

longue disparaissent elles-mêmes. Une matière hyaline sans granulation se produit secondairement sous forme d'une ou plusieurs grandes gouttes dans la substance fondamentale, distend les cellules en leur donnant un aspect vésiculeux de plus en plus prononcé; elle repousse et distend graduellement la substance fondamentale sous forme de paroi nette dans laquelle le noyau reste inclus avec quelques granules gras et de fines granulations mélaniques sur les batraciens.

Sur les poissons, les oiseaux et les mammifères, les cellules de la notocorde deviennent vésiculeuses d'une manière analogue avec cette différence qu'elles sont simplement grisâtres, sans les granules vitellins, puis gras, observés dans les batraciens. De plus le mode de production des gouttes hyalines de formation secondaire varie d'un groupe à l'autre de ces animaux, mais en commençant toujours par le centre de la notocorde et laissant plus ou moins longtemps polyédriques, non vésiculeuses, grisâtres et finement grenues ses cellules superficielles, sur une ou plusieurs rangées, souvent régulièrement disposées, surtout aux extrémités.

Il faut joindre à ces particularités l'indication des variétés d'aspect dues, sur les poissons et les batraciens surtout, à ce que, sphériques au début, les cellules de la notocorde s'aplatissent plus ou moins (fig. 53, *a, b*) par pression réciproque, sous forme de lames plus ou moins minces, transversalement disposées par rapport à la longueur de l'organe. Cette disposition persiste dans la notocorde de quelques poissons, tels que le branchiostome; mais sur les autres poissons, sur les batraciens particulièrement, elles se gonflent de nouveau et deviennent polyédriques quand se résorbent les granules vitellins qui les rendaient plus ou moins opaques, en même temps qu'elles prennent l'état vésiculeux et la transparence dont il vient d'être question.

ARTICLE III. — SUR LA PROVENANCE CELLULAIRE
DES FAISCEAUX STRIÉS DES MUSCLES.

Ce sont aussi des cellules dérivant généalogiquement comme les précédentes de la substance vitelline (voy. p. 293) qui se

groupent de chaque côté de la notocorde pour former les lames

latérales musculaires. Mais dès l'origine ces cellules sont plus petites, plus sphéroïdales, moins polyédriques ou moins aplaties que celles de la notocorde. Bien que sur les batraciens elles soient aussi riches en granules vitellins que les cellules de la notocorde, elles s'en distinguent en ce qu'elles sont plus petites d'un tiers au moins, plus sphéroïdales, moins pourvues de granules mélaniques. Elles sont en outre bien plus petites et plus pauvres en granules pigmentaires que les cellules noires qui, sur une rangée unique, forment la couche superficielle ou épithéiale externe de l'embryon, sous laquelle sont immédiatement placées les précédentes. Sur les poissons et les batraciens, dès l'origine de leur groupement, ces cellules se disposent en masses *interapophysaires* ou *chevrons* (fig. 54, *f, g, g-h*, etc.) que séparent des intersections un peu obliques, formées d'une substance hyaline, plus tenace que celle des cellules dès son apparition; plus tard on la voit remplacée par le cartilage des apophyses ou arêtes, soit transverses, soit épi-

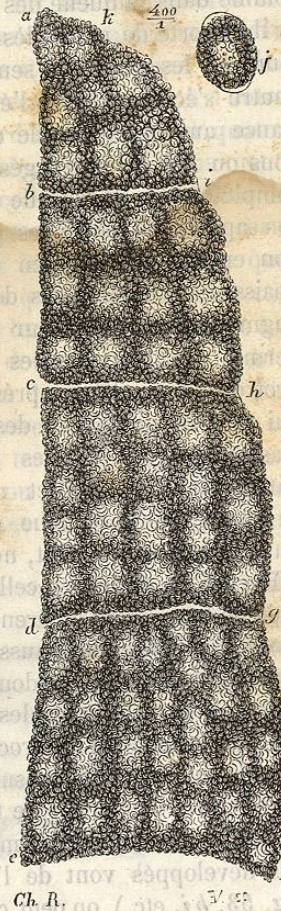


Fig. 54 (*).

