

p. 392]. Quelques auteurs admettent que des filaments plus ténus partent de ce réseau pour former un réseau plus fin entre les fibrilles elles-mêmes. 2° Tomsa a décrit dans la peau de la main et dans la muqueuse du gland, chez l'homme, un réseau de fibres terminales pâles se terminant dans de petites cellules analogues aux cellules nerveuses. (Frey, p. 400.) 3° Des réseaux nerveux ont été vus fréquemment chez les animaux : dans la muqueuse œsophagienne de la salamandre, par Billroth et Kölliker ; dans la muqueuse de l'intestin grêle de la grenouille, par Kölliker ; dans la conjonctive, par J. Arnold ; dans la peau de la grenouille, par Axmann et Ciaccio ; dans la peau de la souris, par Kölliker, etc.

§ 3. — Nerf grand sympathique ¹.

Le nerf grand sympathique est rattaché aux nerfs cérébro-spinaux par des racines ; son tronc, parsemé de ganglions nerveux, d'où le nom de nerf ganglionnaire, donne naissance à des branches innombrables qui se répandent dans les organes animés par le grand sympathique.

Les *racines* du grand sympathique naissent sur les nerfs rachidiens, qui envoient chacun deux faisceaux de fibres nerveuses au tronc du grand sympathique, aussitôt après leur sortie des trous de conjugaison. La plupart des nerfs crâniens fournissent aussi des racines à ce nerf ; des filaments nerveux se détachent des 3^e, 4^e, 5^e, 6^e paires crâniennes, et donnent naissance à la racine crânienne antérieure, qui descend le long de la carotide interne jusqu'au ganglion cervical supérieur, après avoir formé le plexus carotidien dans le canal du même nom. Il existe une racine crânienne postérieure qui naît des 9^e, 10^e, 11^e et 12^e paires, et qui se porte aussi à l'extrémité supérieure du ganglion cervical supérieur. Il serait peut-être plus rationnel de considérer les deux racines crâniennes comme des branches efférentes.

Les racines du grand sympathique sont formées de fibres nerveuses minces et larges, avec prédominance très-marquée de fibres minces ou sensitives. Arrivées aux ganglions, c'est-à-dire au tronc du nerf, ces fibres se réunissent aux fibres propres nées des ganglions mêmes. Elles viennent de la moelle et directement des ganglions spinaux.

Le *tronc* du grand sympathique descend sur les parties antérieures et latérales de la colonne vertébrale jusqu'au sommet du coccyx ; on observe sur son trajet un grand nombre de ganglions nerveux

1. Voyez la description du grand sympathique au deuxième volume.

que nous étudierons dans le chapitre suivant. Le tronc est formé par les racines, dont les fibres deviennent longitudinales, et par les fibres propres venues des ganglions. Il est difficile de poursuivre ces fibres, cependant il est certain qu'elles passent dans l'épaisseur des branches. En général, les racines pénètrent dans le tronc, et les branches vont s'anastomoser avec les cellules des ganglions. Quant aux fibres qui constituent le tronc du nerf, elles sont de trois espèces : il y a des fibres larges, des fibres minces, et en outre des fibres pâles et très-minces qui ne dépassent pas 5 μ . Ces dernières naissent dans les ganglions mêmes du grand sympathique, tandis que les autres représentent les fibres des racines.

Ces fibres minces, extrêmement nombreuses dans le grand sympathique, ont été considérées par Bidder et Wolkman (1842) comme possédant des caractères anatomiques particuliers ; ils les désignèrent sous le nom de *fibres nerveuses sympathiques*. Plus tard, Valentin et Kölliker démontrèrent que ces fibres ne diffèrent pas des fibres cérébro-spinales. En effet, elles ne possèdent aucun caractère distinctif ; on les rencontre en d'autres points, comme dans les racines sensitives des nerfs rachidiens, dans les nerfs crâniens sensitifs et dans la moelle ; au moment de leur terminaison, les tubes larges deviennent souvent identiques à ces fibres minces ; enfin, lorsque les fibres larges se développent, elles passent d'abord par l'état de fibres minces.

Les *branches* du grand sympathique sont innombrables ; elles naissent des ganglions, et la plupart s'anastomosent entre elles pour former des plexus. Les unes sont blanches, d'autres sont grisâtres et même grises, différences de coloration qui tiennent à la quantité plus ou moins considérable de fibres fines et de fibres de Remak qui s'y trouvent contenues.

Si l'on fait la somme des branches nerveuses du grand sympathique au voisinage de leur terminaison, on voit qu'elle est de beaucoup supérieure à celle des branches au sortir des ganglions. Cette particularité est due à la présence de ganglions, et souvent de simples cellules ganglionnaires sur le trajet des nerfs ; au niveau de ces renflements, on observe presque toujours une multiplication des fibres nerveuses. (Voy. *Ganglions*.)

Les éléments qui entrent dans la constitution des branches du grand sympathique, abstraction faite des vaisseaux et du tissu conjonctif, qui se comportent sensiblement comme sur les autres nerfs, sont donc les suivants : 1° les fibres nerveuses venues des nerfs rachidiens par les racines ; 2° les fibres fines nées des ganglions situés le long du tronc du nerf ; 3° les fibres fines nées des petits ganglions situés sur le trajet des nerfs ; 4° les fibres de Remak. Tous ces éléments marchent parallèlement dans les cordons ner-

veux : selon les régions, tel ou tel élément devient prédominant ; dans les nerfs du foie et de la rate, par exemple, les fibres de Remak existent en quantité considérable.



FIG. 155. — Faisceau du grand sympathique.

1, 1. Fibres de Remak. —
2, 2, 2. Tubes nerveux à moelle.

A mesure qu'on se rapproche de leur *terminaison*, on voit les fibres larges s'amincir de plus en plus et revêtir les caractères des fibres fines. Il est difficile de dire positivement quelle est la terminaison ultime des fibres nerveuses du grand sympathique ; cependant on croit qu'elles se résolvent en fibres pâles ou sans moelle, lesquelles fibres forment des réseaux d'où partent des filaments qui se terminent par des extrémités libres.

§ 4. — Ganglions nerveux.

Les ganglions sont des renflements situés sur le trajet des nerfs et contenant des cellules nerveuses. On les rencontre sur les gros troncs nerveux des nerfs cérébro-spinaux et du grand sympathique, et sur le trajet des rameaux périphériques. Nous étudierons d'abord les ganglions centraux placés sur les gros troncs nerveux.

