

## CHAPITRE II

## PHYSIOLOGIE SPÉCIALE DU MOUVEMENT

La mécanique animale est un chapitre important de la physiologie spéciale. Mais nous sommes obligé dans ce traité élémentaire d'en restreindre considérablement l'étude; nous ne traiterons que de la locomotion et de la phonation. On devra se reporter aux traités d'anatomie pour tout ce qui concerne le fonctionnement des articulations et l'action de chaque muscle en particulier. D'autre part, toutes les notions de physique et de mécanique qui se rapportent à ce sujet sont détaillées dans les traités de physique biologique; nous ne ferons donc que les effleurer.

## ARTICLE PREMIER

## LOCOMOTION

Les différentes pièces du squelette sont mues par la contraction des muscles qui s'y insèrent, et les os représentent des leviers appartenant aux trois catégories définies en mécanique. Dans le levier du premier genre, le point d'appui est entre la puissance et la résistance: exemple, l'équilibre de la tête sur la colonne vertébrale; le point d'appui se trouve à l'articulation occipito-atloïdienne, la résistance est représentée par le poids de la face qui tend à fléchir la tête en avant et la puissance par les muscles de la nuque. Dans le levier du deuxième genre

ou interrésistant, la résistance se trouve entre le point d'appui et la puissance; par exemple, lorsqu'on se soulève sur la pointe du pied, la résistance représentée par le poids du corps, au niveau de l'articulation tibio-tarsienne, est placée entre le point d'appui (contact des orteils avec le sol) et la puissance (insertion du tendon d'Achille sur le calcanéum). C'est un levier de force. Enfin, le levier du troisième genre, ou interpuissant, est le plus répandu; on peut en prendre pour type l'avant-bras se fléchissant sur le bras; la puissance (insertion du biceps) se trouve entre le point d'appui (articulation du coude) et la résistance (poids soutenu par la main). C'est un levier de vitesse. Dans toute production de mouvement, même très simple, un grand nombre de muscles entrent en jeu, et non seulement les muscles qui sont le plus en rapport par leur mode d'insertion avec le mouvement exécuté, mais encore les muscles antagonistes, comme l'a établi DUCHENNE de Boulogne. Ainsi, dans un mouvement de flexion, les fléchisseurs ne se contractent pas isolément et à l'exclusion des antagonistes; mais les extenseurs sont aussi actifs, et vice versa.

Un mot sur la manière dont s'effectue l'équilibration dans la station, avant de rechercher comment agissent les puissances musculaires dans la marche et la course, et quel est le rôle de l'innervation dans la production de ces mouvements.

**1° Station.** — Pour que l'équilibre en station debout soit obtenu, il faut que la verticale passant par le centre de gravité du corps tombe dans le polygone de sustentation représenté chez l'homme par les lignes qui joignent les pointes des pieds et les talons. Cet effet est réalisé par la contraction synergique des différents groupes de muscles antagonistes. La rigidité de la colonne vertébrale est maintenue par la contraction des muscles spinaux; la tendance du tronc à tomber en avant en tournant autour d'un axe passant par les articulations coxo-fémorales, est contre-balancée par l'action puissante des muscles fessiers; le membre inférieur est maintenu dans la verticale suivant une perpendiculaire à l'axe du pied, grâce aux muscles triceps et soléaire principalement qui s'opposent à la flexion



autour des articulations du genou et tibio-tarsienne. Dans la station debout, les deux pieds rapprochés, le corps subit constamment des oscillations d'amplitude plus ou moins grande, tendant à déplacer la verticale du centre de gravité hors de la base de sustentation. Aussi, les muscles sont-ils continuellement en action pour contre-balancer les écarts du corps par des contractions appropriées.

Dans la station hanchée, le tronc est cambré de telle sorte que le poids du corps soit supporté par une seule jambe. L'autre jambe est écartée et un peu fléchie, et, par de légères contractions musculaires, maintient l'équilibre sur le membre de soutien. Ce dernier, au contraire, demeure presque entièrement passif et peut de la sorte résister très longtemps à la fatigue.