(*) Partie antérieure de la série des chevrons musculaires, appliquée contre la gaine de la notocorde à laquelle elle adhère par son extrémité antérieure (*a b*). *b i, c h, d g*, couche mince de substance hyaline, tenace, à laquelle adhèrent les extrémités de chacun des faisceaux musculaires primitifs *a, b, f, g, g, h*, etc., accolés dans chaque chevron (*d, e, f, g*, etc.). Chaque faisceau primitif (*a b, b c*, etc.) contigu aux autres (*k i*, etc.) est formé (sur les têtards de grenouille longs de 8 millimètres, douze jours après la ponte) de cellules foncées, granuleuses, se soudant bout à bout, formant ainsi des cylindres toruleux isolables les uns des autres. A cette époque les cellules dont le noyau s'entrevoit sont encore séparables les unes des autres (*f*) avec leur forme sphéroïdale. Dès cette époque les faisceaux se contractent, mais lentement. Gross. 450 fois.

neuses, ou simplement par des cloisons fibro-tendineuses comme dans la queue des têtards.

Il importe de noter dès à présent que pendant les quelques jours ou les quelques semaines qui d'une espèce animale à l'autre s'écoulent entre l'époque de l'apparition de cette substance amorphe et celle de son remplacement par les tendons ou par les cartilages dont il vient d'être parlé, elle est complètement dépourvue de noyaux et de cellules. Lors de son apparition entre les groupes de cellules bien distinctes, non encore soudées en cylindres, elle forme des cloisons épaisses 4 à 6 millièmes de millimètre seulement; mais son augmentation d'épaisseur très-sensible ayant lieu rapidement permet de distinguer les plans ou lignes hyalins, sous l'aspect desquels elle se présente, des plans translucides aussi, qui siègent au niveau des surfaces de contact des feuillets blastodermiques ou des groupes de cellules qui se délimitent dans le feuillet moyen et indiquent la formation du cœur, de la couche musculaire de l'intestin, etc. Ces plans résultent en effet, non de la présence d'une substance différente de celle des cellules, interposées à leurs groupes, mais de la manière différente dont la lumière est réfractée par ceux-ci; ils dépendent aussi, chez les batraciens et les reptiles surtout, de la manière dont dans les cellules de la surface de chaque groupe les granules s'écartent de la superficie même de ces cellules pour se rapprocher du noyau et laisser là une plus grande épaisseur de la substance cellulaire propre, devenue plus ferme, dépourvue de tout granule et transparente.

Quant aux faisceaux musculaires primitifs striés qui une fois développés vont de l'une à l'autre de ces intersections (fig. 53, *bi*, etc.), on peut constater de la manière la plus nette qu'ils se développent ainsi qu'il suit (1).

Ce sont, comme l'a dit Schwann, plusieurs cellules qui se soudent bout à bout pour former chaque faisceau. La forme

(1) Il n'est pas vrai que chacun de ces faisceaux soit dû au développement énorme d'une seule cellule comme l'admettent quelques auteurs d'après Remak. Les faits qui vont être indiqués le prouvent aussi bien que les précédents. Ils prouvent aussi qu'ils ne proviennent pas chacun d'une seule cellule qui en s'allongeant se diviserait continuellement en travers, mais incomplètement, pour former un cylindre variqueux ainsi que l'indiquent encore quelques anatomistes.

allongée un peu effilée à chaque extrémité des cellules qui se soudent rend ce fait très-évident sur les mammifères et les oiseaux. Il est encore plus net dans les masses ou chevrons musculaires rachidiens des têtards et des poissons. Là chaque faisceau strié allant d'une intersection hyaline à l'autre et juxtaposé à ses voisins est d'abord représenté par quatre ou cinq cellules sphériques superposées; rien de plus net que cette superposition de plusieurs cellules sur une même ligne allant de l'une à l'autre des intersections. Au début ces cellules se séparent aussi facilement les unes des autres que de la notocorde qu'elles touchent ou que de leurs intersections. Un jour ou deux plus tard, dans les rangées de quatre à cinq cellules chacune, celles-ci sont devenues un peu ovoïdes; de plus elles sont adhérentes par leurs bouts de manière à former un cylindre qui ne se sépare aisément que des cylindres voisins, car les cellules qui terminent ce cylindre adhèrent à la gaine de la notocorde ou à l'intersection interapophysaire qu'elles touchent, autant qu'aux cellules tenant à leur pôle opposé.