A. Ganglions spinaux.

Les ganglions spinaux, situés sur le trajet des racines postérieures des nerfs rachidiens, sont ovoïdes ; leur grand diamètre est parallèle à la direction des racines nerveuses. Ils sont entourés par une enveloppe membraneuse qui fait suite au névrilème du nerf ; cette

enveloppe est formée de tissu conjonctif fibrillaire contenant quelques filaments analogues aux fibres de Remak. L'enveloppe du ganglion envoie des prolongements au centre, entre les diverses cellules ; elle est pourvue de nombreux vaisseaux sanguins qui se portent sur les prolongements intérieurs et qui forment un réseau vasculaire autour de chaque cellule nerveuse.

Les fibres nerveuses afférentes du ganglion, venues de la moelle, forment un faisceau moins volumineux que celui des fibres efférentes, attendu que les premières, qui traversent le ganglion, se réunissent à d'autres fibres, dites *ganglionnaires*, naissant dans le ganglion même pour se porter dans les nerfs périphériques.

Le ganglion renferme, indépendamment de l'enveloppe et de ses prolongements, un grand nombre de cellules nerveuses et les fibres nerveuses qui le traversent. Nous étudierons les cellules et les rapports qu'elles affectent avec les fibres nerveuses.

Cellules ganglionnaires. — Sous ce nom et sous ceux de globules ganglionnaires, corpuscules ganglionnaires, nous désignons les cellules nerveuses des ganglions nerveux. Ces cellules offrent les caractères des cellules nerveuses tels que nous les avons décrits page 170 ; elles ont la même forme, la même structure ; elles sont si variées qu'on les désigne généralement sous le nom de petites, moyennes et grandes. Les cellules ganglionnaires diffèrent cependant des cellules nerveuses des centres par plusieurs caractères :

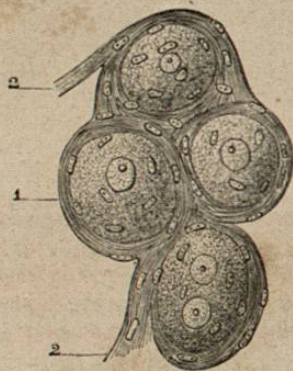


FIG. 156. — Quatre cellules ganglionnaires avec leur enveloppe. 1. se continuant avec les fibres de Remak en 2, 2.

1° Elles atteignent rarement un volume aussi considérable et mesurent un diamètre de 45 à 70 μ environ.

2° Les cellules unipolaires prédominent dans les ganglions spinaux, et constamment le pôle est tourné vers la périphérie pour

donner naissance à une fibre ganglionnaire⁴. On y trouve aussi des cellules bipolaires et apolaires. Il est possible que ces dernières soient des cellules dont les prolongements ont été détruits par la préparation. Quant aux cellules multipolaires, elles ne se rencontrent pas dans les ganglions spinaux.

3° Les prolongements des cellules ganglionnaires paraissent ne point se diviser comme ceux des cellules des centres nerveux.

4° Les cellules ganglionnaires sont pourvues d'une enveloppe, non d'une membrane de cellule analogue à celle des cellules épithéliales ou adipeuses, mais d'une gaine, d'une sorte de capsule particulière dont il va être question.



FIG. 157. — Trois cellules ganglionnaires dépourvues de leur enveloppe.

La gaine des cellules paraît formée d'une substance homogène, presque toujours parsemée de noyaux. Il est difficile de savoir au

1. D'après Frey, toute cellule unipolaire était bipolaire, l'un de ses prolongements ayant été arraché. Il est probable que Frey a fait ses observations sur les cellules ganglionnaires du poisson, qui sont presque toutes bipolaires.

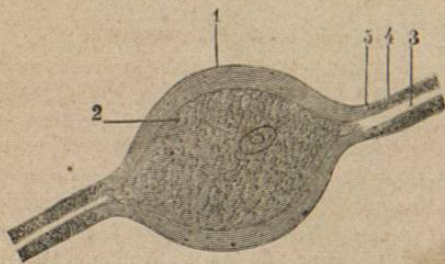


FIG. 158. — Cellule ganglionnaire (bipolaire) du brochet. (Grossissement, 350.)

1. Enveloppe de la cellule se continuant avec celle des tubes nerveux. — 2. Contenu de la cellule avec son noyau. — 3. Cylinder-axis transparent se continuant avec le contenu de la cellule. — 4. Myéline du tube nerveux. — 5. Son enveloppe.

juste quelle est sa nature. On a pris cette substance pour du tissu conjonctif. L. Beale et Remak la considèrent comme de nature nerveuse, attendu qu'elle donnerait naissance à des fibres de Remak.

Pour Kölliker, la gaine des cellules, de même que les cloisons qui séparent ces éléments, serait formée de substance conjonctive simple. Eberth, Kölliker et Valentin sont parvenus à démontrer que, dans les ganglions des mammifères, cette gaine est composée de petites cellules analogues aux cellules épithéliales. Chaque noyau est le noyau d'une cellule. Ces cellules épithéliales, que Kölliker place dans les faux épithéliums, sont analogues à celles qui constituent la paroi des capillaires; leur contour est rendu visible lorsqu'on traite la substance par le nitrate d'argent.

Fibres nerveuses. — Les ganglions spinaux donnent naissance à deux espèces de fibres : celles qui, venues de la moelle, traversent le renflement nerveux, et les fibres ganglionnaires, qui prennent naissance dans le ganglion lui-même.

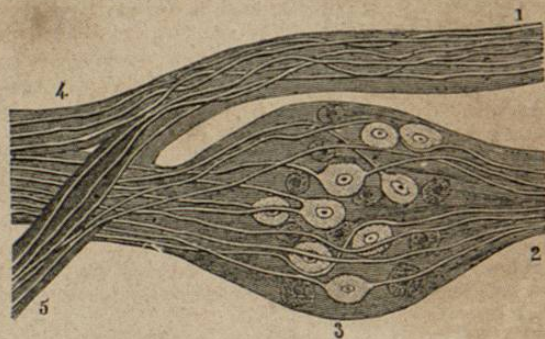


FIG. 159. — Ganglion rachidien.

4. Racine antérieure, motrice. — 2. Racine postérieure, sensitive ou ganglionnaire. — 3. Ganglion rachidien. — 4, 5. Entre-croisement des deux racines pour donner naissance à un nerf mixte. On voit, dans ce ganglion, des tubes traverser les cellules nerveuses, d'autres traverser le ganglion sans affecter des rapports avec les cellules, d'autres enfin prendre naissance (fibres ganglionnaires) dans les cellules elles-mêmes.

