

exemple que le grand centre d'association postérieur (lobe pariétal) est particulièrement développé chez les hommes de génie, et se distingue alors par une grande abondance de circonvolutions et de plis de passage ainsi que par la profondeur des scissures et des sillons.

Une subdivision du système des neurones corticaux en deux groupes distincts a été également proposée par GRASSET, sous le nom de *neurones de l'automatisme psychologique* et *neurones de la cérébralité supérieure volontaire et libre*. L'activité des premiers, dit GRASSET, apparaît dans une série d'actes coordonnés, très complexes (actes de distractions, rêves, cauchemars, somnambulisme, etc.) ; mais ce sont là des manifestations d'un psychisme inférieur qui doivent être soigneusement distinguées de celles de la fonction psychique supérieure, « siège de la personnalité pleine et vraie, de la conscience entière et morale, de la liberté et de la responsabilité ». Cette distinction faite par GRASSET se rapproche, jusqu'à un certain point, des vues de FLECHSIG.

Chaque centre d'association est d'ailleurs constitué par un grand nombre de centres secondaires, et tel ou tel de ces derniers peut être plus ou moins prédominant chez les différents individus. On sait que le centre d'association du langage articulé se montre particulièrement développé chez les orateurs (exemple le cerveau de GAMBETTA). D'autre part, quand on examine de près le mécanisme de la pensée, on s'aperçoit qu'il n'est pas absolument le même chez tous ; pour certains, les centres d'association des sensations visuelles sont prédominants : pour d'autres, ce sont les centres d'association des sensations auditives qui l'emportent ; les uns sont des *visuels*, les autres des *auditifs* ; ceux-ci entendent pour ainsi dire leur pensée, ceux-là la voient. En outre, on peut remarquer qu'il existe une relation très étroite entre la pensée et les signes extérieurs par lesquels elles se manifestent, et qu'une idée par exemple s'accompagne généralement d'une sorte d'articulation mentale du mot qui y correspond, phénomène qui peut aller, lors d'une forte tension d'esprit, particulièrement chez les *moteurs*, jusqu'à la production effective de mouve-

ments inconscients (mouvements des lèvres, gestes, etc.) ; la pensée est dans ce sens une sorte de *langage intérieur*.

§ 2. — CAPSULE INTERNE

Les fibres émanées des différentes régions de l'écorce cérébrale et groupées en un faisceau compact dans la région de la base de l'hémisphère constituent la *capsule interne*. Sur une coupe horizontale du cerveau la capsule interne se montre sous la forme d'une bandelette blanche située entre le noyau lenticulaire en dehors, le noyau caudé et la couche optique (fig. 168) ; elle est formée de deux segments, l'un antérieur (*lenticulo-strie*), l'autre postérieur (*lenticulo-optique*) s'unissant entre eux en formant un angle ouvert en dehors.

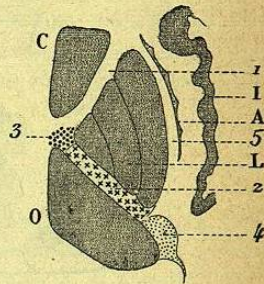


Fig. 168.

Capsule interne sur une coupe horizontale du cerveau.

Le sommet de l'angle porte le nom de *genou* de la capsule. Les fibres de la capsule sont groupées en faisceaux fonctionnellement distincts ; la partie antérieure lenticulo-strie paraît contenir des fibres qui proviennent du lobe frontal (faisceau psychique dont on ignore le mode de terminaison) ; le genou et les deux tiers antérieurs du segment lenticulo-optique contiennent les fibres qui émanent de la zone motrice ; celles qui passent par le genou s'arrêtent dans les noyaux moteurs bulbo-protubérantiels, les autres forment les cordons pyramidal direct et pyramidal croisé de la moelle ; toutes ces fibres motrices passent par le pied du pédoncule cérébral. Le tiers postérieur du segment postérieur de la capsule donne passage aux fibres sensitives et sensorielles (*carrefour sensitif*) ; ces fibres vien-

