

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

avec lequel il est en continuité dès l'origine par une mince pellicule et par l'épiderme, ainsi qu'il vient d'être dit. Quel que soit son allongement, le capuchon épidermique sus-indiqué reste en effet toujours relié à la face profonde de l'épiderme cutané parce que le feuillet qui tapisse *tout le moignon*, moins sa racine (que pénètre le nerf), se replie là pour revenir sur lui-même rejoindre l'épiderme cutané; il forme ainsi une poche logeant tout l'organe nouveau, moins la base à l'égard de laquelle le nerf forme une sorte de pédicule. Dès l'origine aussi de ces moignons brachiaux, puis graduellement pendant toute leur évolution, la superficie de leur tissu propre est coiffée (de la même manière que par l'épiderme précédent), par un capuchon que fournit la mince pellicule hyaline (insoluble dans l'ammoniaque tandis que le tissu sous-jacent est soluble) qui, sur ces animaux, forme la surface même du derme et à laquelle adhère l'épiderme. De là vient la netteté de la surface de délimitation de l'organe ainsi que sa mobilité par glissement dès son apparition; de là aussi sa rénitence, tandis que son tissu propre, très-mou au début, s'écrase et s'écoule en quelque sorte dès que cette pellicule tenace est rompue.

Quant au tissu du moignon, il a, de part et d'autre, la mollesse, la transparence, la rénitence et l'aspect dit *muqueux* ou *colloïde* du tissu lamineux embryonnaire qui forme les moignons originels des membres des autres vertébrés, ainsi que les moignons de régénération de ces parties sur les reptiles, les batraciens et les crustacés. Comme ce dernier tissu, il est composé de noyaux sphériques tout à fait hyalins, larges d'abord de 3 à 5 millièmes de millimètre, sans nucléole, mais acquérant bientôt un diamètre de 0^{mm},008 à 0^{mm},009 et montrant alors un à deux nucléoles. Pendant toute la durée du développement, il en reste des petits (ayant les caractères dits de *cytoblastions*, p. 385) mêlés à ces derniers; mais, ni au début ni plus tard, il n'y a parmi eux des cellules grenues analogues à celles du blastoderme. Tous les agents coagulants et durcisants réduisent d'un quart à la moitié le volume de ces noyaux et en changent notablement l'aspect en les rendant grenus et grisâtres. Mais les chromates et l'acide chromique ne séparent pas leur contenu de la paroi extérieure comme sur les noyaux

de la substance grise nerveuse et sur ceux des muscles (voy. p. 68, fig. 13). Rien donc de plus facile que de distinguer ces éléments des myélocytes et autres. Dès l'époque où le membre est long d'un quart de millimètre, on y trouve des fibres lamineuses à l'état de corps fibro-plastiques fusiformes et étoilés très-courts, très-pâles, ayant pour centre un de ces noyaux.

On suit le nerf dans ce moignon jusque auprès de son extrémité et ce n'est que lorsqu'il est long d'un quart à un tiers de millimètre qu'une anse vasculaire s'y enfonce et finit par le contourner au-dessous de la pellicule superficielle sus-indiquée. C'est seulement lorsqu'il a près d'un millimètre de long que commencent à s'y montrer des cartilages d'abord, des faisceaux striés musculaires ensuite, des chromoblastes noirs et jaunes, puis bientôt quatre mamelons digitaux au bout des membres antérieurs, cinq à celui des postérieurs, avec prolongement de l'anse vasculaire qui les contourne. Jusque là, fait important, c'est-à-dire pendant sept à huit jours, plus ou moins selon les espèces, etc., le moignon est entièrement formé des noyaux dont il a été question. Quant à ces divers éléments anatomiques, ils naissent comme il va être dit; mais rien de plus remarquable que les différences de constitution et d'aspect du tissu embryonnaire gélatiniforme au sein duquel ils se montrent comparativement à celui que forment les grosses cellules blastodermiques foncées, chargées de granules graisseux et vitellins, à l'aide et aux dépens desquelles naissent les fibres musculaires, les cellules cartilagineuses, etc., apparues les premières dans l'embryon (voy. p. 293).

Rien de plus net que l'uniformité primitive de constitution des éléments anatomiques du moignon de membre depuis les batraciens jusqu'à l'homme au sein desquels naissent les cartilages, les faisceaux musculaires, etc., dont il vient d'être question, et qui sont tous manifestement sans continuité ni même contiguïté avec ceux qui existent déjà dans le tronc de l'animal. Dans les uns comme dans les autres de ces vertébrés, ce sont bien des noyaux dits embryoplastiques (*noyaux du tissu cellulaire, lamineux ou conjonctif*). Quels que soient les moyens employés, ce n'est que sur un fort petit nombre d'entre eux qu'il est possible d'arriver à constater la présence

d'un très-petit corps cellulaire autour d'eux sous forme d'une pellicule appliquée en quelque sorte sur le noyau : et cela uniquement sur les noyaux complètement développés, mais non sur ceux qui sont encore larges de $0^{\text{mm}},004$ à $0^{\text{mm}},005$ seulement. Aussi, plus l'accroissement avance, plus est grand le nombre des noyaux qui, au lieu d'être libres, immédiatement contigus les uns aux autres, occupent le centre d'un corps cellulaire.