Les premières traversent le ganglion sans se confondre avec les cellules, avec lesquelles elles n'ont que des rapports de contact. Elles occupent principalement l'axe du ganglion, de sorte que les cellules sont en partie refoulées vers la périphérie. Il est extrêmement rare de voir une de ces fibres se bifurquer en traversant le renflement nerveux⁴.

1. Les ganglions de l'homme et des mammifères sont tout à fait diffé

Les fibres ganglionnaires sont celles qui prennent naissance dans les cellules du ganglion et qui se dirigent vers la périphérie. Ces fibres sont pourvues de moelle. A leur origine, elles sont fort minces, de 3 à 5 μ ; elles décrivent un arc de cercle, et quelquefois un cercle complet autour des cellules d'où elles naissent, avant de se porter dans l'épaisseur du nerf, où elles augmentent rapidement d'épaisseur, jusqu'à égaler le diamètre des fibres larges, 45 μ et plus. Le cylindre-axis du tube se continue directement avec le contenu de la cellule, tandis que l'enveloppe, la gaine de Schwann, fait suite à la gaine qui entoure la capsule. Au moment où la cellule donne naissance à une fibre ganglionnaire, celle-ci est d'abord dépourvue de moelle, elle est fibre pâle; la moelle se montre un peu plus loin.

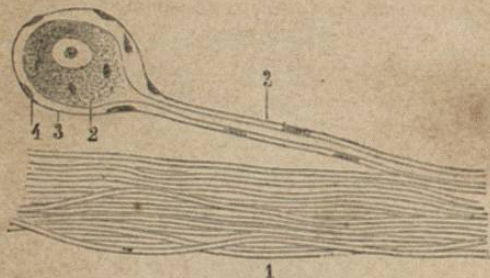


FIG. 160. — Un faisceau de racines du nerf coccygien pris dans le canal rachidien, dans la queue de cheval (chez l'homme).

1. Faisceau de tubes nerveux. — 2. Cellule ganglionnaire (ganglion solitaire). — 3. Gaine de la cellule ganglionnaire se prolongeant sur le tube 3 qui y prend naissance. — 4. Noyaux de cette gaine. (Grossissement, 350.)

Sur le trajet des racines postérieures des nerfs, indépendamment des ganglions spinaux dont nous venons de parler, on trouve des cellules ganglionnaires agglomérées : ce sont les *ganglia aberrantia* de Hyrtl, qu'on trouve fréquemment sur les racines du cinquième nerf sacré. Ces *ganglia aberrantia* sont quelquefois formés d'une cellule solitaire, rattachée au nerf par un petit pédicule qui n'est autre chose que l'origine de la fibre ganglionnaire qui y prend naissance (fig. 460):

rents de ceux des poissons; notre description se rapporte aux premiers. Chez les poissons, il n'existe que des cellules bipolaires, traversées par les fibres des racines nerveuses, il n'y a pas de fibres ganglionnaires. C'est d'après l'étude des ganglions des poissons que la plupart des auteurs décrivent les ganglions spinaux.

B. Ganglions sympathiques.

Les ganglions du nerf grand sympathique sont fort nombreux; les plus volumineux se trouvent échelonnés le long du tronc nerveux à la manière de grains de chapelet; on en trouve dans le plexus solaire et dans d'autres plexus. Leur forme est irrégulière, à cause des nombreuses branches qu'ils fournissent.

La structure des ganglions sympathiques offre une grande analogie avec celle des ganglions spinaux. Ils sont limités par une enveloppe de tissu conjonctif qui envoie des cloisons entre les cellules nerveuses du centre du ganglion. Ces prolongements sont formés de substance conjonctive au milieu de laquelle sont situées les cellules nerveuses; ils supportent les vaisseaux du ganglion.

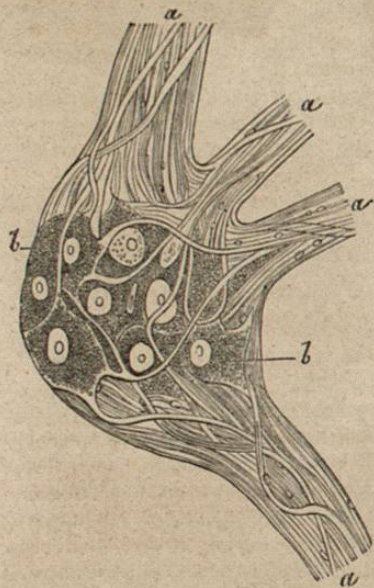


FIG. 161. — Ganglion du grand sympathique.

a, a, a. Fillets nerveux émanant du ganglion, en connexion avec les cellules multipolaires b, b, qui le constituent.

Les cellules nerveuses sont plus petites que celles des ganglions spinaux; elles ont en moyenne de 48 à 22 μ ; elles sont plus pâles

1. Les petites cellules n'existent pas exclusivement dans le grand sympathique, car on en trouve dans le cerveau et dans la moelle. De même, il ne faudrait pas admettre que toutes les cellules sont petites, attendu que les plus grosses cellules nerveuses peuvent s'y rencontrer; seulement ces dernières sont rares.

et quelquefois complètement incolores. Leur structure est la même que celle des cellules des ganglions spinaux ; elles sont également entourées par une capsule de substance conjonctive. Comme les ganglions spinaux, les ganglions sympathiques possèdent peu de cellules bipolaires, et beaucoup de cellules unipolaires qui donnent naissance aux fibres ganglionnaires du grand sympathique. Contrairement à ce qui existe pour les ganglions spinaux, on rencontre ici un grand nombre de cellules sans prolongements et des cellules multipolaires signalées par Remak.

Les fibres des ganglions sympathiques se comportent comme celles des ganglions spinaux : celles qui viennent des nerfs rachidiens et des ganglions voisins ne font que traverser les ganglions, sans s'unir aux cellules ; elles décrivent de nombreuses sinuosités dans le ganglion. Quant aux fibres ganglionnaires, ce sont des fibres minces qui naissent des petites cellules unipolaires et multipolaires dont nous venons de parler ; ces fibres sont les plus fines que l'on trouve dans les nerfs périphériques.

Les fibres fines ganglionnaires dont il est question décrivent de nombreux détours, s'infléchissent fréquemment, et même se pelotonnent quelquefois autour des cellules avant de sortir du ganglion.

J. Arnold et Beale admettent dans ces cellules, comme dans celles des ganglions spinaux, l'existence de deux fibres de nature nerveuse, l'une droite, l'autre en forme de spirale autour de la première.

