

vues de côté elles ressemblent à un filament ou à un bâtonnet au milieu duquel le noyau, quand il existe, forme un renflement ovoïde saillant à chaque face parce qu'il est plus épais que le corps de la cellule. Rien de plus manifeste que l'absence de cavité dans ces éléments, qui d'autre part ne se distendent pas par endosmose dans les liquides; fait qu'il ne faut pas confondre avec l'action de la potasse, par exemple, qui gonfle leur substance en l'attaquant.

La masse des cellules sans cavités est de consistance variable suivant les espèces dont il s'agit et suivant les conditions dans lesquelles elles se trouvent. Elle est résistante dans les cellules épidermiques et dans celles des muqueuses à épithélium pavimenteux. Elle est friable au contraire dans les myéloplaxes, dans les cellules de l'oariule, dans les cellules ganglionnaires ou nerveuses de l'encéphale et de la moelle épinière, dans beaucoup de variétés de cellules épithéliales glandulaires, telles que celles du pancréas, du foie, des glandes salivaires, etc. Il n'est pas rare ici de pouvoir briser en deux ou trois parties la cellule, et alors le noyau central est mis en liberté lorsque la rupture passe par le point qu'il occupe. Quelquefois même celui-ci, mis à demi en liberté, reste libre par une partie de son étendue et adhère au fragment du corps de la cellule par son autre moitié. Rien de plus manifeste alors que l'absence de cavité dans ces cellules, dont les fragments solides ou demi-solides, plus ou moins irréguliers, peuvent être observés sous le microscope, soit lorsqu'ils sont immobiles, soit et mieux encore lorsqu'ils roulent dans le liquide de la préparation.

Plus loin nous aurons à nous occuper longuement des cas dans lesquels les cellules ont une paroi propre, distincte d'un contenu. (Voyez le chapitre traitant du *Protoplasma*.)

#### ARTICLE III. — DU NOYAU DES CELLULES ANIMALES.

Le Noyau, *nucléus* ou *cytoblaste*, est un corpuscule ordinairement sphéroïdal, ovoïde ou lenticulaire, qui, en général, est placé au centre de la cellule, ou qui paraît très-rapproché de sa surface ou du bord qui la limite. Sa circonférence est aussi ou

très-nette, ou raboteuse, pâle ou foncée. Ses variétés de forme et de volume servent parfois à distinguer les unes des autres les diverses espèces de cellules.

Tantôt il est composé d'une masse sphérique ou ovoïde homogène, claire dans toute son étendue, à circonférence nette quand elle n'est pas masquée par les granules du corps de la cellule. Dans ce cas il peut être incolore, ressembler à un goutte gélatineuse ou albumineuse (noyau vitellin et des sphères de segmentation de beaucoup d'animaux).

D'autres fois, il est formé d'une masse homogène à surface lisse ou rugueuse, dont l'intérieur est parsemé de granulations bien visibles, ou d'une fine poussière de granules à peine perceptibles; dans ce cas, il n'est distinct de la masse cellulaire que par un pouvoir réfringent différent. Lorsque la circonférence (*bords* du noyau) est nette, elle ne se distingue que par suite de la différence entre le pouvoir réfringent du noyau et celui du reste de la cellule; dans les noyaux granuleux, la circonférence est marquée par une ligne qui peut être pâle ou foncée (*obscuré*), régulière, nettement tranchée, ou raboteuse (*dentelée*), ce qui est rare. La manière dont ils réfractent la lumière peut, par dispersion des rayons, faire apparaître en dehors du contour un cercle foncé qui fait ressortir en saillie la masse du noyau.

Pour les noyaux comme pour les cellules, une *circonférence* nette, régulière, dénote une surface lisse. On le voit surtout lorsque ces éléments roulent dans le champ du microscope, entraînés par un courant liquide entre les deux lames de verre. On constate encore plus facilement les faits de cet ordre sur les cellules que sur leur noyau.