**2° Marche.** — L'étude des mouvements de la marche a été poussée fort loin par MAREY, au moyen de la méthode graphique et de la chrono-photographie. A l'aide de la première méthode on peut, en appliquant à la plante du pied une chaussure spéciale, dite chaussure exploratrice, enregistrer les moments où le talon et la pointe touchent le sol. Avec la seconde méthode, en prenant un grand nombre de photographies instantanées à la seconde, on obtient des séries d'images représentant la position des membres aux différents moments de la marche.

On appelle *pas* la période pendant laquelle le membre inférieur, partant d'une position d'appui, y revient après avoir effectué une oscillation pendulaire autour de l'articulation coxo-fémorale. Ce qui caractérise le pas dans la marche, c'est que le corps ne quitte pas le sol et qu'il repose toujours sur l'un des pieds ou sur les deux. Le pas se décompose en deux temps : l'un comprenant l'oscillation de la jambe entre deux positions d'appui, tandis que le corps ne repose plus que sur un pied (*temps de simple appui*), et l'autre marqué par le contact des deux pieds avec le sol (*temps de double appui*). L'analyse montre que le pied de la jambe oscillante quitte le sol par sa pointe et reprend contact par le talon. L'oscillation

du membre se fait de la façon suivante : supposons-le vertical ; la translation du tronc en avant amène le membre à prendre une position de plus en plus oblique d'avant en arrière et de haut en bas, à la manière du rayon d'une roue qui tourne ; la rotation s'opère autour de l'articulation coxo-fémorale ; la jambe reste étendue sur la cuisse, mais elle se fléchit sur le pied au niveau de l'articulation tibio-tarsienne ; dans la posi-

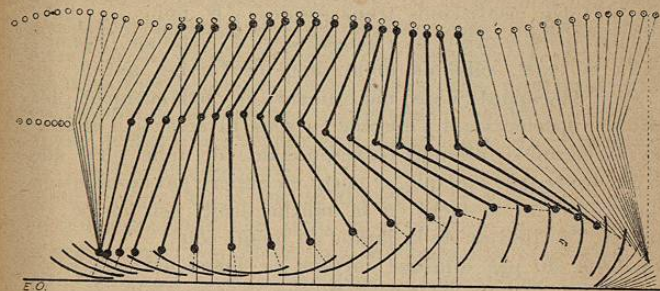


Fig. 137.

Oscillation du membre inférieur d'un homme qui marche (MAREY).

tion oblique extrême, le talon se soulève et le pied ne s'appuie plus que par l'extrémité des orteils ; à ce moment s'opère une légère flexion de la jambe sur la cuisse autour de l'articulation du genou, le membre se détache du sol, oscille d'arrière en avant à la façon d'un pendule, dépasse la position verticale et devient oblique de haut en bas et d'arrière en avant ; à la limite extrême de l'oscillation, le pied vient toucher le sol, d'abord avec le talon, puis avec toute la plante, et le membre revient à la position verticale (notre point de départ), par suite du déplacement du tronc ; à ce moment, le pied de l'autre jambe quitte le sol par sa pointe et ainsi de suite. Les oscillations pendulaires du membre étaient considérées par les frères WEBER comme un mouvement purement passif. Mais les expériences de DUCHENNE, de MAREY ont prouvé que l'activité musculaire n'est pas étrangère à sa production. De plus, au



moment où le pied se détache du sol, il exerce par la contraction de ses fléchisseurs une pression plus ou moins forte tendant à pousser le corps en avant.

