

## CERVELET

*Connexions anatomiques.* — La structure du cervelet est analogue à celle du cerveau, mais les circonvolutions y sont réduites à des lamelles de substances grises corticales, renfermant de grosses cellules globuleuses ou fusiformes : cellules de Purkinje qui sont les homologues des cellules pyramidales de l'écorce cérébrale.

Le cervelet est réuni au névraxe par trois paires de cordons désignés sous le nom de *pédoncules cérébelleux inférieurs, moyens et supérieurs*. Les inférieurs se dirigent vers le bulbe, pour aboutir aux corps restiformes, ils se résolvent en une série de fibres arciformes déjà décrites. A côté de ce pédoncule, il faut signaler les fibres du faisceau cérébelleux direct, qui réunissent le cervelet à la moelle. Les pédoncules moyens se rendent à la protubérance, d'où leurs fibres vont gagner soit le cerveau, soit le côté homologue du cervelet, en décrivant une anse complète, ou bien encore se perdent dans la protubérance. Quant au pédoncule supérieur, après s'être entrecroisé sous les tubercules quadrijumeaux, il va former le noyau rouge de la calotte pour se porter ensuite, après avoir contourné la partie postérieure de la couche optique, vers les couches corticales, suivant un trajet encore mal connu. Un point important à retenir, c'est que les fibres qui font communiquer le cervelet avec le bulbe et la moelle sont directes, ne subissant pas d'entrecroisement.

L'historique de nos connaissances sur le rôle physiologique du cervelet peut, comme pour la plupart de toutes les fonctions physiologiques, se diviser en deux grandes périodes. L'une, la première, comprenant toutes les opinions hypothétiques fondées sur de simples vues de l'esprit et sans aucune critique, expérimentale ou clinique sérieuse. C'est dans cette période préparatoire que nous rangerons l'opinion de Willis, plaçant dans le cervelet l'origine de la vie organique et des mouvements involontaires. Cette opinion s'appuyait sur une observation physiologique mal interprétée : la mort subite par section des pneumogastriques, et sur un fait anatomique complètement erroné : les nerfs pneumogastriques ayant leur origine dans le cervelet. Pourfour Dupetit, Saucerotte et plus tard Foville et Dugues crurent, en s'appuyant principalement sur des observations cliniques, pouvoir faire du cervelet un foyer de sensibilité. Nous verrons que Lussana a repris, en partie tout au moins, cette opinion.

Mais de toutes les théories émises, une des plus célèbres est, sans contredit, celle de Gall qui, dans son système ultra-fantaisiste des localisations cérébrales, plaçait dans le cervelet le siège de l'instinct de la propagation et du penchant à l'amour physique, ce qu'il appelait, dans son langage tout spécial : de l'amativité. Les raisons évoquées par le phrénologue allemand ne résistent pas à un examen sérieux. Le cervelet ne se développerait qu'au moment de la puberté ; or, son développement comparé à celui du cerveau, atteint son maximum vers quatre à cinq ans.

La castration, contrairement encore à l'assertion de Gall, ne détermine aucune atrophie de cet organe ; bien au contraire, le cervelet des chevaux hongres présenterait un poids supérieur à celui des étalons et des juments (Lélut). Les observations cliniques, quand on a soin d'éliminer les cas dans lesquels il pouvait y avoir excitation bulbo-protubérantielle, n'indiquent nullement un état spécial de l'appareil

génital. Enfin, l'ablation totale de l'organe laisse persister l'instinct de la propagation (Flourens).

Exposons maintenant les recherches expérimentales poursuivies pour déterminer le rôle physiologique de cet organe. Il faut étudier successivement les effets obtenus : 1° par l'excitation de l'organe ; 2° par les lésions destructives ou l'ablation totale ; 3° enfin les faits cliniques.

*Excitation.* — Olivier et Leven, puis Nothnagel avaient déjà signalé l'existence de mouvements de rotation de la tête, à la suite d'excitation du cervelet. Mais les recherches les plus complètes et les plus précises sur l'excitation du cervelet sont dues à Ferrier. Le physiologiste anglais a appliqué au cervelet la méthode de recherches employée pour déterminer les localisations cérébrales : excitations, par un courant induit faible, de points très circonscrits à l'aide d'électrodes imparisables. Les expériences ont porté sur un grand nombre d'animaux d'espèces distinctes : chiens, chats, singes, lapins. Les effets les plus marqués ont été constatés principalement sur les mouvements des globes oculaires. L'excitation du lobe médian, si elle a lieu exactement sur la ligne médiane, détermine l'élévation ou l'abaissement des deux yeux, suivant que les électrodes sont appliquées à la partie supérieure ou postérieure ; mais si l'on porte les excitations sur les points latéraux, on observe une déviation des deux yeux du même côté que le point excité, il n'y a donc pas entrecroisement. L'excitation des deux lobes latéraux détermine également une rotation des yeux du même côté avec mouvement d'élévation. Ces mouvements ne sont pas localisés aux muscles oculaires, la tête obéit aux mêmes impulsions. Le rejet de la tête en arrière coïncidant avec l'élévation des yeux, et l'inclinaison de la tête entre les pattes antérieures correspondant à l'abaissement des globes oculaires, il en est de même des mouvements de latéralité qui sont associés aux changements de direction imprimés aux organes