Pourtant à cette époque l'ammoniaque qui gonfle ces cellules pendant quelques minutes avant de les dissoudre, leur rend leur forme sphérique et permet de les isoler encore. Le jour suivant ou environ, les cellules sont soudées de manière à former un cylindre granuleux un peu aminci aux deux bouts dans lequel l'existence des cellules n'est plus indiquée que par le nombre des noyaux qui se dessinent en clair suivant son axe



FIG. 55 (*).

longitudinal (fig. 55, *g*, *l*). Sur quelques-uns d'entre eux, chez

(*) Faisceaux musculaires de têtards de grenouille du quatorzième jour après la ponte, isolés à l'état frais de l'extrémité caudale des chevrons musculaires, étirés en pointe par les manœuvres d'isolement et devenus moins foncés. La soudure des cellules est complète. *g*, *h*, faisceau formé par soudure de deux cellules seulement. *i*, *j*, faisceau formé par soudure de quatre cellules. Les noyaux de celles-ci restent dans l'axe des faisceaux. (Ch. Robin.)

les poissons et les urodèles particulièrement, on voit quelques faisceaux dans lesquels, comme sur les oiseaux ou les mammifères, un rétrécissement rendant le faisceau originel variqueux existe dans les intervalles qui séparent ces noyaux, et ce n'est que plus tard, après le développement de la substance fibrillaire striée, que le faisceau devient cylindrique.

Cette disposition variqueuse originelle des faisceaux est surtout très-prononcée dans les faisceaux musculaires naissant plusieurs jours plus tard sur les côtés des cartilages hyoïdiens des têtards, par soudure de cellules bien moins granuleuses que celles dont les muscles rachidiens dérivent. Cette particularité et leur petit volume font que ces faisceaux sont bien plus transparents que ces derniers, de moitié environ plus minces, ressemblent beaucoup plus qu'eux aux faisceaux musculaires originels des oiseaux et des mammifères, tant sous ce rapport que sous celui de l'écartement des renflements placés au niveau des noyaux et qui les rendent variqueux (1).

Sur les batraciens on constate aisément que l'adhésion des cellules entre elles, à la notocorde et aux intersections qui séparent les groupes ou chevrons musculaires, est immédiate

(1) Pour ne pas être obligé de revenir plus tard sur ces faits, notons ici qu'il en est de même pour les faisceaux striés des muscles des membres apparaissant sur les batraciens alors qu'il n'y a plus de cellules blastodermiques granuleuses. La formation première des cellules qui se soudent en cylindres ou faisceaux, variqueux d'abord, ne peut pas être aussi nettement saisie que le peut être celle des cartilages et des fibres lamineuses. Mais la réunion de ces cellules par des extrémités effilées et leur disposition en faisceaux bien plus minces et surtout bien plus transparents (finement granuleux, pâles, sans granules jaunes vitellins ni graisseux) est des plus nettes et très-frappante. Cela excepté, le passage des faisceaux de l'état variqueux à l'état cylindrique, la segmentation des noyaux en série dans l'intérieur des faisceaux à mesure qu'ils augmentent de longueur, la production des fibrilles striées, celle de la substance hyaline interposée aux fibrilles (laquelle semble être une expansion de la substance pâle entourant primitivement le noyau), puis enfin la genèse du myolemme, sont autant de phénomènes qui se passent ici comme dans les faisceaux rachidiens. Notons que plusieurs semaines plus tard on peut constater dans ces derniers muscles en voie de croissance aussi bien que dans ceux des membres sur les batraciens, les fœtus de mammifères et autres vertébrés, la présence de faisceaux striés en voie d'évolution, tels que ceux qui viennent d'être décrits. Ce sont certainement là des faisceaux qui naissent et s'ajoutent aux autres, concourent ainsi à l'accroissement individuel de chaque muscle. Quant à la multiplication des faisceaux primitifs striés, par division suivant leur longueur, signalée par Weismann et Kühne, je n'ai jamais pu constater sur les fœtus, les nouveau-nés, ni sur les mammifères et les ovipares en voie de croissance un seul fait pouvant l'appuyer.