Pendant la durée du pas, le tronc subit, en dehors du mouvement de translation en avant, divers mouvements oscillatoires : 1° des oscillations verticales : l'élévation maxima du pubis coïncide avec le moment où le membre qui supporte le corps est vertical ; son abaissement avec le temps de double appui ; 2° des oscillations transversales : le pubis se porte alternativement à droite et à gauche vers le côté de l'appui ; 3° enfin le tronc subit un mouvement de torsion autour de son axe dépendant d'un mouvement de balancement des membres supérieurs qui s'effectue en sens inverse de l'oscillation du membre inférieur correspondant, de telle sorte que l'épaule droite, par exemple, se porte en arrière par l'oscillation du bras droit au moment où la hanche droite est portée en avant par l'oscillation de la jambe du même côté.

La durée du pas diminue lorsque sa longueur augmente, comme l'ont indiqué les frères WEBER. Il en résulte que la vitesse de la marche s'accroît par ces deux facteurs.

Dans la *course*, les phénomènes mécaniques sont les mêmes que dans la marche ; mais il s'y ajoute un temps spécial pendant lequel le corps est projeté en haut et quitte le sol par suite de la détente musculaire brusque de la jambe de soutien.

**3° Action régulatrice du système nerveux sur les mouvements de locomotion.** — Les contractions musculaires qui agissent dans la station et la marche ne sont pas toujours et nécessairement commandées par la volonté ; ces mouvements sont aussi de nature réflexe, et ils peuvent se produire en dehors de toute participation des centres nerveux psychiques, alors que l'attention est détournée sur d'autres objets, par exemple lorsqu'on lit en marchant. Il est certain que la sensibilité est un élément indispensable pour la régulation des mouvements ; dans ce but interviennent les sensations tactiles et les sensations de pression, les sensations ayant pour ori-

gine les articulations et les ligaments, et sans doute aussi des sensations spéciales prenant naissance dans le tissu musculaire lui-même. Dans l'exécution de tout mouvement volontaire nous avons conscience de la force musculaire déployée, de l'étendue et de la direction du mouvement. Par contre, lorsque la sensibilité est complètement abolie dans les membres (expérimentalement par la section des racines postérieures des nerfs rachidiens), le mouvement volontaire perd toute régularité et toute précision, bien qu'il conserve sa force ; on dit qu'il y a *ataxie* des mouvements. L'anesthésie de la surface plantaire seule trouble déjà profondément le mécanisme de la marche ; normalement, en effet, le point de départ principal du réflexe de la marche est dans la sensation du contact du pied avec le sol. Quoique les muscles soient insensibles aux agents qui en altèrent la texture (car la section, la cautérisation de leur tissu ne provoquent aucune douleur), il semble que l'on doive leur attribuer une sensibilité spéciale qui serait mise en jeu dans la contraction. Les tendons reçoivent manifestement des nerfs sensibles, et lorsqu'on les excite par un choc brusque, les fibres musculaires correspondantes se contractent par action réflexe ; ainsi, la percussion du tendon rotulien provoque la contraction du triceps (*réflexe rotulien*). D'autre part, on sait que les muscles sont le siège d'une sensation spéciale lorsqu'on les électrise, et qu'ils deviennent très douloureux dans le phénomène de la crampe. Aussi, admet-on généralement, bien qu'il soit impossible d'en fournir une preuve décisive, que la régulation des mouvements relève, pour une certaine part, des sensations particulières dont les muscles sont le siège pendant leur contraction (*sensibilité musculaire*).

Les sensations spéciales ne sont pas non plus étrangères à la régulation des mouvements ; les impressions visuelles y contribuent. Nos mouvements perdent un peu de leur précision quand nous sommes plongés dans l'obscurité, et si à l'absence des impressions visuelles s'ajoute la perte de la sensibilité tactile, le trouble moteur devient beaucoup plus accentué. L'incoordination motrice déjà très accusée chez l'ataxique



pendant la marche, en raison de l'anesthésie tactile et peut-être aussi musculaire, atteint son maximum lorsque le sujet passe du jour à l'obscurité (signe de ROMBERG), la surveillance que la vue exerce normalement sur les mouvements devenant de la sorte impossible. Un ataxique qui se maintient debout quoique avec peine en joignant les deux pieds, oscille d'une manière inquiétante et chancelle lorsqu'on lui ordonne de fermer les yeux. Mais, de toutes les impressions périphériques, les plus importantes pour le maintien de l'équilibre et pour la coordination des mouvements, sont, comme nous le verrons plus loin, celles qui ont leur origine dans le labyrinthe (canaux demi-circulaires de l'oreille interne) et qui sont transmises par le nerf auditif aux organes centraux de l'équilibration.