C. Ganglions des nerfs périphériques.

1^o — Sur le trajet des branches nerveuses du grand sympathique, on trouve une grande quantité de ganglions dont le siège et le nombre sont indéterminés. Dans quelques organes en particulier, on peut définir leur situation, mais pour certains d'entre eux, il est difficile d'affirmer s'ils appartiennent au grand sympathique ou aux nerfs cérébro-spinaux.

Dans le plexus nerveux situé au milieu des fibres du muscle ciliaire, Krause a signalé l'existence de petits renflements ganglionnaires, quelquefois formés par une seule cellule, au point d'entre-croisement des filets nerveux.

H. Müller a indiqué dans les nerfs de la choroïde de petits ganglions, quelquefois des cellules isolées sur les rameaux nerveux partis du plexus du muscle ciliaire.

J. Arnold a vu aussi de petits ganglions sur le trajet des rameaux nerveux situés dans les parois du larynx et des bronches.

Remak (1844, 1852) a décrit des ganglions de très-petit volume, contenant seulement quelques cellules nerveuses, le plus souvent unipolaires, sur les nerfs des parois du cœur, dans les parois auriculaires et ventriculaires. On les désigne sous le nom de *ganglions de Remak* ¹.

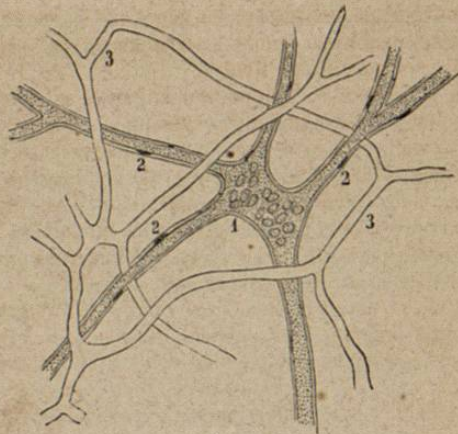


FIG. 162. — Ganglion du tissu cellulaire sous-muqueux de l'intestin grêle chez un enfant de dix jours. Le tissu a longtemps macéré dans l'acide pyroligneux (Frey).

1. Ganglion. — 2, 2, 2. Troncs nerveux partant du ganglion et noyaux de leur gaine. — 3, 3, 3. Réseau capillaire.

Des plexus nerveux remarquables, avec présence de petits ganglions au point d'entre-croisement des rameaux nerveux, ont été décrits dans le tube digestif par plusieurs auteurs, notamment par Meissner, Remak (1858), Auerbach (1862). L'un de ces plexus occupe le tissu cellulaire sous-muqueux de l'estomac et de l'intestin ; les petites cellules qui le constituent, ainsi que les fibres pâles qui réunissent les cellules, sont enveloppées par un névrilème parsemé de noyaux.

Un plexus nerveux intra-musculaire a été découvert par Auerbach (1862). Il l'a nommé *plexus myentericus*, à cause de sa situation entre les deux couches de fibres musculaires, longitudinale et circulaire, de l'intestin. Ce plexus occupe toute la longueur de l'in-

1. Ces ganglions se rencontrent exclusivement sur les rameaux nerveux fournis par le grand sympathique ; ils n'ont aucune connexion avec le pneumogastrique (Kölliker).

testin grêle et du gros intestin ; il offre une grande analogie de structure avec le précédent.

En 1852, Remak a décrit de petits ganglions sur le trajet des nerfs de la vessie du cochon.

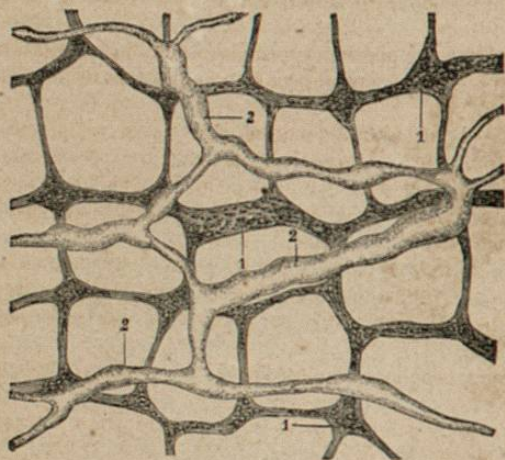


FIG. 163. — Plexus ganglionnaire de l'intestin grêle d'un cochon d'Inde; *plexus myentericus*, d'après Auerbach.

1, 1, 1. Ganglions sur le trajet des nerfs anastomosés en réseau. — 2, 2, 2. Vaisseaux lymphatiques.

Dès 1830, H. Müller en avait signalé dans les corps caverneux de la verge.

On en trouve encore dans le tissu cellulaire sous-muqueux du vagin et de l'utérus.

Krause en a découvert récemment dans les glandes salivaires et lacrymales des mammifères, autour des acini (Frey).

Dans tous ces ganglions, les cellules multipolaires font défaut ; on y rencontre surtout des cellules unipolaires, et quelquefois bipolaires et apolaires.

2° — Il existe un grand nombre d'autres ganglions nerveux dont on peut préciser le siège.

Indépendamment des *ganglia aberrantia* de Hyrtl, placés sur les racines sensibles des nerfs rachidiens, dans le voisinage des ganglions spinaux, on rencontre les renflements ganglionnaires suivants, la plupart bien connus :

a. Le *ganglion de Gasser*, sur le tronc du trijumeau. Ce ganglion, situé dans un repli de la dure-mère, au sommet du rocher, ren-

ferme des cellules de moyen volume, pourvues d'une gaine à noyaux, telle que nous l'avons décrite avec les ganglions spinaux. Sa structure rappelle celle de ces ganglions ; les fibres nerveuses passent entre les cellules ; celles-ci, unipolaires, rarement bipolaires, donnent naissance à des fibres de moyen calibre qui se dirigent vers la périphérie.

De petits ganglions périphériques, composés d'un petit nombre de cellules nerveuses, se rencontrent sur les ramifications terminales du nerf lingual.