et que de plus elle coïncide avec l'apparition des premières manifestations de la contractilité dans le corps de l'embryon, alors que ces cellules sont encore séparables comme nous venons de le dire, et dépourvues de stries. Ces mêmes faits peuvent aussi être constatés dans le cœur, que composent des cellules analogues aux précédentes bien qu'un peu plus petites, un peu moins granuleuses.

Consécutivement à cette soudure des cellules (à laquelle nous avons déjà fait allusion page 276) et corrélativement à l'allongement de chacun des cylindres ou faisceaux variqueux qui en résultent, se manifeste la multiplication des noyaux par division en deux (fig. 56, *d*) se répétant successivement et dont

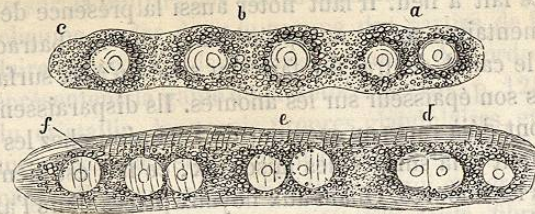


FIG. 56 (*).

on peut suivre les phases dans l'axe de chaque cylindre ou faisceau où ils forment des séries par groupe de deux à quatre environ, séries interrompues par des traînées de granules qui séparent chaque groupe. C'est en même temps que se produit de la surface vers la profondeur des faisceaux la substance contractile striée, divisible en fibres ou fibrilles musculaires dès son origine, formant une couche hyaline périphérique; elle englobe dans son centre, suivant son axe, les noyaux et les granules dont il vient d'être question.

Sur les batraciens, ces granules sont en partie graisseux, en partie vitellins, comme dans les cellules blastodermiques; mais ces derniers disparaissent rapidement et ce sont les granules graisseux qui restent le plus longtemps en augmentant de vo-

(*) Faisceaux musculaires dorsaux d'un têtard de grenouille long de 14 millimètres, vingt jours après la ponte. Grossis 450 fois. Plusieurs sont encore variqueux (*a, b, c*). Ils sont devenus moins grenus, leur noyau est nucléolé, et l'on suit les phases de la segmentation de plusieurs d'entre eux (*d, e*) au centre des faisceaux. Des stries transversales commencent à se montrer sur plusieurs (*f*), ainsi qu'un mince myolemme que soulèvent les granules graisseux et mélaniques sur plusieurs des faisceaux. (Ch. Robin.)

lume sinon de quantité. Dans les muscles rachidiens, le cylindre creux de substance contractile qui englobe les noyaux et les granules dont il vient d'être question repousse en outre à sa surface externe une quantité de ces granules qui est variable d'un animal à l'autre; ils sont, soit isolés, soit réunis en plaques ou groupes plus ou moins larges. Souvent ce n'est qu'après leur atrophie jusqu'à résorption complète qu'on peut constater l'état strié de la couche contractile sous-jacente. Celle-ci augmente graduellement d'épaisseur tant extérieurement que du côté de son centre, en englobant les noyaux qui s'y trouvent et amenant la résorption des granules qui les accompagnent. L'état strié devient de plus en plus net à mesure que ce fait a lieu. Il faut noter aussi la présence de granules pigmentaires mêlés aux précédents sur les batraciens, tant dans le canal central du faisceau strié qu'à sa surface et même dans son épaisseur sur les anoures. Ils disparaissent peu à peu et sont déjà rares au moment de l'éclosion chez les urodèles, surtout à la surface des faisceaux; ce fait est bien plus tardif dans les anoures. Quant aux noyaux placés dans l'axe du faisceau, ils perdent peu à peu leur nucléole, deviennent très-étroits et allongés, en forme de bâtonnets, à mesure qu'augmente le nombre des fibrilles et que l'animal grandit (1).