## ARTICLE II PHONATION

La voix est produite par les vibrations de l'air dans le larynx et les parties supérieures du tuyau aérien. Dans l'analyse du mécanisme de la voix, il faut distinguer le son glottique et les modifications de ce son qui constituent la parole ou langage articulé.

### § 1. — SON GLOTTIQUE

Ainsi qu'il est facile de s'en assurer, en mettant à nu le larynx chez les animaux ou en pratiquant l'examen laryngoscopique chez l'homme, le son laryngien (voix proprement dite), est dû à la vibration des replis membraneux appelés *cordes vocales*, qui s'insèrent d'une part à l'angle rentrant du cartilage thyroïde et d'autre part à l'apophyse vocale des arytnoïdes, limitant ainsi une fente étroite de forme triangulaire désignée sous le nom de *glotte*. La glotte s'étendant en arrière entre les deux cartilages arytnoïdes, on la divise ordinairement en deux parties : l'une antérieure inter-ligamenteuse,

l'autre postérieure inter-arytnoïdienne. Les cordes vocales sont mises en vibration par le courant d'air de l'expiration ; elles sont comparables à des anches membraneuses. Étudions d'abord les caractères et les qualités du son glottique, puis l'action des muscles et du système nerveux dans la production de la voix.

**1° Caractère du son glottique.** — L'intensité de la voix dépend de l'amplitude des vibrations des cordes vocales, et par

conséquent du volume et de la force du courant d'air qui est expulsé dans les bronches par l'expiration. La hauteur du son glottique dépend du nombre des vibrations, et se montre en rapport avec le degré de tension des cordes vocales et la longueur de leur partie vibrante. Le nombre des vibrations d'une corde étant en raison directe de sa tension et en raison inverse de sa longueur, il est facile de comprendre que le son glottique sera d'autant plus aigu que les cordes vocales seront plus tendues et plus courtes. Cet effet est obtenu par la contraction de certains

muscles et par la production de nœuds de vibration sur le bord libre des cordes, lorsque ces replis viennent à se toucher (tout comme lorsqu'on applique le doigt sur une corde en vibration). Ce dernier mécanisme est probablement celui qui préside à la production de la *voix de tête* ou de *fausset* que l'on oppose à la *voix de poitrine*, dans laquelle les vibrations des cordes vocales s'accompagnent de vibrations plus ou moins accusées des parois thoraciques. Mais dans tous les cas

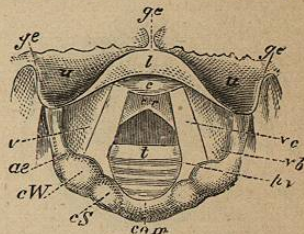


Fig. 138.

Image laryngoscopique pendant l'inspiration (MORELL-MACKENZIE).

*l*, épiglote. — *u*, face antérieure de l'épiglotte. — *c*, coussinet de l'épiglotte. — *ge*, replis glosso-épiglottiques. — *ae*, replis arytno-épiglottiques. — *cW*, cartilage de Wrisberg. — *cs*, cartilage de Santorini. — *com*, commissure arytnoïdienne. — *vb*, bande ventriculaire. — *vc*, corde vocale. — *cr*, cricoïde et *l*, anneaux de la trachée, que l'on aperçoit à travers la glotte très dilatée par l'écartement des cordes vocales.



les cordes vocales ne peuvent vibrer que si elles sont suffisamment rapprochées, de manière à rétrécir la fente glottique et à renforcer par ce moyen la vitesse du courant d'air. *Rapprochement et tension* des cordes vocales, telles sont donc les deux conditions indispensables pour la production de la voix. De plus, pendant l'émission des sons aigus, le larynx s'élève, tandis qu'il s'abaisse au contraire pour les sons graves.

