

et surtout qualitatifs du sang qui irrigue les cellules nerveuses de la moelle constituent un excitant. C'est ainsi que l'on a expliqué l'action des centres bulbaires sur la respiration. Ce n'est plus là, il est vrai, un mouvement réflexe, l'excitation centripète faisant défaut, mais il n'est pas permis non plus, dans ce cas, de parler de spontanéité au sens rigoureux du mot.

Tonicité du système vaso-moteur. — L'action tonique de la moelle ne s'exerce pas seulement sur le système musculaire de la vie de relation, mais encore sur le système vasculaire. La moelle entretient une certaine tonicité de l'arbre vasculaire. Si l'on sépare les centres supérieurs du bulbe, on constate par suite du traumatisme une diminution dans la pression artérielle, mais la pression présente encore une certaine hauteur alors qu'elle tombe très bas quand on fait porter la section au-dessous du bulbe (Goltz). Cette expérience montre bien qu'il part du bulbe une influence nerveuse tonique qui maintient un tonus vasculaire marqué.

Il ne faudrait pas cependant conclure de cette expérience à un centre tonique unique, localisé dans le bulbe. La pression, déjà basse, baisse encore si, après avoir supprimé le bulbe, on détruit toute la moelle, en employant par exemple le procédé de Gley : injection d'eau chaude sous pression dans le canal médullaire, il existe donc encore dans la moelle des cellules nerveuses qui agissent sur la tonicité du système vasculaire ; en poussant plus loin cette étude analytique, on voit que l'action tonique est encore plus générale, que toutes les cellules nerveuses en dehors de celles de l'axe cérébro-spinal possèdent une certaine activité tonique. On obtient encore en effet des variations de pressions chez des animaux dont l'axe cérébro-spinal est complètement détruit, par l'action de certaines substances (Gley).

Lois des réflexes. — On appelle lois des réflexes les condi-

tions principales suivant lesquelles peuvent s'exercer ces mouvements.

Ces lois sont connues sous le nom de loi de Pfluger. Suivant M. Ch. Richet, on peut admettre deux lois fondamentales et deux lois accessoires.

Loi de la localisation. — Si l'on excite une région sensible, le premier mouvement réflexe qui se produit porte sur les muscles voisins de la région excitée.

Une excitation légère sur la patte d'une grenouille décapitée détermine un mouvement réflexe localisé dans la patte excitée.

Un grand nombre de réflexes restent ainsi localisés : Le réflexe palpébral, mouvement du muscle orbiculaire de la paupière quand la conjonctive est touchée ; réflexe gastrique, l'excitation de la muqueuse de l'estomac détermine simplement la sécrétion gastrique.

Loi de l'irradiation. — Si l'excitation est plus intense, ou si la moelle est plus excitable (par la strychnine par exemple) le mouvement ne reste plus localisé dans la région excitée, il y a irradiation vers les autres régions. Toutefois cette irradiation semble suivre certains lois.

C'est ainsi que pour une excitation modérée, il y a mouvements réflexes dans les muscles homologues du côté opposé. La grenouille décapitée, après une excitation plus forte que dans le cas précédent relèvera d'abord la patte touchée, puis ensuite la patte correspondante de l'autre côté.

Dans certains cas d'affections médullaires où la moelle est très excitable, un mouvement réflexe déterminé par l'excitation d'un membre peut être accompagné ou suivi d'un même mouvement du membre homologue (Vulpian).

Si l'excitation est plus forte, le mouvement se propage dans les autres régions et il y a d'abord irradiation transversale, mouvement dans les parties homologues, puis irra-

diation longitudinale, mouvement dans les parties situées sur le même côté.

Loi de la coordination. — Les mouvements réflexes semblent être appropriés à un but, ce sont en définitive des mouvements de défense : occlusion de la paupière, toux consécutive à l'irritation pharyngée, etc.

Une expérience classique de Pfluger, modifiée par Auerbach, montre cette coordination et soulève le grand problème physiologique de la conscience médullaire.

Sur une grenouille décapitée, on dépose avec un agitateur une goutte d'acide acétique en haut de la cuisse, près de l'anus. Le membre postérieur se contracte et le pied vient ainsi toucher, frotter le point irrité. On coupe la patte, l'animal contracte encore le tronçon, puis après quelques efforts, l'autre patte entre en mouvement et le pied vient toucher l'endroit attaqué par l'acide, ce sont bien là des mouvements coordonnés et défensifs.

