

celles qui considèrent toute paroi cellulaire comme une partie de production sénile ou rétrograde. D'une part, en effet, il y a véritable genèse intra-vitelline du *noyau vitellin* (p. 177), dont dérivent par scission continue les noyaux des cellules de segmentation ou blastodermiques. D'autre part, nous venons de voir des exemples incontestables de noyaux intra-cellulaires se multipliant par division, amenant la disparition du corps cellulaire ambiant, et, une fois devenus libres, servant de centre à une genèse réelle d'un corps cellulaire et de ses dépendances qui subissent ensuite telles ou telles modifications évolutives intérieures (1).

Ces faits et ceux qui concernent la matière amorphe cérébrale sont, il est vrai, tirés de l'embryogénie des batraciens. Mais on n'est cependant pas libre de ne point en tenir compte, alors qu'on saisit les mêmes particularités, d'une façon tout aussi manifeste sur les poissons, les oiseaux et les mammifères, y compris l'embryon humain, surtout en ce qui touche ces éléments nerveux, la matière amorphe qui les accompagne, l'apparition des fibres lamineuses, élastiques, etc.

## CHAPITRE VIII

DE LA GENÈSE DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES PERMANENTS,  
ALORS QU'IL N'EXISTE PLUS DE CELLULES BLASTODERMQUES.

Toutes les cellules de provenance vitelline (*cellules primordiales* de quelques auteurs, voy. p. 293) passent graduellement, comme on l'a successivement indiqué, telles à l'état de cellules épithéliales (p. 296), telles à l'état de cellules de la

(1) Nous verrons dans le chapitre suivant qu'il n'y a pas que les cellules nerveuses et leurs cylindres-axes qui naissent ainsi autour d'un noyau comme *centre de génération*, phénomène qui en se continuant amène la production des prolongements cellulaires en forme de fibres, etc. Les fibres lamineuses, élastiques, etc., nous offrirons des exemples de ce genre. Sur la théorie du rôle des noyaux comme *centres de génération* dont les exemples particuliers principaux sont exposés dans ce livre, voy. Littré et Ch. Robin, *Dict. de médecine*, 11<sup>e</sup> édit., 1858; 12<sup>e</sup> édit., 1865, et 13<sup>e</sup> édit., 1873, article GENÈSE. Voy. aussi Ch. Robin, *Sur la naissance des éléments anatomiques* (Journal d'anatomie et de physiologie. Paris, 1864, in-8, p. 160 et suiv.).

notocorde (p. 302), telles autres à l'état de cellules cartilagineuses (p. 321), de faisceaux striés musculaires et de fibres-cellules (p. 305 et suiv.), de myélocytes (voy. p. 331), etc. Mais bien que, tant qu'il reste à l'état de cellules des éléments de cette provenance, on les voie se multiplier par segmentation, toutes ces cellules blastodermiques ou embryonnaires sont épuisées en passant de la sorte à l'état de parties offrant les caractères d'*éléments permanents* bien avant l'achèvement de l'accroissement total, avant même celui de la période fœtale. Ceux de ces éléments définitifs qui conservent l'état cellulaire pendant toute leur existence et qui continuent plus ou moins longtemps à se multiplier par scission (p. 298), produisent alors des cellules dont chacune est tout de suite semblable à celle dont elle provient et non à ce que cette dernière était lorsqu'elle était cellule embryonnaire ou blastodermique; c'est ce dont la notocorde, les cartilages, etc., fournissent des exemples. Quant aux autres, tels que ceux qui forment les faisceaux musculaires striés, les fibres-cellules même, les fibres nerveuses, etc., ils ont, en évoluant, pris des caractères qui les éloignent tellement de l'état cellulaire primitif qu'ils ne se prêtent plus à la reproduction par segmentation. Or, quand les cellules embryonnaires ont toutes été utilisées en passant chacune à l'état d'éléments permanents, la totalité de ces derniers qu'on trouve ultérieurement dans l'économie n'existe pas encore.

L'agrandissement des faisceaux musculaires striés, des éléments nerveux, etc., ainsi apparus, ne suffit pas seul à l'accroissement de l'individu entre ceux-ci; on en voit naître et se développer d'autres pendant longtemps encore, dans chaque muscle, nerf, etc. Or ce ne sont pas ces faisceaux striés, ces tubes nerveux plus ou moins développés déjà qui en produisent directement de semblables à eux; leur substance ne donne pas non plus par gemmation, ni par segmentation prolifante des cellules qui arriveraient à l'état de faisceaux striés, etc., par suite de modifications évolutives telles que celles qui ont eu lieu durant l'âge blastodermique ou embryonnaire proprement dit (p. 307).