Sur les diverses branches du trijumeau, on rencontre différents ganglions qui offrent une grande analogie de structure avec les ganglions sympathiques, si ce n'est que leurs cellules sont un peu plus volumineuses : tels sont les ganglions *ophtalmique*, *sphéno-palatin*, *otique*, *sub-lingual* et *sous-maxillaire*.

b. Le *ganglion géniculé* du facial, placé sur le premier coude de ce nerf, derrière l'hiatus de Fallope. De grosses cellules ganglionnaires forment ce ganglion, qui est traversé par les fibres du nerf intermédiaire de Wrisberg.

c. Les nombreux ganglions du glosso-pharyngien, parmi lesquels on trouve :

1. De petites *cellules ganglionnaires* isolées sur le trajet des racines de ce nerf et signalées par Bidder ;

2. Le *ganglion d'Ehrenritter*, un peu plus volumineux, situé sur les racines du glosso-pharyngien, avant que ces filaments aient atteint le trou déchiré postérieur ;

3. Le *ganglion pétreux* ou d'*Andersh*, le plus volumineux, placé dans le trou déchiré, et dont la structure est la même que celle des ganglions spinaux. Comme dans ces derniers ganglions, on trouve dans le ganglion pétreux des cellules unipolaires, donnant naissance à des fibres ganglionnaires qui se portent dans les branches périphériques ;

4. De nombreux *petits ganglions* sur les rameaux de ce nerf, qui se rendent à l'oreille moyenne sous le nom de rameaux de Jacobson ;

5. Enfin de *petits ganglions* sur les ramifications de ce nerf, qui se distribuent à la langue et au pharynx.

d. Le *ganglion jugulaire* et le *plexus gangliiforme* du pneumogastrique. Ces deux ganglions offrent la même structure que les ganglions spinaux.

3° — Nous venons de voir que les ganglions se rencontrent sur les nerfs sensitifs. Ce rapport entre les nerfs sensitifs et les ganglions est si constant, qu'on est dans l'habitude de considérer un nerf comme sensitif par la seule raison qu'il est pourvu d'un ganglion.

Nous devons signaler cependant les faits suivants, qui montrent que les corpuscules ganglionnaires peuvent se rencontrer exceptionnellement sur des nerfs moteurs :

a. Reissner a vu quatre cellules nerveuses sur le trajet du nerf moteur oculaire commun, dont trois paraissaient dépourvues de prolongements; la quatrième était multipolaire. Purkinje et Rosenthal ont fait la même observation sur le bœuf.

b. Wolkman a signalé un petit ganglion sur l'une des racines du nerf grand hypoglosse¹.

§ 5. — Développement des éléments nerveux.

Développement. — Les cellules nerveuses dérivent des cellules embryonnaires primitives², dont le protoplasma se transforme. D'après L. Beale et M. Schultze, une portion du protoplasma primitif persisterait autour du noyau. Le développement des fibres nerveuses n'est pas bien connu. On sait cependant que les filaments polaires qui partent des cellules donnent naissance par une sorte de bourgeonnement aux cylinder-axis. L'enveloppe du tube résulterait de cellules conjonctives qui se soudent et s'allongent de manière à former une sorte de canal dans les parois duquel on retrouve les noyaux des cellules. Quant à la myéline, on ne sait rien de positif sur son mode d'évolution; elle apparaît plus tard.

Lorsque la myéline ne s'est pas encore montrée dans les tubes nerveux, ceux-ci sont pâles et grisâtres; ils constituent de véritables fibres pâles ou de Remak. D'après Robin, lorsque les fibres nerveuses se développent dans la cicatrice des nerfs, il existe d'abord des fibres de Remak dans lesquelles la moelle se montre plus tard; les

1. Nous ne décrivons pas le *ganglion intercarotidien*, renflement situé sur la branche du grand sympathique qui accompagne l'artère carotide interne. Sa structure se rapproche, ainsi que l'a fait remarquer Luschka (*Reichert's und du Bois-Raymond's Archiv.*, 1862, p. 405), d'un groupe d'organes particuliers situés aux extrémités et sur le trajet du grand sympathique: glande pituitaire, capsules surrénales, glande coccygienne. La structure du ganglion intercarotidien, *glande intercarotidienne* de Luschka, rappelle surtout celle de la *glande coccygienne*, organe arrondi, de 2 millimètres environ, situé à la pointe du coccyx, découvert et décrit par Luschka en 1859 (*Virchow's Archiv.*, vol. XVIII).

On trouve dans le ganglion intercarotidien: du tissu conjonctif, des vaisseaux et des nerfs nombreux. Entre ces éléments sont logées des vésicules closes renfermant des cellules épithéliales; on y rencontre aussi certains éléments en forme de canaux, mais ils ne sont pas exactement connus.

2. Kölliker, Lockhart-Clarke et Remak.

fibres pâles ou sans moelle seraient donc des fibres nerveuses à moelle en voie d'évolution.



FIG. 164. — Développement des fibres nerveuses.

1. Tube pâle avec deux noyaux; il n'y a pas encore de substance médullaire. — 2. Tube nerveux plus développé ayant un cylinder-axis et un peu de moelle. — 3. Bifurcation du tube nerveux. — 4. Cellule plasmatique non encore transformée, se confondant avec l'extrémité d'un tronc nerveux.

Il est incontestable que les fibres nerveuses augmentent de diamètre après leur formation: ainsi les fibres du nerf médian d'un embryon de quatre mois ayant en moyenne $3\ \mu$, celles de l'enfant nouveau-né mesurent $40\ \mu$, et celles de l'adulte $46\ \mu$ (Kölliker). Il ne se développe pas de nouvelles fibres, de sorte que l'augmentation de volume d'un tronc nerveux tient uniquement à l'augmentation du diamètre des éléments.

Dans les centres nerveux, le cylinder-axis des fibres se développe de la même manière, par élancement des prolongements des cellules; la myéline apparaît plus tard.

§ 6. — Fonctions des nerfs.

Nous croyons inutile de rappeler que le cadre de cet ouvrage ne nous permet pas de nous appesantir sur une question aussi vaste que celle des fonctions des nerfs. Nous n'oublions pas toutefois que nous nous sommes donné la tâche, tout en étant concis, d'initier les élèves, non-seulement à la disposition anatomique des organes, mais encore à leurs fonctions et aussi à leurs altérations.

Sur un grand nombre de points, les physiologistes ne s'entendent pas encore; toutefois, il faut reconnaître que ce désaccord ne règne que sur de petits détails. Nous nous contenterons d'énoncer les faits véritablement acquis à la science.

La masse nerveuse contenue dans le crâne remplit les fonctions les plus importantes : elle est le siège de la volonté, du sentiment, du jugement et de ses conséquences, déduction, induction, etc. Elle est aussi le siège de la mémoire, des instincts ; elle est enfin l'instrument de l'intelligence.