Aussi devant ces faits, Vulpian fait-il remarquer que l'opération physiologique qui donne lieu aux mouvements réflexes ne se borne pas à une simple transmission de l'excitation centripète aux cellules motrices : il y a quelque chose de plus compliqué. Mais quoi !

Robert Whytt, Pfluger, Auerbach, Talma arrivent à admettre une certaine conscience vague dans la moelle. Legallois voyait dans la moelle un deuxième centre volontaire.

Un certain nombre de mouvements réflexes coordonnés, les syncinésies réflexes de Vulpian peuvent s'expliquer, par l'ébranlement de centres moteurs médullaires communs qui mettent en mouvement les groupes musculaires correspondant à ce centre, mais cette conception n'explique pas les mouvements d'adaptation, mouvements qui paraissent exiger un certain raisonnement si vague et si faible soit-il.

Loi de l'ébranlement prolongé. — Une excitation isolée peut provoquer non seulement un mouvement réflexe unique

ou généralisé, mais encore une série de mouvements qui se répètent pendant un certain temps.

Chez une grenouille décapitée une forte excitation électrique de la moelle donne lieu à une série de secousses irrégulières qui tendent à prendre la forme du tétanos (Marchand).

Si la grenouille a reçu de la strychnine, une excitation très légère produit les mêmes résultats. On voit dans ce cas que l'ébranlement communiqué à la moelle se continue, longtemps après que l'excitation a cessé d'agir. C'est ce que M. Ch. Richet caractérise par le vieil adage modifié : *sublata causa, non tollitur effectus*.

Quelquefois, on note chez les malades des effets analogues, le choc préroutilien détermine une série de mouvements réflexes de la jambe, qui peuvent même aller en s'exagérant et prendre le caractère de la trépidation épileptoïde.

Vitesse des actions réflexes. — Helmholtz, le premier, a mesuré la vitesse des actions médullaires, il a trouvé que cette vitesse était douze fois moindre que celle de la transmission dans les troncs nerveux. Wundt a cherché quel était le temps perdu de l'action réflexe dans la moelle. Son principe est le suivant. On excite une racine sensitive et on enregistre la contraction du muscle. Le temps qui s'écoule entre l'excitation de la racine sensitive et la contraction du muscle se compose de deux facteurs A + B. L'un peut être déterminé par une expérience ultérieure ou antérieure. C'est le temps perdu dépendant de la transmission motrice et de la contraction du muscle. Si l'on déduit du temps perdu observé, cette donnée, on obtient le temps perdu de l'action réflexe.

Elle serait de 0^{''}008 à 0^{''}015 par seconde chez la grenouille (Wundt), de 0^{''}05 chez l'homme (Exner). La durée de l'irradiation transversale serait plus longue que celle de l'irradiation longitudinale.

Cette vitesse est d'ailleurs très variable, elle est proportionnelle à l'intensité de l'excitant et à l'excitabilité de la moelle. La strychnine diminue le temps perdu, dans l'ataxie au contraire il est considérablement augmenté et il est même appréciable sans appareil (1").

Influence des centres nerveux supérieurs. — Les centres nerveux supérieurs exercent une action modératrice sur les centres médullaires, ils agissent en diminuant l'excitabilité de la moelle et par suite les mouvements réflexes. Ce sont des centres modérateurs (Seæchenoff).

Une expérience simple démontre nettement cette action modératrice. Une excitation électrique ou autre qui, chez une grenouille normale, n'amène aucune réaction dans la région excitée, déterminera au contraire un mouvement réflexe énergique si l'on décapite l'animal.

Chez l'homme les réflexes se produisent mieux pendant le sommeil alors que l'activité psychique est endormie. La volonté enfin, c'est-à-dire les centres supérieurs, peuvent s'opposer à la réalisation d'un mouvement réflexe, tels que la toux, l'éternuement. L'irritation de la moelle par suite même de la section bulbaire a été invoquée pour expliquer l'irritabilité exagérée de la moelle après la décapitation, mais cette excitabilité persiste longtemps après l'opération et quand les effets dus aux phénomènes inflammatoires ont dû disparaître (Schiff). L'hémisection de la moelle détermine une exagération de la sensibilité (hypéresthésie) et des mouvements réflexes dans le côté opposé (Brown-Séquard).