L, noyau lenticulaire. — C, noyau caudé. — O, couche optique. — A, insula. — A, avant-mur. — 1, bras antérieur de la capsule interne. — 2, bras postérieur, partie antérieure motrice, correspondant aux faisceaux pyramidaux. — 3, genou de la capsule (faisceau moteur bulbaire). — 4, carrefour sensitif. — 5, capsule externe.

ment des centres nerveux inférieurs (par le ruban de Reil et le système de la calotte du pédoncule) et de la région des tubercules quadrijumeaux et du pulvinar (radiations optiques, faisceau acoustique). Ces localisations dans la capsule interne sont établies sur les données de la clinique et de l'expérimentation.

1° Lorsqu'une hémorragie cérébrale détruit chez l'homme la

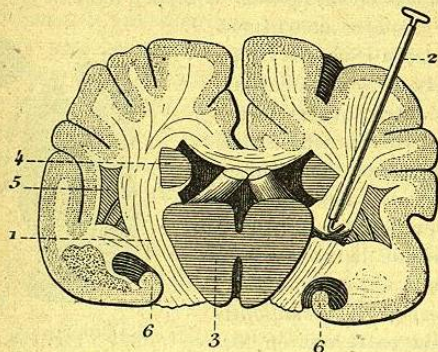


Fig. 169.

Section de la capsule interne (1) avec le crochet de Veysièr (2).

Le crochet étant retiré dans sa gaine on enfonce l'instrument comme un trocart dans le cerveau. Quand son extrémité est parvenue au niveau de la capsule interne on fait saillir le crochet et par un mouvement de rotation de la tige on divise les fibres nerveuses, après quoi on réintroduit le crochet dans son fourreau et on retire l'instrument. — 3, couche optique. — 4, noyau caudé. — 5, noyau lenticulaire. — 6, corne d'Ammon.

partie moyenne de la capsule, il se produit une hémiparésie croisée. Toutefois, pour la face, les muscles innervés par le facial supérieur, l'orbiculaire des paupières notamment, restent à peu près indemnes; le faisceau moteur cortical pour ces muscles passe donc par une autre voie, ou bien ces muscles ont une double innervation corticale. D'après GRASSET, le facial supérieur outre son centre rolandique, aurait un centre dans le pli courbe. Les fibres coupées par l'hémorragie dégèrent de haut en bas jusqu'à leur terminaison dans les centres moteurs bulbaires et médullaires; à mesure que s'opère cette dégénérescence, une certaine catégorie des muscles paralysés, fléchisseurs

pour le membre supérieur, extenseurs pour le membre inférieur, entrent en contracture permanente (*contractures secondaires*).

2° Lorsque l'hémorragie détruit la partie postérieure de la capsule, c'est l'hémianesthésie croisée qui en est la conséquence.

3° Chez les animaux, l'excitation de la capsule interne, surtout de sa portion moyenne, provoque de violentes contractions dans les muscles du côté opposé du corps. D'autre part, VEYSSIÈRE a réussi à l'aide d'un instrument spécial (fig. 169) à couper les fibres de telle ou telle partie de la capsule; il a ainsi pu reproduire à volonté l'hémiparésie ou l'hémi-anesthésie en localisant la lésion soit dans la partie moyenne, soit dans la partie postérieure de la capsule.

§ 3. — NOYAUX GRIS CENTRAUX

Les fonctions des noyaux gris centraux sont encore entourées d'obscurités; l'expérimentation sur ces masses grises est très délicate, en raison de la proximité de la capsule interne. Il semble cependant à peu près établi que le corps strié est en rapport avec la motricité, la couche optique avec la sensibilité. L'excitation du noyau caudé détermine des contractions dans les muscles du côté opposé du corps; la destruction de ce noyau et du noyau lenticulaire des paralysies croisées. La destruction de la couche optique produit des troubles de la sensibilité: d'après LUY, ce ganglion nerveux contient des centres spéciaux pour tous les modes de sensibilité. On pourrait peut-être avec FERRIER considérer les couches optiques et les corps striés comme un appareil couplé sensori-moteur en rapport avec la production de réflexes compliqués et de mouvements automatiques, comme ceux de la marche, qui n'exigeraient pas la participation des centres conscients.