La moelle épinière et les nerfs de la vie animale, serviteurs fidèles de l'encéphale, ne sont que des conducteurs analogues à ces fils télégraphiques inertes qui mettent instantanément en communication les points les plus éloignés : tels sont la moelle et les nerfs, dont les uns sont les conducteurs du mouvement, les autres de la sensibilité. Un exemple : vous vous brûlez le bout du doigt ; instantanément, votre cerveau, averti par les nerfs conducteurs de la sensibilité, donne aux muscles l'ordre de se contracter pour soustraire le doigt à la douleur, et cet ordre est transmis par les nerfs conducteurs du mouvement. Si ces derniers sont altérés, s'ils présentent une interruption sur leur trajet, les nerfs de sensibilité restant intacts, la douleur sera portée au cerveau qui ordonnera en vain aux muscles de se contracter. Vous serez impuissant, malgré la volonté, à soustraire le doigt à la douleur.

Les nerfs sont donc des conducteurs, ils sont par conséquent le siège de courants nerveux incontestables, mais de nature inconnue.

Le courant nerveux sensitif marche de la terminaison des nerfs vers le cerveau : on le dit *centripète*.

Le courant moteur va, au contraire, du cerveau vers les organes : il est *centrifuge*. Notre corps est donc le siège de courants nerveux incessants.

Dans les nerfs rachidiens, qui sont mixtes, c'est-à-dire formés de tubes sensitifs et de tubes moteurs, tous les tubes sensitifs se portent sur la moelle épinière, sous le nom de *racines postérieures* des nerfs rachidiens ; ces racines se jettent sur la corne postérieure de la substance grise, en dehors du cordon postérieur de la moelle. Toutes ces parties sont dites sensitives, et lorsqu'on les irrite sur un animal, il manifeste de la douleur. Si elles viennent à être altérées ou détruites par une cause pathologique, il y aura une *paralysie de la sensibilité* dans les organes où elles se rendent.

Les tubes nerveux qui forment les nerfs moteurs se comportent d'une manière analogue. Sous le nom de *racines antérieures* des nerfs rachidiens, ils parviennent sur les cordons antérieurs de la moelle épinière, qu'ils traversent pour se jeter dans les cellules nerveuses de la corne antérieure de la substance grise. Si l'on irrite ces parties, on ne provoque pas la moindre douleur, mais des mouvements désordonnés, des convulsions. Lorsqu'elles sont altérées pathologiquement ou divisées, on observe une *paralysie du mouvement* dans les organes correspondants.

Propriétés des fibres nerveuses.

Les fibres nerveuses, nous l'avons vu, sont des conducteurs de la sensibilité et du mouvement. Mais il ne faudrait pas croire que la motricité ou la sensibilité soient des propriétés physiologiques de ces fibres nerveuses. Quoique les fibres nerveuses excitées déterminent une excitation des centres nerveux ou des muscles, selon qu'elles sont sensitives ou motrices, il ne faudrait pas croire que ce sont là des propriétés inhérentes à chaque espèce de fibre nerveuse. On peut, en effet, transformer un nerf de sensibilité en nerf de mouvement, et *vice versa*, comme l'a fait Vulpian.

Les nerfs sont sensitifs, moteurs ou mixtes. Des nerfs exclusivement *sensitifs* ou *moteurs* se rencontrent parmi les nerfs crâniens, qui renferment aussi des nerfs mixtes. Les nerfs rachidiens ne sont pas aussi variés, ils sont tous mixtes. Au point de vue anatomique, tous ces nerfs sont identiques, à cette différence près que les nerfs sensitifs portent, sur un point quelconque de leur trajet, un ganglion nerveux, ordinairement rapproché de leur origine.

Sensibilité récurrente.

Cl. Bernard a fait connaître une relation fort curieuse existant entre nerfs sensitifs et moteurs. Un nerf sensitif et un nerf moteur s'uniraient pour former une *paire nerveuse* physiologique. C'est ce qu'il a constaté pour le facial et le trijumeau, qui seraient entre eux dans des rapports physiologiques analogues à ceux des racines antérieures et postérieures d'un même nerf rachidien.

Vers les parties terminales d'un nerf rachidien, une partie des filaments sensitifs rétrograderaient vers la moelle épinière, en passant dans les rameaux moteurs du nerf rachidien. De la même manière, au niveau des rameaux terminaux du trijumeau, des filets nerveux *sensitifs* rétrograderaient vers l'encéphale, en se mêlant aux rameaux moteurs du facial. Ces filets récurrents sont *centripètes* pour le facial, tandis que les filets du facial sont *centrifuges*.

Ce sont ces anastomoses entre nerfs moteurs et nerfs sensitifs qui établissent une *paire nerveuse* physiologique, pour Cl. Bernard. Le trijumeau et le facial formeraient donc une *paire nerveuse*.

Ces anastomoses entre nerfs sensitifs et nerfs moteurs sont démontrées par les expériences suivantes :

1° Divisez le tronc du nerf facial (nerf moteur) sur un chien. Le bout central du nerf divisé est insensible aux irritations mécaniques ; le bout périphérique est sensible.

2° Divisez les racines antérieures (motrices) des nerfs rachidiens sur un animal. Le bout central est insensible, et le bout périphérique est pourvu de sensibilité.

Cette sensibilité du bout périphérique du nerf moteur divisé est transmise aux centres nerveux par les filets sensitifs anastomotiques que nous avons signalés aux extrémités des nerfs. On la nomme *sensibilité récurrente*. Elle a été étudiée par Magendie, Longet et Cl. Bernard.

La sensibilité récurrente a été découverte deux fois. Magendie et Longet l'avaient d'abord constatée, puis ils ne la retrouvèrent plus. Plus tard, Cl. Bernard la découvrit de nouveau, et fit voir qu'elle ne se montre qu'après que l'animal est remis de l'épaississement nerveux dans lequel le jette l'opération qu'on est obligé de faire sur lui pour l'expérience. C'est pour ne pas avoir observé ce phénomène que Magendie ne sut pas retrouver cette sensibilité qu'il avait constatée plusieurs fois. Cl. Bernard fait voir, à l'appui de son assertion, que la sensibilité récurrente existe toujours sur le bout périphérique du facial, parce que la mutilation nécessaire pour découvrir ce nerf est insignifiante.

*État anatomique et physiologique des nerfs séparés
des centres nerveux.*

Lorsqu'on divise un nerf moteur ou sensitif sur un point quelconque de son trajet, il se produit dans le bout périphérique des altérations anatomiques que nous allons faire connaître; en même temps, les fonctions du nerf éprouvent des modifications.

1°. Les altérations du bout périphérique commencent vers le cinquième jour après la section, et augmentent graduellement jusqu'à trois mois et plus.