Suivant la théorie des centres modérateurs encéphaliques, on devrait constater une diminution de l'excitabilité médullaire quand on détermine l'activité de ces centres.

Les résultats obtenus sont loin d'être probants, nous en dirons autant des expériences de Langendorff, de Bœttcher, qui tendraient à faire admettre que les excitations sensitives

en maintenant les centres nerveux cérébraux dans un certain état de tonicité, retentissent ainsi sur la moelle et modèrent ses effets. La section des nerfs optiques, la destruction du tympan, chez la grenouille, permettrait d'observer un croassement (réflexe laryngé) que l'on n'observe que sur les grenouilles décapitées.

L'absence des centres modérateurs céphaliques chez les nouveau-nés expliqueraient leurs réflexes faciles et leurs convulsions spinales ?

Les adversaires des centres modérateurs céphaliques expliquent l'accroissement de l'irritabilité médullaire par le traumatisme (voir plus haut), par une diminution dans le retard des transmissions intra-centrales, les impressions sensitives ne passant plus dans le cerveau, se réfléchissent immédiatement sur les cellules motrices de la moelle (Yon).

On peut observer une diminution de l'activité réflexe de la moelle dans d'autres conditions. Une excitation périphérique forte suffit pour amener l'arrêt ou la diminution des autres réflexes.

Le conseil vulgaire de pincer fortement la queue d'un chien pour lui faire lâcher immédiatement ce qu'il tient dans la gueule, repose sur ce fait.

Des conditions qui modifient les actions réflexes. — *Influence de la circulation sanguine.* — La moelle peut conserver ses propriétés après la séparation avec les centres supérieurs, cette constatation facile à faire avec des animaux à sang froid (grenouilles et tortues), peut être réalisée également avec des mammifères. Des chiens ont survécu plusieurs années après une section de la moelle.

Mais l'apport sanguin est nécessaire. Chez les animaux à sang froid, la suppression complète du sang (grenouilles chez lesquelles on a remplacé tout le sang par une solution d'eau salée à 10 p. 1000 dites grenouilles salées), n'amène pas immédiatement la suppression de l'activité médullaire, mais

celle-ci disparaît néanmoins assez rapidement. Chez les animaux supérieurs la disparition de l'activité médullaire est beaucoup plus rapide.

L'expérience de Stenon est classique. On fait la ligature ou mieux on comprime l'aorte abdominale, très rapidement, en moins de cinq minutes, on note une faiblesse, puis une paralysie du train postérieur, alors que les muscles entrent encore en contraction par une excitation directe, ce qui prouve que c'est le système nerveux qui est touché le premier.

La même expérience peut être faite, en comprimant l'aorte thoracique après avoir ouvert le thorax et assuré l'hématose par une respiration artificielle. Au bout de quatre secondes, le réflexe conjonctival est aboli, puis l'on observe des convulsions passagères sur lesquelles nous reviendrons et enfin une résolution générale. Si à ce moment, la vingtième seconde environ, on laisse le sang reprendre son cours, la vie se manifeste de nouveau et la moelle reprend son activité, mais une période plus longue entraîne généralement la mort définitive.

Il faut toutefois faire une exception pour les animaux nouveau-nés ou les mammifères refroidis à une température très basse. Nous avons déjà vu que ces deux catégories d'êtres à propos de la chaleur animale établissent un point de transition entre les animaux à sang froid et les animaux à sang chaud. Il en est de même pour les réflexes. Chez les nouveau-nés, après la section du cœur, les réflexes peuvent persister un quart d'heure (dix-sept minutes chez un fœtus de chat à terme). Il en est de même chez les animaux que l'on amène à une température centrale inférieure à 30°.

Action stimulante de l'anémie sur les réflexes. — L'anémie, avant d'amener l'inexcitabilité de la moelle, détermine d'abord une phase d'hyperexcitabilité; c'est là un phénomène général et non particulier à la cellule médullaire.