Signalons encore que dans l'embryon tous ces phénomènes se passent avant que des vaisseaux se soient étendus jusque dans les masses musculaires où on les observe.

Bien que l'acide acétique et l'ammoniaque dissolvent les granules vitellins dans l'épaisseur des cellules qui, en se soudant, forment les premiers faisceaux, et cela avant d'attaquer la substance hyaline qui compose la substance fondamentale du corps de chacune d'elles, on ne peut pas démontrer l'existence

(1) Ces dispositions variées donnent aux faisceaux d'un même muscle des aspects assez divers. Dans les cas de rupture ou de section expérimentale ou chirurgicale des faisceaux striés et dans le voisinage des points où ils sont comprimés par des tumeurs, ces noyaux s'hypertrophient souvent, avec production de un à trois nucléoles brillants. En même temps tous ceux qui dépassent un peu le volume ordinaire se segmentent comme il vient d'être indiqué. De là résulte la production d'amas de noyaux souvent élégamment juxtaposés, au nombre parfois de plusieurs dizaines et qui tranchent par leur transparence sur la substance contractile fibrillaire, encore striée ou devenue plus ou moins grenue, dans laquelle ils sont plongés.

d'une paroi propre à leur superficie. On ne peut non plus constater la présence d'une enveloppe autour des cylindres qu'elles forment en se soudant. Sur les vertébrés et les articulés cette enveloppe ou myolemme ne se produit que plus tard, à la surface du faisceau primitif; alors on peut en constater aisément l'existence par des moyens qui montreraient certainement sa présence sur les cellules et les cylindres qui résultent de leur soudure, s'ils en avaient réellement une.

L'apparition du myolemme est plus ou moins tardive d'une espèce animale à l'autre. Elle est démontrable sur les grenouilles un jour ou deux au plus tôt après l'époque où les stries des faisceaux primitifs sont apercevables. Elle est moins précoce sur la plupart des autres animaux. On voit par là que le myolemme rentre dans le groupe des parties de formation secondaire constituant des *organes premiers* de l'ordre de ceux que représentent la gaine de la notocorde (voy. p. 125), la capsule du cristallin, les parois propres glandulaires, et n'est pas plus une provenance substantielle directe d'une portion des cellules originelles, qu'une paroi cellulaire qui se serait graduellement accrue. La substance contractile seule, fibrillaire ici, avec les noyaux qui l'accompagnent sont de provenance cellulaire dans les muscles à faisceaux striés, de même que cela est le cas pour chacune des fibres-cellules des muscles viscéraux.

La myolemme apparaît sous forme d'une pellicule hyaline extrêmement mince qui va graduellement en augmentant d'épaisseur, mais qui dès son origine résiste à l'action de l'eau et de l'acide acétique, agents qui gonflent, pâlisent ou dissolvent la substance et les granules inclus. En dehors de tout contact de l'eau, les gouttes sarcodiques, qui se produisent dans les préparations faites depuis une heure ou plus, le soulèvent. Ça et là du reste on voit sur les batraciens le myolemme soulevé par les granules vitellins et graisseux indiqués ci-dessus à la surface des faisceaux primitifs qu'il enveloppe; sur quelques-uns aussi, parmi les noyaux hyalins à gros nucléoles qui, pendant qu'ils se multiplient, sont englobés par les fibrilles contractiles, il en est qui font saillie à la surface de la couche fasciculaire que forment ces fibrilles; ils soulèvent par suite le myolemme. On voit que le myolemme ne résulte point de la soudure de