de la vision. Ferrier a noté, en outre, quelques mouvements spasmodiques des pattes, mais dont le caractère est très mal défini et qui ne peuvent être assimilés à des convulsions cloniques véritables, analogues à celles observées par l'excitation des centres corticaux moteurs du cerveau.

L'excitation du cervelet détermine encore du côté de l'appareil de la vision une contraction pupillaire qui s'observe aux deux yeux, mais est bien plus intense et surtout plus durable pour l'œil correspondant au côté excité. Dans un certain nombre d'expériences citées par Ferrier, l'excitation reste quelque temps sans produire ses effets, puis après un laps de temps variable, les phénomènes que nous venons de décrire brièvement se manifestent avec une grande netteté. Ferrier n'a pu rattacher ces variations à aucune cause plausible et constante ; elles expliquent les résultats divergents obtenus par d'autres expérimentateurs. Notons, en passant, que, bien que son attention fût attirée de ce côté, Ferrier n'a jamais observé aucun indice d'excitation de l'appareil génital. Hitzig a entrepris des recherches analogues, mais sur l'homme même, en appliquant les deux électrodes d'une pile derrière les oreilles dans la région mastoïdienne. L'individu ainsi soumis au courant galvanique éprouvait une sensation de vertige, les globes oculaires se tournant du côté d'application du pôle positif, et les objets environnants semblant tourner en sens opposé aux mouvements des yeux, de droite à gauche par exemple, si le pôle positif était appliqué à l'apophyse mastoïde droite. Mais quand le sujet en expérience venait à fermer les yeux, il croyait tourner lui-même en sens contraire, éprouvant une certaine sensation de vide du côté du cathode, comme si de ce côté le contact de la base de sustentation était disparu. Les mouvements associés des yeux et de la tête ayant toujours lieu du côté où le pôle positif est appliqué, paraissent établir que l'excitation ne se produit qu'à l'anode, et aussi ce procédé de recherches peut-il être comparé à

une excitation directe et localisée du point d'application du pôle positif.

Aussi Ferrier, s'appuyant sur ses propres recherches et sur celles d'Hitzig, considère-t-il le cervelet « comme constitué par un arrangement complexe de centres individuellement différenciés qui, en agissant ensemble, règlent les diverses adaptations musculaires nécessaires au maintien de l'équilibre du corps ; chaque tendance au déplacement de l'équilibre autour d'un axe horizontal, vertical ou intermédiaire, agissant comme un excitant pour le centre particulier qui met en jeu l'action compensatrice ou antagoniste.

*Destruction.* — Si, par l'excitation, Ferrier est arrivé à reconnaître dans le cervelet un centre de coordination des mouvements volontaires, cette fonction avait déjà été reconnue par les méthodes destructives. Les premières tentatives de destruction du cervelet paraissent avoir été entreprises par Rolando, mais les conclusions de ce grand chercheur, beaucoup plus anatomiste que physiologiste, sont absolument erronées. Rolando, en effet, considère le cervelet comme la source et l'origine de tous les mouvements. C'est par les belles recherches de Flourens que nous avons pu avoir une notion vraie du rôle joué par le cervelet dans l'organisme. Ces expériences sont restées classiques et les recherches plus récentes ne sont venues que confirmer, en partie du moins, les faits observés par Flourens.