Ce ne sont point non plus les éléments de ces muscles, nerfs, cartilages, etc., déjà existants, qui produisent ceux des organes

homonymes qui se montrent bien plus tard encore dans d'autres régions, après qu'il n'y a plus de cellules de provenance vitelline. Ce fait qui est des plus manifestes dans tous les vertébrés, etc., est surtout frappant durant l'accroissement des poissons. Il l'est particulièrement lors de l'apparition des membres des batraciens dont les premiers rudiments microscopiques se montrent sur les têtards, longs de 16 à 18 millimètres, du trentième au trente-deuxième jour après la fécondation pour les grenouilles, c'est-à-dire quinze jours au moins après l'époque où il n'y a plus trace de cellules de provenance vitelline (p. 293).

Il est certain que ce n'est pas par une scission prolifante des éléments cartilagineux de la colonne vertébrale, pas plus que de cellules de provenance vitelline qui seraient restées en réserve (1) que naissent les cartilages, les muscles, et autres éléments des membres. Nous savons que ce n'est pas par une transformation des cellules du tissu lamineux qu'ils se développent; on peut le constater particulièrement, d'une manière directe, sur la queue des poissons où l'on voit naître avant les corps vertébraux les apophyses ou arêtes cartilagineuses de la queue,

(1) La plupart, sinon tous les embryogénistes et les histologistes, traitent ces questions sans se préoccuper de déterminer où, quand, et comment naissent les éléments anatomiques qui s'ajoutent aux premiers apparus dans l'embryon; ou bien ils se bornent à dire implicitement ou formellement que partout et en tout temps les fibres musculaires, nerveuses, etc., naissent de cellules embryonnaires (cellules primordiales ou primitives de quelques auteurs). Comme cela n'est certainement pas, si par cellules embryonnaires on entend, comme de droit, les cellules de provenance vitelline ou des feuilletts du blastoderme, de l'aire ou tache embryonnaire en particulier, on comprendra aisément combien il importe d'insister sur les données contenues dans ce chapitre. On sait que beaucoup de médecins ne tenant pas compte de ces données logiques, familières aux embryogénistes, appellent cellules embryonnaires: 1° les leucocytes et les médulloccelles d'après l'hypothèse, dont la validité n'est nullement démontrée, qui veut que ces cellules peuvent se transformer en hématies, fibres de diverses espèces, épithéliums, etc.; 2° les cellules épithéliales récemment individualisées, encore petites, surtout lorsqu'elles sont devenues sphéroïdales après isolement anatomique (voy. p. 208), qui elles-mêmes pourraient devenir des cellules fibro-plastiques, etc., dans certains cas morbides; 3° les cellules du cartilage, les cellules fibro-plastiques, nerveuses, et autres récemment nées, non encore complètement développées, surtout quand elles n'ont pas encore leurs prolongements fibrillaires, etc. Mais encore celles-ci ne sauraient sans erreur être dites cellules embryonnaires d'une manière indéterminée; tout au moins devrait-on dire cellules cartilagineuse, nerveuse, fibro-plastique à l'état embryonnaire, c'est-à-dire encore en voie d'évolution.

alors qu'il n'y a plus de cellules de provenance vitelline, où il n'y a pas encore trace de tissu lamineux et alors qu'au-dessous de l'épiderme il n'y a que les muscles, les chromoblastes, les vaisseaux et la notocorde sans corps vertébraux. Sur les batraciens, il n'y a également plus de cellules blastodermiques et il n'y a pas encore de tendons, ni d'autres éléments du tissu lamineux, quand naissent avant les corps vertébraux les apophyses cartilagineuses dans les minces intersections musculaires dorsales; les intersections des muscles de la queue sont seules déjà devenues tendineuses.

Mais en outre, sur les poissons et les batraciens, il est facile de constater que c'est à une époque où depuis plusieurs jours il n'existe plus de cellules de provenance vitelline dans le corps de l'embryon (la vésicule ombilico-intestinale exceptée) que se montrent les premières fibres lamineuses et élastiques, les premières fibres nerveuses périphériques et les premiers leucocytes dans le sang. On peut constater ce même fait sur les oiseaux et sur les mammifères d'une manière aussi péremptoire bien que moins aisément.