§ 4. — RÉSUMÉ DES VOIES MOTRICES ET SENSITIVES CÉRÉBRO-MÉDULLAIRES

En rapprochant toutes les notions éparses dans les articles précédents, il est facile maintenant d'embrasser dans une vue

d'ensemble la constitution de l'appareil nerveux central de la *motilité* et de la *sensibilité générale*.

On voit d'abord que les neurones des centres nerveux sont groupés et superposés de manière à constituer trois systèmes : un *système inférieur* ou *périphérique*, un *système intermédiaire* ou *de relais* et un *système supérieur* ou *cortical*. Au bas de l'échelle, le système périphérique est formé, pour ce qui concerne la motilité, par les neurones des nerfs moteurs (cellules radiculaires des cornes antérieures de la moelle ou des noyaux moteurs des nerfs crâniens), et, pour ce qui a trait à la sensibilité, par les neurones bipolaires des ganglions rachidiens ou des ganglions homologues des nerfs crâniens : ce sont les *protoneurones* moteurs et sensitifs. Le système intermédiaire est constitué par des neurones d'association, de relais ou de renforcement, comme par exemple les cellules cordinales de la moelle, les neurones cérébelleux, les cellules des tubercules quadrijumeaux, de la couche optique et du corps strié, etc. Enfin, en haut de l'échelle, le système supérieur ou cortical, est constitué par des neurones dont le corps cellulaire forme la substance grise des circonvolutions cérébrales.

Ceci posé, voyons de plus près comment sont formées les voies motrices et sensitives cérébro-médullaires.

1° Voies motrices. — Elles sont de deux sortes : il existe en effet des voies principales entre l'écorce cérébrale et les neurones moteurs bulbo-médullaires, et des voies indirectes passant par des centres de relais situés dans la protubérance et le cer-velet.

a. *Voies principales cortico-spinales.* — Elles sont constituées par la superposition de deux neurones, l'un central, l'autre périphérique (voy. fig. 170). Le *neurone central* a son corps cellulaire dans la zone dite motrice de l'écorce cérébrale (zone périrolandique) ; son prolongement cylindraxile descend dans la substance blanche du centre ovale, traverse la capsule interne, en se réunissant aux autres fibres similaires dans les deux tiers antérieurs du bras postérieur de cette capsule (fig. 168), de là passe dans le pied du pédoncule cérébral du côté correspondant,

dont il occupe avec les fibres similaires les 3/5 moyens (faisceau pyramidal), puis traverse la ligne médiane en s'entre-croisant avec les fibres semblables du côté opposé, pour se mettre

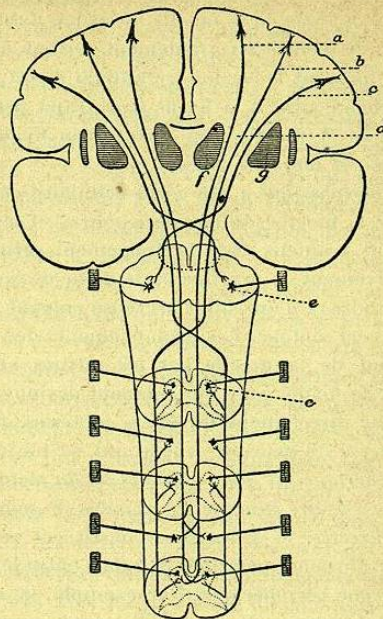


Fig. 170.

Schéma de la voie motrice.

a, b, c, neurones centraux entrant dans la constitution : *a*, du cordon pyramidal direct. — *b*, du cordon pyramidal croisé. — *c*, du faisceau moteur bulbaire. — *e, e*, neurones périphériques. — *f*, couche optique. — *g*, noyau lenticulaire. — *d*, capsule interne.

en rapport par son arborisation terminale avec les prolongements dendritiques du neurone périphérique.