En enlevant couche par couche le cervelet sur des mammifères et des oiseaux, mais principalement sur ces derniers (pigeons) chez lesquels l'opération est beaucoup plus facile et, par suite, moins dangereuse pour l'animal, Flourens vit que l'ablation des premières couches de l'organe déterminait une légère faiblesse et surtout un manque d'harmonie dans les mouvements. Ce défaut d'harmonie va en s'accroissant à mesure que l'on avance dans la destruction de l'organe, et quand cette destruction est complète, toute position d'équilibre devient impossible. Chez les animaux qui

survivent à cette opération, on peut remarquer que l'intelligence est complètement conservée, ainsi que toutes les impressions sensorielles. L'animal voit l'objet qui le menace, entend le bruit que l'on peut faire autour de lui, et s'en effraye ; il essaie de fuir le danger dont il a conscience, mais il ne le peut, non par suite d'une paralysie de ses organes de mouvements, mais parce que, malgré ses efforts dont l'énergie n'est nullement diminuée, il ne peut coordonner l'ensemble de ses mouvements pour arriver à un résultat utile. Il existe donc une différence considérable entre les phénomènes présentés à la suite de l'ablation des hémisphères cérébraux et ceux résultant de la destruction du cervelet. Dans le premier cas, en effet, l'animal a perdu toute volonté ; il ne paraît ni voir, ni entendre, n'est susceptible d'aucun mouvement volontaire, mais si on remplace les déterminations volontaires, si on le pousse, par exemple, il continuera sa marche en avant, régulièrement, sans trouble d'équilibre, tandis que dans l'ablation du cervelet, ce sont ces troubles d'équilibre qui existent seuls. Aussi Flourens a-t-il été amené à conclure que dans le cervelet réside une propriété dont rien ne donnait l'idée en physiologie et qui consiste à coordonner les mouvements voulus par certaines parties du système nerveux. Le cervelet est le siège exclusif du principe qui coordonne les mouvements de locomotion.

Flourens, que nous avons tenu à citer textuellement, est trop affirmatif quand il affirme que le cervelet est le siège exclusif de la fonction coordinatrice. La protubérance, le bulbe et la moelle également jouissent, dans une certaine mesure, de cette fonction. Quoi qu'il en soit, les faits constatés par Flourens ayant été constamment vérifiés par tous les expérimentateurs, reste à expliquer le mécanisme même de la perturbation ainsi produite. On a voulu distinguer tout d'abord la coordination, de l'équilibration (Béclard) ; les mouvements coordonnés, qui résultent principalement de l'association fonctionnelle de groupes musculaires antago-

nistes, ne seraient pas atteints par les lésions partielles ou totales du cervelet, mais il y aurait simplement rupture d'équilibre. A cette théorie de Béclard nous croyons pouvoir rattacher dès maintenant une opinion nouvelle qui fait jouer un grand rôle aux connexions du nerf auditif avec le cervelet. On sait, en effet, que les lésions des canaux semi-circulaires déterminent des désordres d'équilibration remarquables, etc.

Pour d'autres physiologistes (Lussana), l'animal privé de cervelet présenterait ces troubles d'incoordination parce qu'il aurait perdu le sens musculaire. Nous avons, en effet, une conscience, très obtuse il est vrai, de l'effort produit par chacun de nos muscles qui entrent en contraction. Comment se fait cette perception ? C'est là un point absolument inconnu, pour lequel plusieurs théories ont été données et qui sera traité ultérieurement dans un autre passage. Quoi qu'il en soit, Lussana émet l'opinion toute hypothétique que le siège du sens musculaire résiderait dans le cervelet ; la destruction de cet organe amènerait la disparition de cette sensation et, dès lors, l'animal n'ayant plus conscience ni de l'effort produit, ni de la résistance éprouvée, serait dans l'impossibilité de régler ces mouvements, d'où une ataxie cérébelleuse présentant une grande analogie avec l'ataxie que l'on constate chez certains myélitiques. Cette hypothèse, tout acceptable qu'elle soit, ne repose que sur des données trop vagues, principalement quelques observations cliniques, pour être reçue sans de grandes réserves.

Reprenant l'idée ancienne de Rolando, Luys considèrerait le cervelet comme une source d'innervation constante, comme l'appareil dispensateur de cette force nerveuse spéciale (sthénique) qui se dépense, en quelque point que ce soit de l'économie, chaque fois qu'un effet moteur volontaire se produit. Les recherches de Luciani sont venues confirmer, en partie du moins, cette manière de voir ; si l'on constate, en effet, une véritable incoordination dans la période qui

suit l'ablation du cervelet et dure jusqu'à la guérison de la plaie opératoire, dans la période consécutive, on voit peu à peu l'incoordination disparaître et il ne reste plus que quelques mouvements cloniques des membres pendant la marche, avec une grande faiblesse des mouvements généraux. Il y a alors une ataxie toute particulière, caractérisée par le manque d'équilibre et le tremblement, et que l'on désigne sous le nom d'*astaxie* ( $\alpha. \sigma\tau\alpha\sigma\iota\varsigma$ , équilibre). C'est la diminution du tonus musculaire et de l'énergie du système nerveux moteur qui serait le symptôme le plus persistant de l'ablation du cervelet, l'incoordination disparaissant, par suite peut-être d'une suppléance d'autres centres : protubérance et bulbe.