C'est ainsi que dans l'expérience citée plus haut, du lapin au tronc aortique comprimé, on voit dans les 15 à 18 premières secondes éclater ces mouvements convulsifs généralisés. Dans la mort par hémorragie, on observe également ces convulsions. L'excitabilité plus grande des chlorotiques pourrait trouver son explication dans cette donnée de la physiologie expérimentale.

Brown-Séquard explique l'épilepsie réflexe observée sur les cobayes à moelle sectionnée par une anémie médullaire.

Influence de la fatigue, de la chaleur. — L'activité de la moelle s'épuise après une phase très active. C'est ainsi qu'après une attaque tétanique on voit souvent survenir une attaque clonique constituée par de grandes secousses espacées. La moelle est alors incapable de maintenir constante ses incitations, elle se repose entre chaque contraction. Il est souvent impossible après une violente attaque d'en déterminer immédiatement une nouvelle, il faut donner à la moelle le temps de se reposer. Fait curieux, cette récupération peut se faire même indépendamment de la circulation, chez les animaux à sang froid bien entendu.

Action des substances toxiques sur la moelle. — Certaines substances augmentent primitivement le pouvoir réflexe médullaire, telles la strychnine, la brucine, la picrotoxine; d'autres ne produisent cet effet qu'à dose énorme et après avoir déterminé à dose plus faible des réactions différentes, telle la morphine, qui, en très grande quantité, devient un convulsivant médullaire.

Les substances qui, au contraire, diminuent l'activité médullaire sont surtout des poisons généraux qui n'ont pas une action élective sur la cellule nerveuse médullaire, mais sur toutes les cellules nerveuses en général, tels le chloroforme, le chloral, les bromures.

Centres médullaires. — On a décrit dans la moelle une série de centres fonctionnels qui présideraient à certains groupes de mouvements coordonnés (synchronies de Vulpian). Il nous suffira de les citer brièvement.

Centre cilio-spinal (Walter, Chauveau). — S'étend de la

sixième vertèbre cervicale à la deuxième dorsale. Préside à la dilatation de l'iris par l'intermédiaire des filets moteurs du sympathique cervical.

Centre cardiaque (Cl. Bernard). — Entre la partie inférieure de la région cervicale et la première partie de la région dorsale. Accélérateur du cœur par les fibres sympathiques qui émergent de la moelle avec les racines du ganglion cervical inférieur.

Centre ano-spinal (Masius). — Au niveau de la sixième vertèbre lombaire chez le lapin. Présiderait à la tonicité et à la contraction du sphincter anal. Gluge admet que ces deux actions sont soumises à deux centres différents.

Centre vésico-spinal (Gannuzzi). — Entre les troisième et quatrième vertèbres lombaires. Préside à la contraction des muscles vésicaux.

Centre génito-spinal (Budge). — Vers la quatrième lombaire. Déterminerait la contraction des canaux déférents et des vésicules séminales chez le mâle et de l'utérus chez la femelle.

Avec Vulpian, M. Ch. Richet n'admet pas le terme de centre pour ces régions médullaires. Ces régions sont le point de départ des nerfs qui, étant affectés à une même fonction, peuvent avoir des racines réelles très rapprochées et en relations étroites entre elles.

BULBE RACHIDIEN

Topographie. — Le bulbe rachidien, moelle allongée (médulla oblongata), est, comme ce dernier nom l'indique,

la continuation de la moelle. Il forme l'intermédiaire entre cette dernière et l'encéphale proprement dit. On ne saurait lui indiquer de limites précises. Les fonctions du bulbe sont nombreuses, et son étude est une des plus importantes et des plus délicates de la physiologie, il forme en effet une sorte de carrefour où s'entrecroisent tous les filets conducteurs qui relient l'encéphale à la moelle et il possède, en outre, des centres importants.

Pour étudier la constitution anatomique du bulbe, il est nécessaire de distinguer :

- 1° Les parties qui sont les prolongements de la moelle ;
- 2° Les parties nouvelles ou propres au bulbe.

Comme pour la moelle, il faut étudier le bulbe en tant que simple conducteur et en tant que possédant des centres spéciaux-autonomes, à fonctions déterminées.

1° *Parties qui sont les prolongements de la moelle.* — Les groupements d'éléments nerveux qui existent dans la moelle, présentent en arrivant dans le bulbe, même avant ou après leur passage, des modifications importantes et complexes.