Les dimensions naturelles des cordes vocales et du larynx étant très différentes suivant l'âge, le sexe et les individus, la

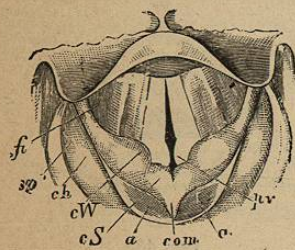


Fig. 139.

Image laryngoscopique pendant la phonation (MORELL-MACKENZIE).

a, face postérieure des aryténoïdes. — pv, apophyse vocale. — fi, fossette innominée. — sp, fossette hyoïdienne. — ch, corne de l'os hyoïde.

hauteur de la voix est évidemment sujette à de grandes variations. La voix est plus aiguë chez l'enfant ; au moment de la puberté, elle devient brusquement plus grave (*mue de la voix*) ; le larynx s'accroît et le cartilage thyroïde fait une saillie plus accusée (*pomme d'Adam*) ; il y a un rapport très évident entre ce développement du larynx et le développement des organes génitaux ; la voix des garçons châtres dans le bas âge garde toujours les caractères de celle de l'enfant (voix de *soprano*, des eunuques). C'est surtout chez l'homme que le larynx se développe à la puberté ; chez la femme il reste petit, et la voix conserve une tonalité élevée. La hauteur de la voix présente aussi des variations individuelles très prononcées et, à ce point de vue, on distingue les voix de *basse*, de *baryton*, de *ténor*, de *soprano*, etc. Mais, quoi qu'il en soit, l'étendue de la voix (c'est-à-dire l'espace qui sépare le minimum du maximum du nombre des vibrations possibles chez un même individu) est à peu près constante : elle comprend en moyenne deux octaves et très exceptionnellement trois octaves.

Quant au *timbre* de la voix, il dépend, ainsi que l'a démontré

HELMHOLTZ, du nombre des *sons harmoniques* qui accompagnent le *son fondamental*. Comme toute anche membraneuse, la corde vocale, en vibrant, produit, en outre du son fondamental, un certain nombre de sons partiels ou harmoniques. De là, le timbre particulier du son glottique. Mais de plus, le timbre est accentué et modifié par le renforcement de quelques-uns de ces sons harmoniques au niveau des cavités sus-glottiques (ventricules du larynx, pharynx, fosses nasales, bouche) agissant comme des résonateurs.

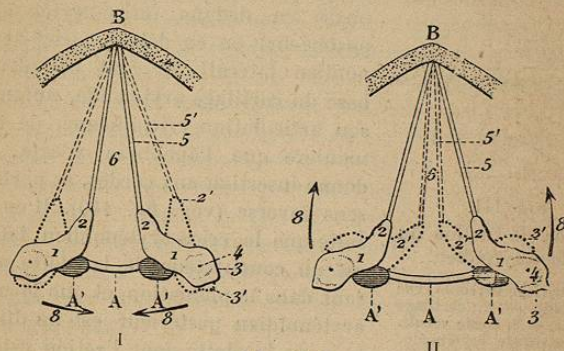


Fig. 140.

I. Schéma de l'action du dilateur de la glotte ou abducteur des cordes vocales, crico-aryténoïdien postérieur (d'après TESTUT).

II. Schéma de l'action du constricteur de la glotte ou adducteur des cordes vocales, crico-aryténoïdien latéral (d'après TESTUT).

I. — B, cartilage thyroïde. — A, A', cricoïde. — 1, aryténoïde. — 2, apophyse vocale; 2', apophyse musculaire en abduction. — 3, apophyse musculaire attirée en dedans par le muscle crico-aryténoïdien postérieur dans la direction indiquée par la flèche 8. — 4, centre de rotation de l'aryténoïde. — 5, 5', corde vocale. — 6, glotte. L'apophyse musculaire se portant en dedans suivant la direction de la flèche 8, l'apophyse vocale se porte en dehors de 2 en 2' et les cordes vocales s'éloignent de 5 en 5'.