Le cinquième jour, en comparant le nerf avec un autre nerf intact, on peut voir que les tubes nerveux deviennent un peu opaques et que les bords en sont moins nettement dessinés. Le huitième jour, les tubes nerveux sont véritablement troubles; il existe des sinuosités à leur surface, et leur substance médullaire présente des étranglements de distance en distance. Plus tard, la segmentation continue, et la paroi du tube renferme des gouttelettes d'aspect graisseux. Après deux ou trois mois, la paroi du tube est remplie de fines granulations, qui disparaissent plus tard. Alors la paroi du tube se plisse, les nerfs prennent un aspect grisâtre.

Nasse ¹ est le premier qui ait fait connaître cette sorte de dégénérescence du bout périphérique du nerf divisé. Les travaux de

1. Muller's Archiv., 1839.

Shiff, de Vulpian et de Waller nous ont appris tout ce que nous savons aujourd'hui sur ces altérations ¹.

En 1852, Waller a proposé d'utiliser ces lésions pour suivre les ramifications nerveuses dans leurs anastomoses, autrement dit de *disséquer physiologiquement* des rameaux nerveux que le scalpel est impuissant à découvrir. A l'aide de ce procédé, on peut suivre les filets terminaux de la corde du tympan dans l'épaisseur de la langue. Il en est de même pour l'étude de la branche interne du spinal, qui se jette dans le pneumogastrique. C'est à ce procédé qu'on fait allusion lorsqu'on parle de la *méthode wallérienne*.

Le bout central ne s'altère pas après la section; cependant il est à remarquer que les tubes nerveux subissent une sorte d'atrophie. ils *diminuent de diamètre*; c'est ce qu'a constaté Vulpian sur le bout central des nerfs rachidiens divisés.

Hayem assure que l'arrachement et la résection du nerf sciatique amène une dégénérescence atrophique des cellules nerveuses de la substance grise correspondant au point d'insertion du nerf sur la moelle.

2° L'*excitabilité* des nerfs divisés diminue graduellement à partir du moment de la section jusqu'au quatrième jour, où elle a com-

1. Nous ne pouvons passer sous silence les communications faites en 1873, par Ranvier, à la Société de biologie, sur la structure des tubes nerveux et la dégénérescence des nerfs après leur section. Les faits que nous allons énoncer sont en opposition avec ce que l'on savait sur la structure des nerfs.

a. Pour Ranvier, la fibre nerveuse n'est pas un filament uniforme dans toute sa longueur, c'est la réunion d'un grand nombre de tubes placés bout à bout. Chacun de ces tubes a une longueur de 1 millimètre et une largeur moyenne de 15 μ .

De millimètre en millimètre, on constate sur la fibre nerveuse des étranglements correspondant au point de fusion des petits tubes. Chacun de ces tubés, situé entre deux étranglements, est appelé par Ranvier *segment interannulaire*.

Chaque segment ou tube offre, vers sa partie moyenne, un noyau. Il est formé du cylinder-axis, de la myéline et de la gaine de Schwann.

La gaine de Schwann est doublée d'une couche de protoplasma dans laquelle se trouve le noyau; le cylinder-axis est aussi revêtu probablement d'une couche de protoplasma, qui se réfléchit au niveau des deux étranglements de l'extrémité du tube. Donc chaque segment interannulaire représente une individualité histologique.

Ces particularités s'observent difficilement à l'état frais, et Ranvier recommande d'avoir recours au picro-carminate d'ammoniaque, au nitrate d'argent, à l'acide osmique.

b. Ranvier a étudié les *altérations des nerfs sectionnés* sur le pneumogastrique et le sciatique du lapin.

plètement disparu ; l'excitabilité des fibres motrices se perd du point sectionné vers les muscles ; celle des fibres sensitives se perd, au contraire, du point sectionné vers la moelle.

3^o Peu de jours après la section, la contractilité musculaire diminue, en même temps que les éléments musculaires s'altèrent. Cette altération consiste en une diminution progressive du diamètre des faisceaux primitifs ; quelques faisceaux s'atrophient complètement et disparaissent. Longet a fait observer que la contractilité se conserve pendant plus de douze semaines après la section des nerfs.

Ces modifications dans la structure et les fonctions du muscle tiennent-elles à la section des fibres motrices du nerf, de ses fibres sensitives ou de ses fibres sympathiques ?

Les expériences que Vulpian a faites sur les animaux répondent à cette question : les altérations des muscles sont dues à la section des fibres nerveuses motrices.

1^{re} expérience : la section du nerf lingual n'amène aucune modification des muscles de la langue ; celle de l'hypoglosse amène rapidement l'atrophie des muscles.

2^o expérience : la section du nerf facial sur le plancher du quatrième ventricule, au moment où ses fibres motrices prennent leur origine réelle sur leurs noyaux d'origine (section faite dans l'épais-

1^o Bout périphérique. Au bout d'un jour (vingt-quatre heures), gonflement du noyau dans chaque segment interannulaire et gonflement du protoplasma autour du noyau.

Au bout de deux jours, le protoplasma forme des amas qui dépriment et déforment la myéline.

Au bout de trois jours, le noyau et le protoplasma sont tellement gonflés qu'ils remplissent complètement le tube ; le protoplasma est parsemé de granulations grasses, le noyau est placé au centre du protoplasma.

Le quatrième jour, le cylinder-axis est brisé au niveau de chaque noyau ; à ce moment l'excitabilité du nerf est perdue.

Le sixième jour, la dégénérescence fait des progrès, la myéline est fragmentée, les granulations grasses du protoplasma sont plus nombreuses, et les noyaux se sont multipliés.

Tous les éléments qui avoisinent les tubes subissent aussi la dégénérescence grasse : tissu conjonctif, cellules épithéliales des vaisseaux, fibres de Remak. Les noyaux des fibres de Remak se multiplient également.

2^o Bout central. La myéline devient granuleuse ; le cylinder-axis se conserve jusqu'au point de section du nerf, parce qu'il reçoit l'influence trophique des centres nerveux ; les noyaux se multiplient et sont maintenus aplatis contre la membrane de Schwann par le protoplasma devenu très-évident.

seur de la protubérance) produit la dégénérescence du nerf et s'accompagne de l'atrophie des muscles.

Quelle est la cause de l'altération des muscles ? Ce n'est pas le repos auquel les muscles sont condamnés, puisque les muscles conservent leur structure et leurs fonctions dans les membres inférieurs des paraplégiques.

Ce n'est pas l'irritation qui se propage aux muscles à partir du point de section, puisque l'altération musculaire se montre de même manière et avec la même rapidité, quel que soit le procédé employé pour diviser le nerf.