Borgherini a repris ces études en 1888, en cherchant à élucider cette question : le cervelet est-il un organe capable d'engendrer de la force ou ne sert-il qu'à coordonner les mouvements ? Chez un chien dont le cervelet avait été totalement extirpé, il put constater que les symptômes étaient nettement ceux de l'ataxie locomotrice, semblable à l'ataxie spinale de l'adulte, intéressant en plus de cette dernière le cou et la tête. Quant à la force musculaire, elle semblait normale, et le chien revenait dans sa position primitive quand on déplaçait ses membres. Borgherini élimine également toute idée de suppression du sens musculaire. Chez le chien ayant survécu à l'ablation totale du cervelet, Borgherini n'a constaté aucune particularité du côté des globes oculaires et de la mastication ; c'est une observation intéressante quand on se rappelle les résultats si nets et si précis obtenus par Ferrier avec l'excitation électrique des lobes de ces organes et que nous avons relatés plus haut.

Les observations cliniques sur les lésions du cervelet sont assez nombreuses, mais elles n'ont apporté que fort peu de données à la physiologie de cet organe par suite de la divergence des symptômes observés et de l'extrême rareté des cas où il était permis de ne considérer que le cervelet comme

exclusivement levé. Dans le cas de Combette d'une jeune fille ayant une absence congénitale du cervelet, on n'a pu signaler aucun symptôme caractéristique pendant la vie.

Les observations de Duchenne (de Boulogne) sur les malades atteints de lésions cérébelleuses pures concordent avec la théorie de Flourens. Au lit le malade peut exécuter tous les mouvements, mais quand il se lève, il perd l'équilibre, sa démarche est saccadée. Chez un chien, qui pendant la vie avait présenté tous les symptômes de l'ataxie locomotrice, Borgherini a trouvé une atrophie diffuse de la substance cérébrale cérébelleuse.

On peut résumer la fonction du cervelet, en disant qu'il est à la fois sthénique et coordinateur, c'est-à-dire qu'il renforce l'énergie musculaire et qu'il contribue à assurer l'association régulière des contractions musculaires pour obtenir des effets déterminés et précis.

**Pédoncules cérébelleux.** — La lésion des pédoncules cérébelleux, ou leur excitation détermine une perte d'équilibre et des mouvements de manège, de roulement, du rayon de roue, variable avec le pédoncule touché.

La lésion du pédoncule supérieur produit un mouvement de manège du côté opposé. Dans une lésion droite, l'animal tourne en allant à gauche. Le pédoncule cérébral est alors touché également. Pour le pédoncule moyen, l'animal tourne sans se déplacer, son train postérieur formant pivot (rotation en rayon de roue), le sens de la rotation variant suivant le point touché; du côté lésé, si c'est la partie postérieure, du côté opposé si c'est la partie antérieure, avec le pédoncule inférieur, l'animal s'incurve en arc du côté lésé.

L'interprétation de ces faits est loin d'être élucidée. Est-ce un phénomène de paralysie, d'inhibition ou d'excitation?

## HÉMISPHÈRES CÉRÉBRAUX

**Corps striés et couches optiques.** — Le corps strié est constitué de chaque côté par deux noyaux séparés par un faisceau de fibres blanches pédonculaires (la capsule interne), un noyau interne, ou noyau caudé, un noyau externe, ou noyau lenticulaire. Ces noyaux sont reliés au pédoncule cérébral par des fibres descendantes et à l'écorce cérébrale par des fibres ascendantes. Au point de vue histologique, Marchi insiste sur la présence de cellules à prolongements nerveux très ramifiés, cellules qui, suivant l'opinion de Golgi sont des cellules sensibles. (Ce fait est important à signaler, étant donné les fonctions motrices que l'on attribue plus volontiers au corps strié.)

L'excitation des corps striés détermine des phénomènes purement moteurs : contraction généralisée du côté opposé du corps (pleurosthotonos) (Ferrier, Carville et Duret). La destruction amène une paralysie motrice croisée (Laborde et Lemoine), et un mouvement de manège par pivotement sur les pattes paralysées. Mais ici encore il faut tenir compte du voisinage et par suite des lésions inévitables des fibres pédonculaires.

Il semble résulter de toutes les recherches que les noyaux striés ont une fonction motrice, peut-être, comme l'a avancé Nothnagel, qu'ils constituent des centres automatiques secon-