Comme pour la moelle, il est nécessaire d'étudier séparément les faisceaux de substances blanches et les masses grises.

Substance blanche. — *Faisceaux pyramidaux.* — *Faisceau pyramidal direct.* — Les fibres de ce faisceau s'entre-croisent ou suivant l'expression se décussent, avant leur arrivée au bulbe, par la commissure grise antérieure. Dans le bulbe ils n'ont donc pas à subir de nouvel-entre-croisement et vont constituer une partie de la pyramide antérieure du même côté.

Faisceau pyramidal croisé. — Ce faisceau ne subit la décussation qu'au niveau du bulbe, ces fibres s'inclinant en dedans passent par lames successives du côté opposé, en décapitant la colonne antérieure qu'ils séparent totalement de la masse grise centrale, et vont en s'élevant constituer la masse superficielle des pyramides antérieures, la partie profonde étant constituée par le faisceau pyramidal direct. Les pyramides antérieures constituent donc le passage des incitations motrices.

Quant à la décussation elle est finalement complète, puisqu'elle se fait, immédiatement dans le bulbe pour le faisceau croisé, plus bas dans la moelle pour le faisceau improprement appelé (au point de vue de ses fonctions physiologiques) direct.

On comprend que si une lésion pathologique frappe le faisceau pyramidal croisé au-dessous du bulbe, on ne doit avoir qu'une hémiplegie incomplète, alors que cette dernière sera complète et croisée si elle frappe le faisceau pyramidal dans son intégrité, avant sa séparation en deux faisceaux : croisé et direct¹.

Faisceau sensitif latéral. — Ce faisceau se comporte exactement comme le faisceau pyramidal croisé, la décussation ayant lieu à un niveau supérieur (Sappey et Duval).

Faisceau radiculaire antérieur (ou faisceau intermédiaire du bulbe). — Ces faisceaux présentent un simple écartement constituant une espèce de *boutonnière* (Testut) par où passent le faisceau pyramidal croisé et le faisceau sensitif latéral, mais ne subissent pas d'entre-croisement et gagnent directement le pédoncule cérébral.

Faisceau de Gowers. — Il en est de même de ce faisceau, qui va former la partie externe de la couche du ruban de Reil.

Faisceau cérébelleux direct. — Ainsi que l'indique sa désignation, ne s'entrecroise pas et se rend au vermis supérieur du cervelet, par des fibres directes et par des fibres au trajet plus compliqué (Monakow).

Cordons postérieurs. — Les cordons postérieurs (faisceau

¹ On a signalé pour le faisceau pyramidal des anomalies curieuses :

^{1°} Le faisceau direct, normalement beaucoup plus petit que le faisceau croisé, peut devenir le principal, au point de vue du volume ;

^{2°} Ce faisceau direct peut manquer, la décussation étant complète au niveau du bulbe. L'anomalie portant sur les deux faisceaux ou sur un seul ;

^{3°} La décussation n'a pas lieu.

de Burdach et faisceau de Goll) ne subissent qu'une décussation partielle. Parmi les fibres du faisceau de Burdach, les fibres sensitives qui tirent leur origine des colonnes de Clarke passent à travers la corne postérieure qu'ils décapitent comme les cordons antéro-latéraux avaient fait pour les cornes antérieures, et vont avec ces cordons latéraux décussés constituer la partie profonde des pyramides antérieures. Les autres fibres se terminent par un trajet direct dans les noyaux gris bulbaires qui constituent le noyau restiforme et le noyau post-pyramidal. Les fibres du cordon de Goll après avoir constitué les pyramides postérieures aboutissent en partie dans le noyau post-pyramidal.

Le diagramme suivant de Testut résume la constitution des pyramides bulbaires.

Plan superficiel. Faisceau moteur volontaire.	{ Faisceau pyramidal direct. Faisceau pyramidal croisé.
Plan moyen. Faisceau sensitif.	{ Faisceau sensitif latéral croisé et fibres sensitives du faisceau de Burdach.
Plan profond. Faisceau commissural moteur.	{ Faisceau radiculaire antérieur. (Direct.)