Ce n'est pas une lésion vasculaire du muscle, car les vaisseaux restent sains.

Ce n'est pas davantage la propagation du travail de dégénérescence du nerf au muscle, puisque la réparation du muscle n'a pas lieu lorsque le bout périphérique du nerf moteur se répare sur place.

Pour que le muscle se régénère, il faut que le bout périphérique du nerf se restaure et communique avec les centres nerveux ; il faut, en un mot, que le muscle subisse l'influence des centres nerveux, comme l'a démontré Vulpian dans un mémoire lu à l'Académie des sciences dans la séance du 8 avril 1872.

La véritable cause de cette altération réside donc dans la solution de continuité qui existe entre le muscle et les centres nerveux, ceux-ci exerçant sur les muscles une action trophique (nutritive) sur les muscles, comme sur les nerfs moteurs eux-mêmes, car la cause de la dégénérescence du nerf moteur est la même.

De la régénération des nerfs divisés.

Étudions les phénomènes qui se passent entre les deux bouts de la division et dans les bouts eux-mêmes.

Il se passe deux espèces de phénomènes : 1^o des phénomènes de régénération entre les deux bouts ; 2^o des phénomènes de restauration dans les deux bouts.

Il est évident que le travail de réparation sera d'autant plus court que les deux extrémités du nerf divisé seront plus rapprochées. Ce travail a lieu lorsqu'il y a de 4 à 4 centimètres entre les deux bouts du nerf ; il peut même se produire, d'après Vulpian, dans une étendue de 6 centimètres, mais non au delà.

1. La substance grise de la moelle est le centre trophique des racines motrices des nerfs rachidiens, les ganglions spinaux sont le centre trophique des racines sensitives. (Waller divise les racines postérieures d'un nerf rachidien entre la moelle et le ganglion, et il constate que l'altération anatomique des tubes nerveux se fait du point divisé vers la moelle.

Pendant que la dégénérescence atrophique se montre dans les troncs nerveux, le travail réparateur se fait dans le lieu de la division. Le bout central est le siège de tous les phénomènes. On voit, en effet, sur ce bout central, se développer une sorte de champignon, de saillie grisâtre, qui se termine par une pointe libre et qui s'allonge lentement, insensiblement, jusqu'à ce qu'elle arrive au contact du bout périphérique.

Dans cette saillie, on voit apparaître des tubes nerveux parfaitement constitués et plus minces que les tubes du tronc nerveux. Ces tubes sont un prolongement, une sorte de bourgeonnement de ceux qui existent dans le bout central.

Au moment où l'extrémité du prolongement atteint le bout périphérique, celui-ci devient le siège d'une restauration complète. Les cylindres-axis des tubes altérés s'entourent d'une nouvelle gaine médullaire; la gaine de Schwann se trouve remplie de nouveau. Cette restauration se fait dans toute l'étendue du nerf en même temps, et les propriétés des fibres nerveuses reparaissent.

Les mêmes phénomènes se produisent dans les nerfs sensitifs, moteurs et mixtes.

La restauration des nerfs ne s'observe pas seulement dans les cas où il se fait un travail de réparation entre les deux bouts, mais encore dans les cas où les nerfs sont définitivement séparés des centres nerveux. Il est donc reconnu qu'un nerf dont on a excisé une portion et dont les deux bouts ne sont pas réunis, se restaure au bout d'un certain temps. Il conserve sa propriété d'excitabilité, quoiqu'il ait perdu sa fonction. (Nous savons, en effet, que la fonction d'un nerf moteur, par exemple, est d'exciter la contractilité musculaire; or, ce phénomène ne peut se produire, puisqu'il manque une condition essentielle, la continuité du nerf et des centres nerveux.)

Lorsqu'un nerf mixte divisé est soudé, on remarque que la sensibilité se rétablit avant la motricité. Ce retard dans la motricité tient à quelques modifications subies par les muscles, qui ne répondent que difficilement aux excitations.

Ce travail de régénération et de restauration nerveuses est d'autant plus rapide que l'animal est plus jeune :

Vulpian. Jeunes rats. — Excision de 6 mill. de sciatique; durée du travail : dix-sept jours.

Schiff. Jeunes chats. — Excision de 3 cent. du lingual; durée du travail : quatorze jours.

Vulpian. Jeunes animaux allaités. — Excision de 4 à 2 cent. de troncs nerveux divers; durée du travail : cinq à six semaines.

substance spongieuse et revêtus d'une lame compacte; ils ont la même structure que les extrémités des os longs. Les lamelles osseuses qui composent leur portion spongieuse sont toujours perpendiculaires aux surfaces de pression.

§ 2. — **Squelette.** — Le squelette peut être *naturel* ou *artificiel*. Le premier est celui dans lequel les os et les ligaments ont été conservés; le squelette artificiel, dont on se sert ordinairement pour l'étude, est formé par les os réunis entre eux au moyen de liens artificiels.

Le nombre des os qui constituent le squelette n'est pas le même pour tous les auteurs, parce que les uns considèrent les os de l'ouïe, par exemple, comme trop petits pour être comptés; parce que les autres ne comptent pas les sésamoïdes parmi les os; parce qu'enfin d'autres décrivent plusieurs os là où il n'en existe réellement qu'un seul, comme le sternum et l'os coxal.

Il y a dans le corps humain 208 os :

Colonne vertébrale.	26
Crâne.	8
Face.	14
Osselets de l'ouïe.	8
Os hyoïde.	1
Thorax.	25
Membres supérieurs.	64
Membres inférieurs.	62

208

On trouve en outre dans le squelette des os irréguliers, les os *wormiens*, qui se développent dans les sutures du crâne, et les os *sésamoïdes*, qui se montrent dans l'épaisseur des tendons. La rotule est un os sésamoïde, mais tellement développé que nous avons cru devoir le ranger parmi les os du squelette.

§ 3. — **Conformation extérieure des os.** — Les os sont *situés* sur la ligne médiane, *os impairs*; ou bien sur les côtés, *os pairs*.

Leur *direction* est fort variable. Nous insisterons sur la direction de chaque os en particulier, dans l'ostéologie.

Leur *volume* et leur *poids* ont été peu étudiés. Cependant, selon de Luca, tous les os réunis chez l'homme de vingt-cinq à trente ans auraient un poids de 5 à 6 kilog., la moitié droite étant un peu plus lourde que la gauche. Une section du squelette au niveau de la deuxième vertèbre lombaire le diviserait en deux parties d'un poids égal. Nous verrons bientôt que le poids absolu, de même que le poids spécifique des os, diminue chez le vieillard.