Cet entre-croisement se fait à différentes hauteurs pour les différents neurones corticaux. Ceux dont les prolongements cylindraxiles vont se mettre en rapport avec les noyaux moteurs

des nerfs craniens s'entre-croisent dans la protubérance. Ceux dont les prolongements cylindraxiles descendent jusque dans la moelle s'entre-croisent pour la plupart en bloc au niveau du collet du bulbe (entre-croisement des pyramides) et forment ensuite dans la moitié opposée de la moelle le cordon pyramidal croisé ; une petite partie d'entre eux seulement restent du même côté de la moelle, formant le cordon pyramidal direct, mais s'entre-croisent d'ailleurs aussi à la fin de leur trajet par la commissure blanche de la moelle : en sorte qu'en fin de compte, *le neurone central est toujours croisé.*

Le *neurone périphérique* a son corps cellulaire dans les cornes antérieures de la moelle (*cellules radiculaires*) et les noyaux moteurs des nerfs craniens. Son prolongement cylindraxile s'enroule successivement de myéline et de gaine de Schwann, et va former le cylindraxile d'une fibre nerveuse entrant dans la constitution d'un nerf moteur. Les prolongements des cellules radiculaires sortent de la moelle par les racines antérieures du même côté, et de même ceux qui émanent des noyaux bulbaires vont constituer directement les fibres motrices des nerfs craniens. A l'inverse du neurone central qui est toujours croisé, *le neurone périphérique est donc toujours ou du moins le plus souvent direct, c'est-à-dire innerve les muscles du même côté.*

b. *Voies indirectes.* — Elles sont constituées par l'interposition de un ou plusieurs neurones de relais entre le neurone central et le neurone périphérique. Par exemple, la voie nerveuse pour aller du cerveau à la moelle peut suivre un trajet détourné à travers les masses grises de la protubérance et du cervelet (*voies cortico-ponto-cérébello-spinales*). Dans ce cas, le prolongement cylindraxile du neurone cortical s'arrête dans les masses grises du pont. De ces neurones du pont (premiers neurones de relais) partent des prolongements qui, par les pédicules cérébelleux moyens, gagnent l'écorce grise du cervelet du côté opposé (voy. fig. 160, p. 534, faisceaux cortico-protuberantiels, e, f). De l'écorce du cervelet émanent maintenant les prolongements d'une deuxième série de neurones de relais qui, par le pédoncule cérébelleux inférieur, descendent dans la moelle où ils vont, comme les voies principales, se mettre en rapport avec

les cellules radiculaires des cornes antérieures (voy. fig. 155, p. 524, c, faisceau médullaire cérébelleux centrifuge).

2° *Voies sensitives.* — De même que les voies motrices, les voies sensitives doivent être distinguées en voies principales médullo-corticales et en voies indirectes.

a. *Voies principales médullo-corticales.* — Elles sont aussi constituées, de même que les voies motrices principales, par la superposition de deux neurones, le neurone périphérique ou protoneurone sensitif et le neurone central (voy. fig. 171).

Le *protoneurone sensitif* a son corps cellulaire dans les ganglions rachidiens ou les ganglions homologues des nerfs craniens. Il est relié à la périphérie par le cylindraxile de la fibre nerveuse sensitive, et il envoie vers la moelle ou le bulbe un prolongement cylindraxile qui passe par les racines postérieures de la moelle ou les racines sensitives des nerfs craniens. Les prolongements cylindraxiles des divers neurones périphériques vont, par leurs arborisations terminales, se mettre en rapport à différentes hauteurs de l'axe gris bulbo-médullaire avec les corps cellulaires des *neurones sensitifs centraux*. Ceux-ci se trouvent dans la substance grise de la moelle (surtout cornes postérieures), dans les noyaux de Goll et de Burdach, dans les noyaux sensitifs des nerfs craniens. Des prolongements cylindraxiles de ces neurones centraux franchissent la ligne médiane en s'entre-croisant avec les similaires du côté opposé : ceux des cornes postérieures dans la moelle, ceux des noyaux de Goll et de Burdach dans la partie supérieure du bulbe (entre-croisement des fibres du ruban de Reil). Le faisceau sensitif, ainsi formé et maintenant croisé, monte dans la protubérance, se grossit des prolongements cylindraxiles venus des noyaux sensitifs des nerfs craniens du côté opposé, passe dans l'étage supérieur (ou calotte) du pédoncule cérébral et gagne ainsi la capsule interne dont il occupe la partie tout à fait postérieure du bras postérieur (fig. 168) ; de là ses fibres s'irradient dans le centre ovale pour se rendre à l'écorce cérébrale dans la zone sensitive qui, comme nous l'avons vu, se confond avec la zone dite motrice, c'est-à-dire occupe la région périrolandique.