Les granules moléculaires que renferme le noyau peuvent être nombreux et rapprochés tout en laissant voir une substance amorphe intermédiaire, on dit alors que le noyau est parsemé de granulations. Il y a des noyaux dans certaines cellules qui semblent entièrement formés de granules moléculaires grisâtres, ou brillants et de teinte ambrée, agglutinés ensemble, comme dans certaines cellules du cartilage, etc. Ce sont des noyaux devenus *granuleux* ou *framboisés*. Leur aspect est bien différent de celui des autres, leur surface est



comme mamelonnée, raboteuse, et la circonférence est sinueuse.

Le noyau est, lors de son apparition, un corps solide dans lequel il est impossible de démontrer une *paroi* ou *contenant*, distinct de ce *contenu*. Mais peu à peu il devient en général réellement *vésiculeux*, et formé d'une paroi et d'une cavité distinctes, soit peut-être parce que la substance centrale se ramollit, se liquéfie, soit parce qu'elle disparaît molécule à molécule pour être remplacée par un fluide limpide, incolore, avec ou sans fines granulations. Les noyaux hypertrophiés de certaines cellules épithéliales des tumeurs mammaires, ganglionnaires, du col de l'utérus, les noyaux embryoplastiques hypertrophiés de diverses productions morbides, etc., ceux des cellules de la notocorde en offrent des exemples très-manifestes. Ces noyaux se gonflent plus ou moins au contact de l'eau et se resserrent, deviennent comme flétris et chiffonnés au contact de l'acide acétique. Souvent lorsqu'ils se gonflent leur contenu granuleux se rassemble vers une des extrémités du noyau en entraînant avec lui le nucléole, lorsqu'il en existait un. Il n'est pas très-rare de trouver ces noyaux hypertrophiés et vésiculeux se déformant plus ou moins par la production de bosselures ou gemmes plus ou moins longues, saillantes à leur surface.

On ne voit jamais de mouvement brownien de leurs granules; leur gonflement par le contact prolongé de l'eau détermine cependant l'apparition de ce mouvement dans les noyaux des cellules de la notocorde et dans ceux de diverses cellules des insectes et autres invertébrés. Ainsi les cellules épithéliales œsophagiennes et autres de certaines chenilles des Bombycides et des Tinéides, ont un noyau sphérique jaunâtre riche en fines granulations qui sont douées d'un vif mouvement brownien, en l'absence même de tout contact des cellules avec un liquide et alors que les granules du corps cellulaire restent immobiles. L'alcool, les chromates et autres liquides coagulants font cesser ce mouvement sous les yeux de l'observateur. Ces faits prouvent manifestement l'existence d'une cavité nucléaire distincte de la paroi; lorsqu'on les observe sur la cellule, ils démontrent certainement aussi pour elle la présence d'une paroi propre limitant une cavité naturelle. Le

noyau de la cellule ovulaire passe normalement de l'état plein à l'état vésiculeux pendant la durée des phases de son développement, de telle sorte qu'avant même l'arrivée de l'œuf à l'état de maturité, ce noyau est devenu réellement une vésicule à paroi fort mince et facile à rompre; c'est la partie qu'on a nommée la vésicule germinative (fig. 11, *b*).