C'est en particulier plus de huit et dix jours après qu'on a pu suivre le cours du sang dans les vaisseaux pleins de globules rouges seulement, qu'on voit sur les poissons et les batraciens se montrer les leucocytes. On observe ce même fait aussi nettement sur les oiseaux. Dès l'origine, ils se montrent aussi nettement sur les oiseaux. Dès l'origine, ils se montrent sphériques, incolores, plus petits que les hématies et avec leurs réactions et autres caractères distinctifs propres. Ce fait est des plus frappants sur les axolotls, les tritons et les autres batraciens (*Rana viridis et temporaria*, *Hyla arborea*), en raison de ce que les leucocytes à fines granulations grisâtres, immobiles dans leur épaisseur, sans granules grasseux ni vitellins, se produisent parmi les globules rouges; et l'on ne saurait les considérer comme une provenance directe (par segmentation) des hématies, car ceux-ci renferment encore beaucoup de ces granules jaunâtres dont les moins gros sont doués d'un vif mouvement brownien dans leur cavité. Ce n'est, au contraire, qu'après plusieurs minutes de contact avec l'eau que les granules des leucocytes présentent ces mouvements. De plus, l'acide acétique ne montre qu'un noyau dans les hé-

maties et en fait apparaît de deux à trois sous les yeux de l'observateur dans les leucocytes. Leurs réactions, leur épaisseur, les expansions amibiformes qu'ils montrent dès leur apparition les distinguent tellement des cellules épithéliales limitant les capillaires, qu'on ne saurait les considérer comme dérivant de ces cellules par gemmation; gemmation qui a été supposée, mais qu'on n'observe du reste jamais ici.

Sur ces mêmes animaux on peut suivre pas à pas en quelle sorte l'apparition des fibres tendineuses et les voir étendues d'un bout des faisceaux striés à celui des faisceaux qui sont au-dessus dans les intersections hyalines qui séparent les chevrons musculaires de la queue. Ces fibres naissent dans ces intersections qui jusque-là étaient minces, complètement dépourvues de cellules et de noyaux quelconques, uniquement composées d'une substance tout à fait hyaline, quand les têtards de grenouilles et de crapauds ont de 14 à 15 millimètres de long au moins (voy. p. 305).

Or il est aisé de constater que ce ne sont pas les faisceaux striés des muscles qui par gemmation prolifante, etc., produisent les cellules dont ces fibres tendineuses, intermusculaires, sont des prolongements, pas plus qu'ils ne produisent directement ces fibres avec leurs caractères de fins filaments hyalins.

C'est encore seulement dans les jours qui suivent qu'on saisit la génération des fibres lamineuses, puis des chromoblastes, soit à la surface des muscles de ces animaux, soit dans leur interstices; car jusque-là leurs faisceaux striés étaient directement contigus les uns aux autres. Ajoutons pour plus de détails qu'il est on ne peut plus facile de voir que les intersections musculaires depuis leur première apparition (voy. p. 305) entre les groupes de cellules embryonnaires sur les côtés de la notocorde, ne sont jamais formées par des cellules, n'en renferment jamais, jusqu'au moment où y naissent les fibres tendineuses sur les batraciens, les arêtes cartilagineuses sur les poissons.

Les phases de la génération des fibres seront décrites ci-après. Disons seulement que, sauf un volume un peu plus grand des noyaux, ces éléments ne diffèrent pas sur les batraciens et les poissons cités ici de ceux de même espèce pris sur les autres vertébrés. En même temps que se produisent ces fibres, s'élar-

gissent beaucoup les intersections jusque-là homogènes, qu'elles font passer de l'état hyalin à l'état nettement fibrillaire tendineux, bien visible sur l'animal vivant. Il faut de trois à quatre jours pour que le développement de ces fibres ait lieu et amène dans les intersections musculaires les changements qui viennent d'être indiqués. En d'autres termes, il est certain: 1° que parmi les éléments qu'on voit apparaître successivement pendant la durée de l'évolution de chaque animal, il y en a qui ne dérivent pas des cellules de provenance vitelline (telles sont les fibres élastiques, les cellules osseuses, celles de la moelle des os, etc.); 2° qu'après les premiers des éléments qui ont cette provenance, comme les faisceaux striés des premiers muscles, les premiers cartilages, les premiers chromoblastes tégumentaires, il en naît de semblables qui apparaissent sans dériver de la substance de ceux-là et forment des organes qui jusque-là n'existaient pas, alors qu'il n'y a plus de cellules embryonnaires (voy. p. 353 et 381); car les éléments de ces organes nouveaux, cartilagineux, musculaires, nerveux, etc., ne résultent pas d'une prolifération par segmentation, ni par gemmation cellulaire des éléments de même espèce qu'eux existant avant eux dans l'embryon.

Il resterait donc simplement à savoir si ce sont les noyaux ou les cellules du tissu lamineux qui proliferaient pour se transformer individuellement (ainsi que l'admettent implicitement ou explicitement quelques médecins), et devenir des éléments dissemblables, tels que faisceaux striés musculaires, fibres-cellules, tubes nerveux, cellules du cartilage, etc., à la manière de ce que font telles et telles des cellules de provenance vitelline, tant qu'il y a de ces cellules. Mais l'observation montre que ces divers éléments ne sont pas une transformation de ceux du tissu lamineux, et que ces derniers (apparaissant, dans les batraciens et les poissons du moins, alors qu'il n'y a plus de cellules embryonnaires) ne sont également pas une provenance directe des cartilages, des faisceaux striés, etc., qui les précèdent et autour ou entre lesquels ils naissent.