II. — L'apophyse musculaire se portant suivant la direction de la flèche 8, l'apophyse vocale 2 se porte en dedans en 2' et les cordes vocales se rapprochent de 5 en 5'.

2° **Action des muscles du larynx dans la phonation.** — Parmi les muscles du larynx, les uns opèrent le rapprochement ou l'écartement des cordes vocales, les autres la tension



de ces cordes. Les premiers sont au nombre de trois : l'un impair l'*ary-aryténoïdien* ; les deux autres pairs : le *crico-aryténoïdien postérieur* et le *crico-aryténoïdien latéral*. L'*ary-aryténoïdien*, par sa contraction, attire en bloc l'un vers l'autre les deux cartilages aryténoïdes et rétrécit de ce fait la glotte intercartilagineuse et en même temps la glotte interligamenteuse. Les deux autres muscles ont leurs insertions fixes sur le cricoïde et leur insertion mobile sur l'apophyse musculaire de

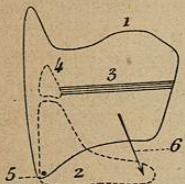


Fig. 141.  
Schéma de l'action du crico-thyroïdien.

1, cartilage thyroïde (vue de profil). — 2, cartilage cricoïde. — 3, corde vocale. — 4, cartilage aryténoïde. — 5, articulation de la petite corne du thyroïde avec le cricoïde. — 6, flèche indiquant l'action du crico-thyroïdien (le thyroïde se rapproche du cricoïde, en basculant autour de l'axe de rotation 5).

l'aryténoïde ; en attirant cette apophyse en dedans (*crico-aryténoïdien postérieur*) ou en dehors (*crico-aryténoïdien latéral*), ils font basculer la base du cartilage aryténoïde, autour de son articulation cricoïdienne, de telle manière que l'apophyse vocale, qui donne insertion aux cordes, se porte en sens inverse (voy. fig. 140). Il en résulte que le *crico-aryténoïdien latéral* est un constricteur de la glotte agissant dans la phonation, et que le *crico-aryténoïdien postérieur* est un dilateur de la glotte dont l'action est des plus importantes dans la respiration. Lorsque les *crico-aryténoïdiens latéraux* sont paralysés, le rapprochement des cordes vocales est très gêné et la voix par conséquent profondément altérée ; au contraire, la paralysie des *crico-aryténoïdiens postérieurs* met obstacle à la dilatation de la glotte et trouble gravement la respiration.

La tension des cordes vocales est opérée par deux muscles pairs ; le *crico-thyroïdien* et le *thyro-aryténoïdien*. Le *crico-thyroïdien* fait basculer le cartilage thyroïde sur le cricoïde en l'attirant en bas de manière que l'insertion des cordes dans l'angle rentrant du thyroïde s'éloigne légèrement de leur insertion à l'apophyse vocale ; de la sorte, les cordes s'allongent un peu et se tendent (voy. fig. 141). Le *thyro-aryténoïdien* est

le muscle vocal par excellence ; il est contenu, en effet, dans l'épaisseur même de la corde vocale et la constitue essentiellement avec le ligament élastique situé plus superficiellement sous la muqueuse. Inséré d'une part dans l'angle rentrant du cartilage thyroïde et d'autre part à l'apophyse vocale, il tend à rapprocher ces deux points en faisant basculer le thyroïde en sens inverse de l'action du muscle précédent, et par conséquent à raccourcir la corde. Mais si le cartilage thyroïde est fixé par la contraction du *crico-thyroïdien*, le *thyro-aryténoïdien* a pour principal effet de tendre la corde vocale, en même temps qu'il donne à son tissu la rigidité nécessaire pour la vibration ; de plus, quelques-unes de ses fibres s'insèrent sur différents points du ligament de la corde et peuvent ainsi y déterminer par leur contraction la production de nœuds de vibration. La paralysie de ces muscles entraîne l'aphonie ; cependant la paralysie isolée du *crico-thyroïdien* peut se traduire seulement par de la raucité de la voix ; dans ce dernier cas, il est possible de faire disparaître cette raucité si l'on supplée à l'action normale du muscle en abaissant mécaniquement le thyroïde par une pression exercée de haut en bas sur la pomme d'Adam.