Quoi que disent certains auteurs à cet égard, il est impossible, en présence des faits embryogéniques dont il est ici question qui se constatent sur tous les vertébrés et plus d'un invertébré, de soutenir que, après comme pendant la période blastodermique de l'évolution (ainsi que dans les cas de régénération des membres), tous les éléments sont, ou ont été, des *cellules blastodermiques*, des cellules complètes; c'est-à-dire que nul n'est jamais, même temporairement, à l'état de noyau libre.

Ce qui est, c'est que tous ces éléments débutent ici par la genèse de noyaux qui servent de centre de génération à la partie fondamentale des diverses espèces d'éléments (cellules des cartilages, faisceaux musculaires, etc.), ce qui établit une différence avec ce qui a lieu pour les éléments de même espèce, d'origine blastodermique (voy. p. 305 et 321); en d'autres termes, on voit la génération première des éléments venant constituer les divers organes des membres rudimentaires, depuis les poissons jusqu'à l'homme, avoir lieu de la même manière et comme lors de la régénération des membres des crustacés, des batraciens, des sauriens (1). Sous un autre point de vue plus exact, cette régénération reproduit les phénomènes de la génération dont il s'agit ici, et qui, pas plus qu'elle, ne

(1) Ainsi se montre dès l'époque embryonnaire ce qui continuera à se produire pendant toute la durée de l'accroissement aussi bien que dans tous les cas de régénération proprement dite ou totale, et ceux de cicatrisation. Durant la régénération et la cicatrisation, en effet, dans lesquelles l'absence de cellules embryonnaires semblables à celles du feuillet blastodermique moyen est manifeste, on voit tous les éléments qui naissent le faire comme il vient d'être dit à propos de ceux apparaissant quand il n'y a plus de cellules de provenance vitelline. Les *bourgeons charnus des plaies* sont en réalité constitués par un tissu semblable à celui-ci (p. 355), sauf une plus grande vascularité et plus de substance amorphe (p. 422), tissu dans lequel les fibres lamineuses, élastiques, etc., naissent comme nous allons l'indiquer avec plus de détail encore.

s'accomplit à l'aide et aux dépens de cellules identiques avec les cellules de provenance vitelline ou blastodermique; celles-ci, en effet, résultent de l'individualisation en cellules d'une substance préexistante, précédée toutefois de la genèse du noyau vitellin, tandis que celles qui leur succèdent quand elles sont toutes utilisées naissent comme nous venons de le rappeler.

La segmentation des noyaux au centre des cellules fibroplastiques dans des conditions morbides fréquemment observées amenant leur multiplication plus ou moins considérable, pourrait faire supposer qu'il se passe ici un phénomène analogue à celui qui a pour résultat la production des noyaux libres nerveux, puis des cellules multipolaires (voy. p. 335). On pourrait penser, en effet, qu'ici également les noyaux, en se multipliant, amèneraient la distension du corps cellulaire et sa destruction, de manière à former aussi des groupes ou amas pour devenir libres peu à peu, puis devenir ou non, suivant les cas, le centre de la genèse des fibres lamineuses. Cette hypothèse semble d'abord d'autant plus probable qu'on isole un assez grand nombre de groupes, formés de 2 à 10 noyaux embryoplastiques environ, dans lesquels certains de ces noyaux sont plus ou moins polyédriques par pression réciproque.

Mais il est à remarquer qu'on ne rencontre pas dans ce tissu embryoplastique des noyaux en voie de segmentation prolifiante, comme on en voit au contraire parmi les plus gros des tumeurs, et à l'état normal dans les faisceaux striés des muscles (fig. 55, p. 309), et surtout dans le cerveau, etc., ainsi qu'il a été dit plus haut (fig. 64, p. 334). On n'en trouve pas, en particulier, lors de l'apparition sous-cutanée de ce moignon de membre des batraciens au bout du nerf qui en représente d'abord en quelque sorte le pédicule. On ne voit pas du tout que la production des noyaux de son tissu résulte de la division multiplicatrice d'un ou de plusieurs des noyaux du tissu cellulaire cutané autour du bout du nerf. Aucun des noyaux qui sont au centre des cellules fusiformes ou étoilées de ce tissu fibrillaire transparent ne montre les phases de cette scission, tant qu'on observe aisément celles-ci dans les muscles (voy. ci-dessus p. 309). Il est donc impossible de saisir ici un seul fait probant en faveur de l'hypothèse qui, dans le cas présent, ferait dériver le tissu em-

bryoplastique originel des membres d'un ou plusieurs noyaux du tissu lamineux (car il se montre alors que depuis longtemps il n'y a plus de cellules blastodermiques), noyaux ou cellules du tissu lamineux qui se segmenteraient d'une façon continue, pour se métamorphoser quelques jours après ici en cartilage, là en faisceaux musculaires striés, etc. Examinons donc actuellement, en particulier, comment a lieu la genèse des éléments qui ne dérivent pas des cellules de provenance vitelline, en commençant par ceux qui offrent la constitution la plus simple (1).