Sur les embryons de divers animaux, tels que les Axolotls des Tritons, etc., bien qu'atteignant un volume de 5 à 6 centièmes de millimètre, le noyau des cellules épithéliales et de celles de la vésicule ombilicale (pourvu d'un nucléole relativement petit et de fines granulations grisâtres), ne semble pas être vésiculeux à proprement parler. Jamais au contact de l'eau ses granules ne présentent le mouvement brownien observé dans certaines cellules des mêmes embryons. La rupture de ce noyau montre que sa masse est de consistance pâteuse, mais sa surface est plus ferme et se prête à diverses sortes de déformations irrégulières de cette partie. Au contraire, sous l'influence d'un commencement de dessiccation, du séjour dans une solution de chromate de potasse, etc., le contenu des noyaux des faisceaux musculaires, des cellules nerveuses, etc., se rétracte et se sépare nettement de la paroi nucléaire. Celle-ci reste très-nette, sans déformation, séparée du contenu rétracté, et finement grenu par un espace clair (fig. 13, *b*). Rien de pareil ne se produit sur les noyaux des cellules épithéliales, des globes vitellins, etc., de ces mêmes animaux. Du reste dans les uns ni dans les autres, à l'état frais, les granules du contenu nucléaire ne sont doués de mouvement brownien, même après le contact de l'eau. Sur ceux-là comme sur les autres, la division en deux du noyau laisse ses moitiés avec leur forme sans écoulement du contenu, ni affaissement.

Presque tous les réactifs durcissants agissent sur le contenu des noyaux, vésiculeux ou non, et en le coagulant ils le rendent granuleux comparativement à ce qu'il est sur les cellules saines; en même temps ils amènent la diminution de volume de celui-ci sous les yeux de l'observateur dans une proportion qui peut s'élever du dixième au tiers du volume naturel, ce qui en change notablement l'aspect. Ce fait est très-prononcé de la part des solutions de chromate de potasse et d'acide chro-



mique sur les noyaux embryoplastiques, sur ceux de divers

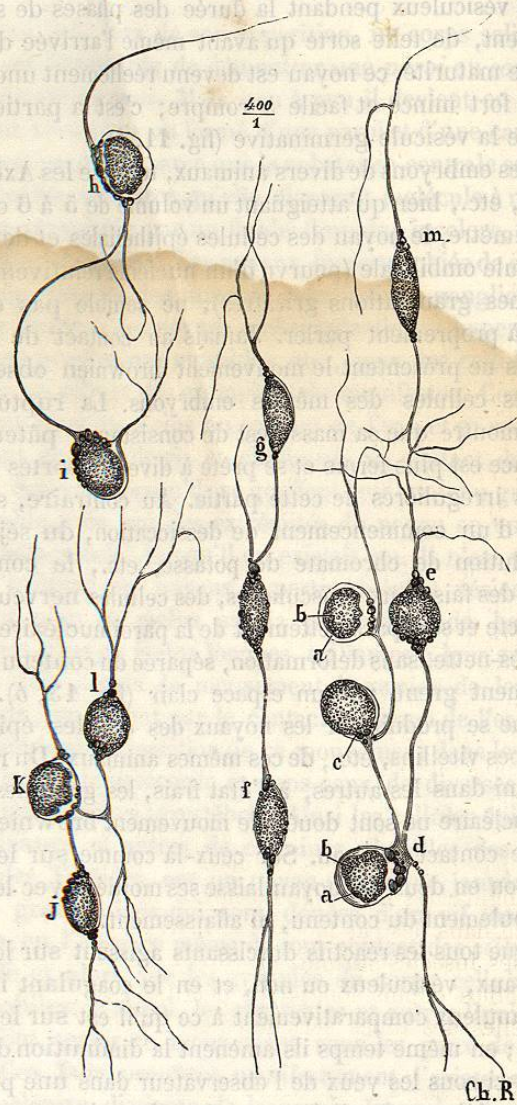


FIG. 13 (\*).

(\*) Cellules cérébrales d'un Axolotl long de 13 millimètres, conservé depuis dix jours dans la solution concentrée de bichromate de potasse. *a, h, k*, cellules dans lesquelles le corps cellulaire proprement dit n'est encore représenté que par les cylindres-axes, n'adhère qu'à un point du

épithéliums, etc., alors même que la solution n'arrête pas le mouvement des cils vibratiles de l'animal observé. Comme des modifications analogues se produisent en même temps dans le corps des cellules épithéliales et autres, l'aspect des tissus composés par ces éléments diffère notablement sous le microscope après le durcissement de ce qu'il était à l'état frais. Pour obtenir une connaissance exacte de ces parties, il faut nécessairement comparer avec eux-mêmes les noyaux et les cellules frais dans ces conditions et après durcissement. Bien des dispositions ou des aspects artificiellement produits par les moyens durcissants ont été figurés et décrits comme naturels, par des observateurs qui n'ont pas tenu compte de ces particularités.