On voit donc que pour la voie sensitive, comme pour la voie motrice, le neurone périphérique est toujours ou du moins le plus souvent direct, et le neurone central toujours croisé.

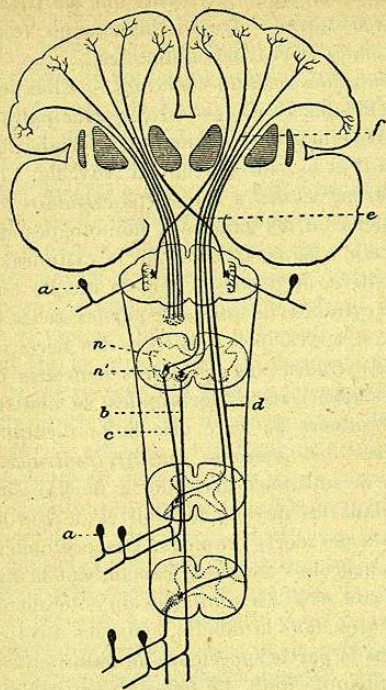


Fig. 171.

Schéma de la voie sensitive.

a, a, neurones périphériques avec leurs prolongements intra-médullaires *b, c*, formant les cordons de Goll et de Burdach. — *n, n'*, neurones centraux dont les corps cellulaires se trouvent dans les noyaux de Goll et de Burdach. — *d*, neurone central dont le corps cellulaire est dans les cornes postérieures de la moelle (fibre du cordon de Gowers). — *e*, ruban de Reil. — *f*, capsule interne.

Toutefois la schématisation précédente ne répond pas entièrement à la réalité. D'après les travaux les plus récents, il faut admettre la superposition de trois neurones dans la constitution

de la voie sensitive, en intercalant entre les deux neurones, périphérique et central, un neurone central intermédiaire ou de relais. Celui-ci est représenté par le neurone décrit précédemment comme neurone central, et a son corps cellulaire dans l'axe gris bulbo-médullaire; seulement son prolongement cylindraxile, après l'entre-croisement, ne remonte pas, contrairement à ce qui vient d'être dit, jusque dans l'écorce cérébrale, mais s'épuise dans la couche optique; et c'est ce ganglion nerveux qui contient la cellule du dernier neurone ou neurone cérébral dont le cylindraxe s'étend jusqu'à l'écorce du cerveau. En d'autres termes, la voie sensitive centrale présente une interruption de toutes ses fibres dans le thalamus.

b. Voies sensibles indirectes. — La voie sensitive, au lieu de gagner l'écorce cérébrale par le trajet le plus court, peut suivre un trajet détourné en passant par le cervelet. Dans ce cas, comme dans le cas précédent, le neurone périphérique est encore le protoneurone ganglionnaire, et le neurone central un neurone thalamo-cortical, mais entre les deux se trouvent interposés des neurones de relais cérébelleux: cellules de la colonne de Clarke dont les prolongements cylindraxiles forment le faisceau cérébelleux direct de Flechsig (fig. 160, a, et fig. 156, c) et cellules cérébelleuses envoyant leurs prolongements cylindraxiles vers l'hémisphère cérébral du côté opposé par le pédoncule cérébelleux supérieur, le noyau rouge et la couche optique (fig. 160, h).