3° **Innervation du larynx.** — Le larynx reçoit deux branches du pneumogastrique : le *laryngé supérieur* et le *laryngé inférieur* ou *récurrent* (voy. fig. 177, p. 591). Le *laryngé supérieur* est surtout sensible ; il donne la sensibilité à la muqueuse du larynx ; toutefois il innerve aussi le muscle crico-thyroïdien par un petit filet, le *laryngé externe*. La section du *laryngé supérieur* anesthésie la muqueuse du larynx et paralyse le *crico-thyroïdien* ; le réflexe de la toux devient alors impossible, et les corps étrangers peuvent pénétrer dans le larynx sans que le sujet en soit averti ; de plus, la voix devient rauque. Les *récurrents* innervent tous les autres muscles du larynx. Aussi, leur section est-elle suivie d'une *aphonie complète*. Si on ne sectionne le *récurrent* que d'un seul côté, la voix n'est pas complètement abolie, mais devient très rauque. Cliniquement les altérations du *récurrent* peuvent amener des



paralysies isolées des constricteurs ou des dilatateurs de la glotte. D'après CL. BERNARD, ces fibres motrices n'appartiennent pas en réalité au pneumogastrique, mais bien au spinal. Ce dernier à sa sortie du crâne se divise en deux branches : une *branche interne* qui se jette aussitôt dans le pneumogastrique et se confond avec lui ; elle contient les filets moteurs des muscles du larynx ; et une *branche externe* qui innerve les muscles sterno-mastoïdien et trapèze (muscles qui reçoivent aussi des filets du plexus cervical). Ces deux derniers muscles interviennent d'une manière indirecte dans la phonation : ils contribuent, en effet, à maintenir les parois thoraciques en inspiration de façon à n'en permettre que l'affaissement graduel ; de la sorte ils règlent et ménagent la sortie de l'air des poumons, comme par exemple dans l'action de *filer un son*. Le nerf spinal est donc le *nerf vocal* par excellence, puisqu'il tient sous sa dépendance non seulement les mouvements de l'appareil phonateur, mais encore pour une part les mouvements du soufflet thoracique. Cette double action est supprimée par l'arrachement des spinaux : la voix est abolie et, de plus, l'animal présente un essoufflement caractéristique. Remarquons encore que le sterno-mastoïdien et le trapèze sont les deux principaux muscles qui commandent les mouvements de la tête dans les gestes expressifs. Pour ce motif, nous pouvons regarder aussi le spinal comme le *nerf de la mimique*.

CL. BERNARD admit, toutefois, que les muscles du larynx reçoivent une part de leur innervation du pneumogastrique, mais seulement en tant qu'ils agissent dans la respiration. La glotte se dilate dans l'inspiration et se rétrécit dans l'expiration ; après la section des récurrents, les cordes vocales se rapprochent et mettent obstacle au passage de l'air ; chez les animaux adultes, il reste cependant un passage suffisant pour l'air, et la respiration peut continuer à se faire sans gêne apparente. Mais il n'en est pas de même pour les jeunes animaux chez lesquels la glotte n'est pas encore très développée ; les cordes vocales paralysées font tampon et obstruent la glotte ; de là vient que ces animaux asphyxient après la section des récur-

rents, si on ne leur fait pas la trachéotomie. Le pneumogastrique et le spinal seraient donc, d'après CL. BERNARD, des nerfs antagonistes ; le premier serait le nerf de la respiration simple, organique ; le second, le nerf de la respiration forcée, volontaire, liée à la production de la voix et de l'effort.

