qu'on pouvait apercevoir la partie supérieure des cartilages aryténoïdes : quand il produisait un son, ces cartilages se trouvaient placés absolument comme si la glotte eût été fermée en totalité. Kempen dit qu'il suffit que la glotte soit ouverte d'un douzième ou tout au plus d'un dixième pour que la voix puisse encore sortir, et Rudolphi confirme cette assertion d'après le fait d'un homme chez lequel la perte du nez rendait la cavité pharyngienne tellement accessible à la vue qu'on pouvait très bien voir la glotte s'ouvrir et se fermer.

Magendie ne comprend pas dans la glotte l'espace intercepté entre les cartilages aryténoïdes, qui, d'après ses observations sur les animaux, sont appliqués immédiatement l'un contre l'autre pendant la production du son. M. Malgaigne dit aussi que la partie postérieure de la glotte est fermée quand des sons se produisent. Il est possible que ce soit là, en effet, la règle : car, d'après Mueller, sur le larynx humain séparé du corps, les sons ont de la peine à sortir quand la partie postérieure de la glotte n'est point fermée. Cependant cette occlusion n'est pas indispensable et bien que Mueller tint la glotte ouverte dans toute son étendue, il n'en a pas moins obtenu quelquefois des sons en ayant soin de tendre un peu les ligaments et de rétrécir l'ouverture. Ainsi voici les phénomènes qui ont lieu pendant la production du son : 1° la glotte est resserrée; 2° l'espace aryténoïdien est fermé.

Que se passe-t-il dans les cordes vocales ainsi resserrées? Haller a déjà dit qu'il y avait des vibrations; cependant quelques physio-