3° Voies et neurones d'association. — En dehors des grandes voies que nous venons de décrire, établissant dans les deux sens (centripète et centrifuge) la communication entre la périphérie et les centres, il existe encore toute une série de neurones qui établissent simplement des communications entre différents étages plus ou moins rapprochés des centres nerveux: ce sont les neurones *commissuraux* ou *d'association*. Ils sont représentés dans la moelle par les *cellules à cylindraxe court* dont les prolongements ne sortent pas de la substance grise et ne se myélinisent pas, et par les *cellules cordonales* dont les prolongements cylindraxiles s'entourent de myéline, et vont

constituer dans les cordons des commissures qui relient entre eux les divers étages de la moelle, soit du même côté, soit du côté opposé (fibres endogènes de la moelle, formant le faisceau fondamental du cordon antérieur et du cordon latéral et une partie du cordon postérieur). Dans le bulbe et la protubérance, on trouve également de telles voies d'association (notamment fibres arciformes), et dans le cerveau ces voies sont représentées principalement par les fibres du corps calleux et les diverses fibres qui relient entre elles les différentes régions de l'écorce.

§ 5. — NUTRITION DU CERVEAU

Il nous reste à étudier la circulation cérébrale et certains phénomènes physiques, chimiques et physiologiques qui apparaissent comme manifestations de l'activité du cerveau.

1° Circulation cérébrale. — Le cerveau étant logé dans une boîte osseuse inextensible, la dilatation de ses vaisseaux artériels au moment de la systole cardiaque ne peut s'effectuer que grâce au départ hors de la cavité crânienne d'une certaine quantité de liquide précisément égale à celle qui y entre. Le cerveau et la moelle se trouvent séparés des parois osseuses du canal céphalo-rachidien par une couche liquide, le *liquide céphalo-rachidien*, formant autour de ces masses nerveuses un matelas protecteur. Ce liquide situé entre la pie-mère et le feuillet viscéral de l'arachnoïde est un véritable produit de sécrétion (de l'arachnoïde ?) ; il contient 99 p. 100 d'eau, des sels (surtout de potasse), et des traces de matières albuminoïdes. Il peut refluer en petite quantité du crâne au rachis par le trou occipital au moment de l'expansion des artères cérébrales, car le canal rachidien ne représente pas comme le crâne une cavité inextensible ; grâce aux intervalles membraneux qui existent entre chaque vertèbre et au niveau des trous de conjugaison, il peut loger à un moment donné un surplus de liquide. Mais c'est surtout le départ du sang veineux qui permet l'arrivée du flot artériel dans les vaisseaux cérébraux ; en effet, vient-on à ouvrir un

sinus de la dure-mère, le sang s'en échappe par jets saccadés, isochrones aux pulsations cardiaques : en raison de leur situation superficielle les grosses veines cérébrales sont comprimées à chaque augmentation rythmique de la pression intra-cranienne : telle est la cause de ce pouls veineux. Si l'on fait un trou à la paroi crânienne pour y visser un tube rempli d'eau, on constate que le niveau de l'eau oscille à chaque pulsation cardiaque, c'est-à-dire à chaque variation de la pression intra-cranienne (*pouls du cerveau*). Chez l'enfant le crâne n'étant pas complètement ossifié, on peut percevoir ce pouls cérébral en appliquant la main sur les fontanelles. Il en est de même chez l'adulte dont la boîte crânienne a subi accidentellement une large perte de substance.

La connaissance de la distribution des artères cérébrales et de leurs territoires d'irrigation est d'une grande importance ; on en trouvera la description dans les traités d'anatomie. Les vaso-moteurs cérébraux sont fournis, pour une part au moins, par le sympathique cervical ; la section de ce cordon nerveux amène une hyperémie notable de la pie-mère.