ARTICLE II. — GÉNÉRATION DES CARTILAGES DANS LE TRONC ET DANS LES MEMBRES DE L'EMBRYON.

L'embryogénie prouve que les tissus cartilagineux et osseux sont des tissus qui restent cellulaires pendant toute la durée de leur existence, mais dans lesquels les cellules sont englobées par une substance amorphe, homogène ou grenue, à mesure même qu'elles naissent, et qu'elles ne perdent pas leurs caractères cellulaires proprement dits; pendant toute la durée de leur vie pourtant, elles présentent des modifications évolutives, mais elles ne sont pas aussi prononcées que celles des cellules des autres tissus; quant à celles que subit la substance qui les enveloppe, elles sont beaucoup moindres.

La comparaison de ces deux tissus, aux points de vue du mode de production, de la composition chimique et de la structure de cette substance d'une part, des cellules de l'autre montre qu'ils ne sont pas assimilables, et que l'os ne peut en aucune manière être considéré comme une incrustation calcaire du cartilage ou du tissu lamineux, ni le cartilage comme une provenance de ce dernier. Mais dans l'un et l'autre de ces tissus, la substance amorphe (voy. p. 111 et 127) doit continuer à être appelée *substance fondamentale*, au point de vue du rôle qu'elle remplit ici, alors que les matières amorphes des autres tissus, qui sont molles, comme dans les tissus lamineux et nerveux, n'y sont qu'accessoires. Dans les cartilages et les os,

(1) Il ne sera pas ici question des faisceaux musculaires striés parce qu'il en a déjà été parlé plus haut, page 308, en note.

c'est à leur substance propre, en effet, et non essentiellement aux cellules, que leur tissu doit sa ténacité (1), avec un certain degré d'élasticité dans le premier et une grande résistance dans le second; et c'est là ce qui leur permet de constituer l'un et l'autre des organes squelettiques ou de soutien, c'est-à-dire de remplir un rôle purement physique ou de résistance mécanique. Quant aux cellules, leurs usages sont au contraire manifestement relatifs aux actes de rénovation moléculaire continue ou nutritive de la substance qui l'emporte quant au poids et quant à la masse, lorsque ces organes sont appelés à remplir leur rôle (2).

Rien de plus net que la genèse des cartilages apophysaires vertébraux des poissons et des têtards (*Triton marmoratus* et *palmatus*, Axolotl, *Rana viridis* et *temporaria*, *Hyla arborea*) dans les minces intersections musculaires, transversales, plus ou moins obliques, caudales pour les premiers, thoraco-abdominales pour les seconds, alors qu'elles sont encore formées d'une substance homogène, complètement hyaline, dépourvue de tout noyau du tissu cellulaire et de fibres tendineuses. Rien également de plus net que cette apparition du cartilage au centre du tissu transparent du moignon des membres (voy. p. 353), qui, par conséquent, a lieu ici autrement que pour les premiers cartilages céphaliques (voy. p. 321).

Comme sur l'homme, ils débutent par l'apparition de petits

(1) Aussi voit-on la friabilité du cartilage et la facilité que l'on a pour isoler ses cellules être proportionnelles à la minceur des couches de la substance fondamentale interposées à ces cellules.

(2) Nous voyons qu'en somme les substances amorphes constituent un groupe important d'éléments anatomiques non figurés comprenant depuis celles qui sont molles, comme celles des tissus lamineux et nerveux (voy. p. 114 et suiv.), jusqu'aux plus dures, comme celles du cartilage et des os, toutes fort distinctes les unes des autres par leur composition, leurs réactions aussi bien que par leurs propriétés physiques. A ce mode d'individualité, elles en ajoutent un autre important au point de vue du rôle qu'elles remplissent en tant que soutien, quand elles sont dures et qui s'ajoute à celui qu'elles jouent au point de vue de l'écartement des cellules qu'elles englobent. Ce fait est des plus nets, soit qu'elles englobent des cellules comme ici, soit qu'elles maintiennent des fibres comme dans les disques inter-articulaires, ou à la fois des cellules et des fibres comme dans le tissu nerveux. Dans l'un et l'autre cas, on peut l'amener à présenter un aspect aréolaire ou spongieux quand on ouvre ces cavités que remplissent les cellules, à la condition qu'elle soit plus dure que celles-ci comme dans le cas du cartilage ou qu'étant molle on l'aie durcie convenablement comme lorsqu'il s'agit de la rétine et du tissu gris cérébro-spinal.