Quoi qu'il en soit, il est certain que pour ce qui concerne les *centres nerveux*, le larynx a une innervation double, l'une respiratoire, l'autre vocale. La première dépend du centre respiratoire de la moelle allongée (voy. fig. 94, p. 305) et est, pour la plus grande part, réflexe, quoique nous puissions aussi modifier volontairement les mouvements respiratoires. L'innervation vocale par contre est avant tout consciente, et provient d'un centre nerveux situé dans l'écorce cérébrale (centre cortical du larynx qui se trouve dans le pied de la circonvolution frontale ascendante).

## § 2. — PAROLE

Le larynx a lui seul ne peut donner que des sons de hauteur variable, mais toujours de même timbre. Or, la parole résulte principalement de la succession de sons variés de timbre très différent. Les modifications de timbre du son glottique sont produites dans la partie supérieure du tuyau aérien, pharynx, fosses nasales et bouche principalement. La parole se compose essentiellement de *voyelles* et de *consonnes*.

**1° Voyelles.** — Les voyelles, ainsi qu'il résulte des recherches d'HELMHOLTZ et de DONDERS, sont des sons musicaux d'origine glottique, dont certains sons partiels se trouvent renforcés dans les cavités du pharynx et de la bouche, agissant comme caisses de résonance. Grâce à la mobilité de leurs parois, ces cavités peuvent changer leur forme et leurs dimensions dans l'émission des différentes voyelles. C'est ainsi que la tubulure supra-laryngée s'allonge par la protusion des lèvres et la descente du larynx, en même temps qu'elle se dilate transversalement, lors de l'émission des voyelles à longues vibrations *o*, *ou*, tandis qu'elle se rétrécit et se raccourcit par le retrait



des lèvres et l'ascension du larynx dans l'émission des voyelles à courtes vibrations (*i*). En prononçant la série des voyelles *ou, u, o, a é, i*, la tubulure diminue de plus en plus de longueur. Les mouvements de la langue, l'ouverture plus ou moins grande de la bouche, les mouvements du voile du palais permettant plus ou moins le passage de l'air par les fosses nasales, sont autant de conditions qui interviennent dans la production des voyelles.

**2° Consonnes.** — Les consonnes sont des *bruits* qui prennent naissance au niveau des différentes parties rétrécies de la tubulure; ces bruits ne sont pas distincts par eux-mêmes et ne peuvent se faire entendre que s'ils sont associés à une voyelle. Suivant qu'elles prennent naissance principalement au niveau des lèvres, de la langue ou du gosier, les consonnes sont divisées en labiales, linguales et gutturales, et chacun de ces groupes comprend des consonnes explosives, continues et tremblotantes, selon que l'émission du son se fait avec vibration brusque ou par un courant d'air continu ou avec tremblement.

### CHAPITRE III

#### PHYSIOLOGIE DES CENTRES NERVEUX

Nous étudierons les fonctions des centres nerveux dans l'ordre naturel imposé par leur complication croissante : moelle, bulbe, mésencéphale, cerveau. Les notions générales qui se rapportent aux éléments nerveux ont été données plus haut; nous n'avons donc pas à y revenir et nous pouvons aborder immédiatement l'étude de la moelle.

#### ARTICLE PREMIER

#### MOELLE ÉPINIÈRE

Un manteau de substance blanche entourant une partie centrale grise, telle est la constitution macroscopique de la moelle. La substance blanche est formée de fibres à myéline; la substance grise de cellules nerveuses et de fibres sans myéline (feutrage des prolongements des corps de neurones). La substance grise sur une coupe a la forme d'un H dont les deux jambages sont représentés par les cornes antérieures et postérieures situées dans les deux moitiés symétriques de la moelle, et le trait transversal par la commissure grise. Les racines antérieures des nerfs rachidiens émergent de la moelle au niveau de la tête des cornes antérieures, les racines postérieures aboutissent à la moelle au niveau de la tête des cornes postérieures. Les neurones médullaires comprennent deux