Le plan superficiel constitué par les faisceaux pyramidaux antérieurs, continuant son trajet ascendant à travers la protubérance en s'incurvant va constituer l'étage inférieur (moteur) des pédoncules cérébraux, pour aller former ensuite les couches blanches des corps striés. Le plan moyen, qui constitue les faisceaux postérieurs (pyramides sensitives) (Sappey, Duval), va constituer l'étage supérieur des pédoncules cérébraux. Ces fibres sensitives se rendant en partie aux couches optiques.

Substance grise. — Le passage des fibres du cordon latéral en se décussant et de celles des fibres sensitives du cor-

¹ La dégénérescence des cordons postérieurs, dégénérescence ascendante, respecte les corps restiformes.

don de Burdach en gagnant les fibres du cordon latéral, à travers les cornes grises antérieures et postérieures et déter-

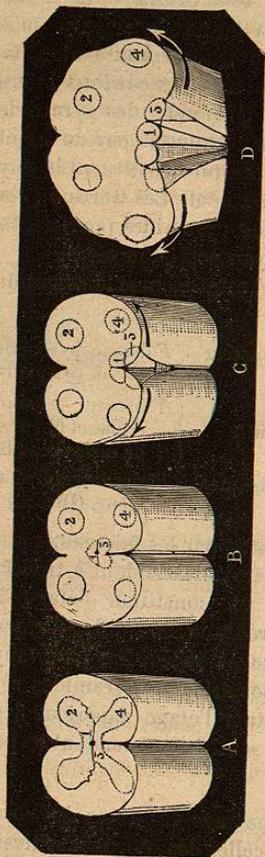


Fig. 100. — Schéma représentant les modifications subies par la colonne grise centrale en passant de la moelle dans le bulbe (TESNIT, *Anatomie*).

A, la colonne grise au-dessous de l'entre-croisement des pyramides. — B, décapitation des cornes antérieures et des cornes postérieures (d'où quatre colonnes grises). — C, les cordons postérieurs et les deux colonnes sensibles se déjetent en dehors au moment où le canal de l'épendyme va s'élargir et s'étaler pour former le quatrième ventricule. — D, la situation nouvelle qu'occupent les quatre colonnes grises lorsque la formation ventriculaire est complètement effectuée.
1, base des cornes antérieures. — 2, tête des cornes antérieures. — 3, base des cornes postérieures. — 4, tête des cornes postérieures.

minant la décapitation de ces cornes, sépare la masse grise en quatre noyaux de chaque côté.

L'ouverture du canal épendymaire, pour donner naissance au quatrième ventricule, fait que les noyaux dérivant des bases des cornes se trouvent placés sur ce plancher, le noyau basilaire des cornes antérieures près de la ligne médiane, celui des cornes postérieures, contigu mais en dehors du premier; quant aux noyaux céphaliques ils sont rejetés plus en dehors (fig. 100).

Il existe ainsi dans chaque côté quatre noyaux ou colonnes distinctes; deux motrices, deux sensibles. Mais ces noyaux vont être séparés eux-mêmes en un certain nombre de plus petits par les fibres arciformes qui viennent du corps restiforme.

Ces noyaux ainsi divisés constituent les racines réelles d'un certain nombre de nerfs que l'on peut grouper dans le diagramme suivant, les racines se formant à des étages différents.

Noyau basilaire de la corne antérieure (colonne motrice postérieure), partie interne du plancher du IV ^e ventricule.	} Noyau de l'hypoglosse, noyau commun du facial et du moteur oculaire externe; noyau du pathétique et du moteur oculaire commun.
Noyau céphalique de la corne antérieure (colonne motrice antérieure).	
Noyau basilaire de la corne postérieure. Colonne sensitive postérieure; partie externe du plancher du IV ^e ventricule.	} Noyau antéro-latéral de Stilling, Spinal et fibres motrices du pneumogastrique et du glosso-pharyngien. Noyau accessoire de l'hypoglosse. Noyau inférieur du facial. Noyau moteur du trijumeau.
Noyau céphalique de la corne postérieure (colonne sensitive antérieure).	
	} Noyau du nerf auditif, des fibres sensibles du pneumogastrique, de l'hypoglosse, faisceau du trijumeau.
	} Noyau bulbaire du trijumeau.