Nous venons de dire (p. 66) que les noyaux cellulaires se déforment parfois par production de gemmes ou bosselures à leur surface. C'est surtout dans les tumeurs épithéliales, dites cancéreuses d'origine glandulaire (de la mamelle surtout), et tegmentaire qu'on trouve des cellules dont les noyaux ont subi ces modifications. Ces bosselures sont souvent assez longues et assez rétrécies à leur point d'attache avec le noyau principal pour qu'on puisse croire qu'ils représentent une phase de la reproduction de ceux-ci par gemmation. Le plus ordinairement ces noyaux sont hypertrophiés et cette hypertrophie peut être portée au point de les rendre dix fois plus gros qu'ils ne sont à l'état normal. Leur nucléole est en même temps hypertrophié, plus ou moins allongé, déformé, et parfois il y en a un dans chacun des prolongements qui se détachent du noyau principal. Nous aurons du reste à revenir sur ce fait en étudiant le développement des cellules.

Ces singularités de forme du noyau ne se rencontrent pas seulement dans des cas morbides. Diverses cellules des invertébrés, des insectes surtout, en offrent des exemples des plus remarquables depuis longtemps décrits; telles sont en particulier celles des tubes séricifères des Chenilles. Ici toutefois

noyau et laisse voir la paroi de celui-ci (*a*) séparée de son contenu, irrégulièrement ratatiné (*b*) vers le centre de l'élément; *a, e, g, i, m*, granules pigmentaires qui se sont formés vers le point d'adhérence du cylindre-axe au noyau (le graveur n'a pas laissé à ces granules leur teinte noire, qui tranche sur le reste de l'élément); *a, e, m*, cellules reliées les unes aux autres par les cylindres-axes; *f, g*, autres dispositions des cellules que relient les cylindres-axes; *l, i, et j, k, l*, autres dispositions de même ordre; *h*, corps cellulaire commençant à se développer et à entourer une portion de la surface du noyau en reliant l'un à l'autre les deux cylindres-axes originels qui existent encore seuls sur presque toutes les autres cellules.



ce n'est pas à proprement parler le corps du noyau qui envoie les bosselures ou branches latérales plus ou moins étendues (fig. 14, *b, m*, etc.); c'est tout le noyau qui se ramifie en expansions plus ou moins subdivisées ou chargées elles-mêmes de bosselures. A partir du centre, ces branches s'étendent à peu près jusqu'au contact de la paroi cellulaire (*g, h* et *k, l*). Les noyaux sont ainsi presque aussi longs et aussi larges que la cellule dans laquelle ils sont inclus, et ce diamètre peut être de un dixième de millimètre et plus (*p, q, r*). En suivant les cellules depuis la portion des tubes qui, voisine du pore excréteur, est rétrécie (*a, b, c, d, e*) jusqu'à celle qui est élargie (*g*), on voit les noyaux ovoïdes des cellules, d'abord dirigés parallèlement au conduit (*a, b, c*), être bientôt placés transversalement (*d, e*). A ceux qui sont régulièrement ovoïdes en succèdent qui offrent simplement des contours bosselés (*e, f*); puis enfin ces bosselures se multiplient et s'allongent en s'amincissant d'autant plus que la cellule devient plus grande (*g, h*). Ces prolongements plus ou moins chargés eux-mêmes de bosselures rayonnent ainsi plus ou moins irrégulièrement autour d'un centre qui n'a pas une plus grande épaisseur (*u, q*) que celle des prolongements.