2° Signes physiques, chimiques et physiologiques de l'activité cérébrale. — L'excitation d'organes périphériques s'accompagne d'une élévation de température de la substance propre du cerveau. SCHIFF à l'aide d'aiguilles thermo-électriques implantées dans chaque hémisphère, Mosso à l'aide de thermomètres très sensibles, ont établi ce fait d'une manière indiscutable. Pendant le repos, dans le sommeil, la température du cerveau s'abaisse au contraire sensiblement. Les excitations périphériques produisent aussi des variations électriques à la surface cérébrale. L'activité du cerveau se traduit encore par différents phénomènes d'ordre chimique, l'augmentation des phosphates dans l'urine entre autres. D'autre part tout travail cérébral s'accompagne de modifications vasculaires ; en étudiant les variations de volume du cerveau chez des individus ayant subi une large perte de substance de la boîte crânienne, Mosso constata que le cerveau, plus ou moins anémié pendant le sommeil, s'hyperhémie et se gonfle lorsqu'il entre en activité. Le sommeil

naturel résulte, selon toute vraisemblance, d'un état de fatigue des éléments nerveux comparable à la fatigue des muscles ; mais nous ne possédons aucune notion sur la cause de la périodicité des états de veille et de sommeil. Pendant le sommeil, les phénomènes nerveux qui dépendent du cerveau sont abolis (conscience, perception), mais le fonctionnement des organes de la vie végétative n'est pas suspendu. Cet état est comparable à celui de l'animal auquel on a extirpé les hémisphères cérébraux. Toutefois, chez l'animal endormi, le cerveau peut présenter encore des traces d'activité psychique (rêves), et même des phénomènes d'innervation motrice dans la sphère des muscles de la vie de relation (très accentués dans le *somnambulisme*).

Quant à l'état désigné sous le nom d'*hypnose*, et qui présente quelque analogie avec le *somnambulisme*, nous ne pourrions en entreprendre l'étude sans sortir du cadre de ce livre élémentaire (consultez les traités de pathologie nerveuse).

Certains poisons, qui ont une action très puissante sur le système nerveux, altèrent les fonctions cérébrales d'une façon spéciale. Ce sont principalement les anesthésiques (éther, chloroforme, alcool, etc.). Après une période passagère d'excitation, caractérisée par une suractivité des centres psychiques, moteurs et sensoriels, ils déterminent une dépression nerveuse analogue à celle qui se produit dans le sommeil, mais plus profonde encore. Dans le sommeil chloroformique la conscience est supprimée, la sensibilité abolie, et seuls les centres automatiques du bulbe et de la moelle conservent leur intégrité. Si l'intoxication est poussée plus loin, ces derniers sont atteints à leur tour et l'animal meurt.

CHAPITRE IV

PHYSIOLOGIE SPÉCIALE DES NERFS

Dans les troncs nerveux, les différentes fibres sensibles, motrices, vaso-motrices, sécrétoires, inhibitoires sont intimement mélangées. Les dissocier, rechercher leur lieu d'origine dans les centres bulbo-médullaires et les poursuivre dans leur distribution à la périphérie, tel est le but que doit viser la physiologie spéciale des nerfs.

ARTICLE PREMIER

RÉPARTITION DE LA MOTRICITÉ ET DE LA SENSIBILITÉ DANS LES NERFS

La plupart des troncs nerveux sont à la fois moteurs et sensitifs (nerfs mixtes) ; c'est la règle pour tous les nerfs émanant de la moelle, ou nerfs rachidiens, puisqu'ils sont constitués par la réunion des deux racines antérieure et postérieure, celle-là motrice, celle-ci sensitive. Quelques nerfs craniens sont exclusivement moteurs à leur origine, mais ils ne tardent pas à acquérir la sensibilité à la périphérie, en empruntant des fibres à d'autres troncs nerveux sensitifs. En effet, à la périphérie, les branches terminales des nerfs s'envoient de nombreuses anastomoses et mélangent leurs fibres, de telle sorte que la simple dissection d'un nerf ne suffit pas toujours pour renseigner exactement sur son mode de distribution et qu'il est nécessaire de compléter les