Signalons comme exemple qu'il est certain, en particulier, que le système nerveux central est formé par involution des cellules du feuillet blastodermique superficiel (p. 200). Les noyaux

de ces cellules, par segmentation ultérieure, deviennent les myélocytes, centre de génération des cellules nerveuses du tissu gris central ; plusieurs fascicules de leurs cylindres-axes, entourés de myéline, vont sur les côtés de la moelle épinière joindre ceux des nerfs périphériques pour former les racines antérieures et postérieures des diverses paires nerveuses. Mais il est un autre fait qui n'est pas moins certain, c'est que les cellules des ganglions rachidiens et sympathiques, ainsi que leurs noyaux, et celles qui sont groupées ou disséminées dans la peau et les muqueuses ne sont pas des éléments faits dans la moelle pour être portés ou poussés jusque dans ces organes par des cylindres-axes, qui de ce centre s'allongeraient au sein des tissus dérivés du feuillet blastodermique moyen, et deviendraient ainsi extra-médullaires. En effet, lors de l'apparition embryonnaire des ganglions rachidiens et sympathiques, on voit nettement que les cellules nerveuses de la moelle épinière et leurs noyaux sont plus gros et plus grenus que les cellules ganglionnaires périphériques et que leurs noyaux ; qu'ils sont plus gros aussi que les noyaux libres servant ici de centre à la genèse du corps cellulaire multipolaire, de la même manière que dans le cerveau. Ceux-là ne peuvent à aucun titre être considérés comme une provenance substantielle directe des autres, et bien que les toutes premières phases de l'apparition de leurs noyaux ne soient pas encore très-nettement saisies, on ne saurait douter que c'est par genèse que se produisent ici les noyaux, aussi bien que le corps cellulaire multipolaire, comme lors de la génération des éléments dont il va être question dans l'article suivant.

ARTICLE PREMIER. — SUR LA GÉNÉRATION DU TISSU  
DES MEMBRES EN GÉNÉRAL.

Rien de plus démonstratif, eu égard aux faits précédemment exposés, que ce qui se passe lors de l'apparition des membres des têtards de batraciens (axolotl, tritons, crapauds (*Bombinator*, *Alytes*, *Bufo*); rainette (*Hyla arborea*); grenouilles (*Rana viridis et temporaria*), etc.) alors que les phénomènes embryonnaires de cet ordre étaient suspendus depuis une à

plusieurs semaines et peuvent être retardés plus encore en plaçant expérimentalement l'animal dans de mauvaises conditions de nourriture, de lumière et de température.

On voit ici dans le tissu lamineux fibrillaire cutané et toujours à l'extrémité d'un faisceau nerveux assez gros et bien reconnaissable se produire un petit organe à surface nette, lisse, à sommet conoïde, à base mousse, appendue au nerf. On en saisit la présence dès qu'il est large et long de 5 à 6 centièmes de millimètre et l'on peut presque compter les éléments, tous de même espèce au début, qui le composent. Il se montre sur les Grenouilles (*Rana temporaria*) du vingt-huitième au trentième jour après la fécondation, alors que les têtards sont de 16 à 18 millimètres de long et en même temps pour les deux paires de membres. Avant son apparition, il est impossible de trouver ici des éléments analogues aux cellules blastodermiques qui pourraient être restées comme *cellules d'attente* et jusque-là *indifférentes* pour repasser à l'état de noyaux tels que ceux qui forment cet organe, puis de nouveau à l'état de cellules cartalagineuses et autres. Dès son origine, ses éléments sont hyalins, sans granules vitellins et graisseux et ne sont pas mélangés de cellules blastodermiques. Contigu à la face profonde de l'épiderme, cet organe se coiffe d'une couche à une puis à deux rangées des cellules épithéliales polyédriques molles de ce dernier, qui sont incolores d'abord, puis présentent plus tard des granules mélaniques ; ces granules se montrent sur le membre postérieur quelques jours avant de se produire sur l'antérieur qui est plus petit, malgré que tous deux apparaissent en même temps. Toutefois les moignons postérieurs soulèvent l'épiderme et font saillie à la surface de la peau dès leur origine ; ils s'allongent graduellement en restant appliqués contre la queue sans jamais être inclus sous la peau comme le sont au contraire ceux des membres antérieurs jusqu'au quatre-vingtième ou au quatre-vingt-dixième jour sur les grenouilles.

La croissance de ce moignon se produit comme si elle avait lieu par allongement de sa base ou racine du membre du côté de l'axe vertébral, le sommet restant mobile sous le mince tégument qu'il ne soulève que plusieurs jours plus tard et