Ces noyaux sont remarquables par l'état grenu de leur substance (état plus prononcé encore que celui du corps cellulaire), et par l'absence de nucléole, quel que soit leur volume. On peut aisément les isoler en raison de la friabilité des cellules. On constate alors aisément qu'ils ont une paroi propre hyaline résistante qui se gonfle au contact de l'eau (*p, q, r*) et se sépare de son contenu granuleux. Celui-ci reste solide, cohérent, sans mouvement brownien de ses granules et plus nettement distinct encore de la paroi que dans les cas indiqués plus haut. Ajoutons que ces cellules sont en forme de disques polygonaux, courbés à la face interne du conduit pour en limiter le canal central; elles sont quadrilatères, pentagonales ou hexagonales, d'une épaisseur (0<sup>mm</sup>,01 à 0<sup>mm</sup>,04) proportionnelle à leur longueur, c'est-à-dire à la largeur du tube séricifère. La substance de ces cellules est uniformément et finement grenue, d'aspect très-finement strié dans quelques Chenilles. Elle s'altère rapidement au contact de l'eau, même albumineuse, avec

production d'un grand nombre de vacuoles pleines d'un

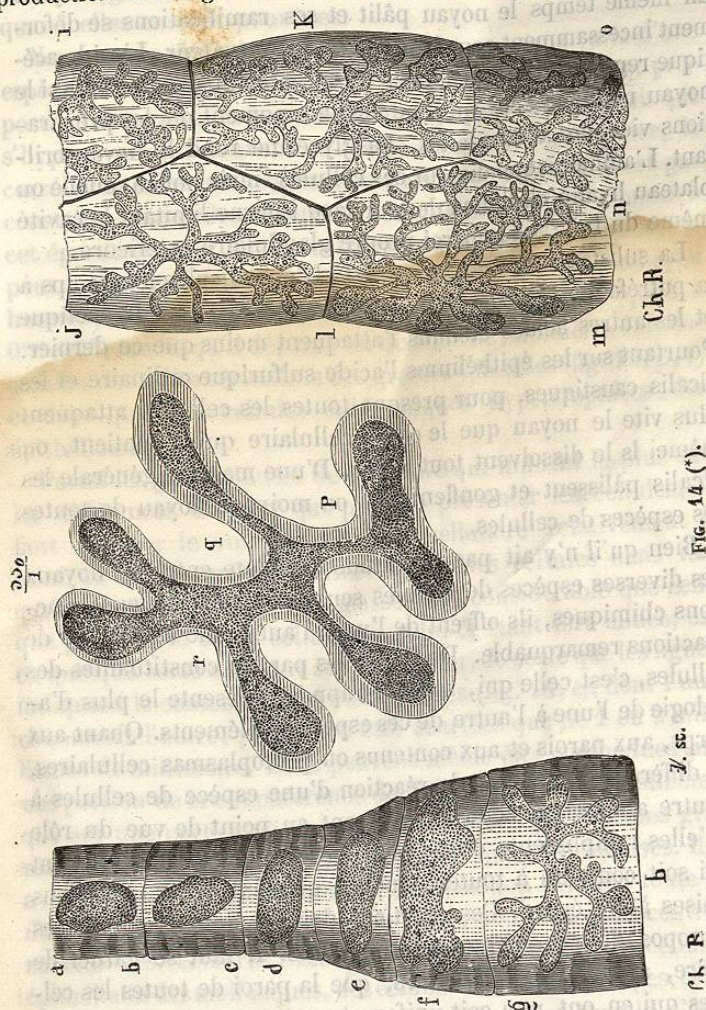


Fig. 14 (\*).

H. sc.

Ch. R.

(\*) Cellules épithéliales des tubes séricifères des Chenilles. — *a, b*, portion d'un tube séricifère d'une chenille de Tinéide, détachée près de son aboutement extérieur; *b, c*, cellules à noyaux ovoïdes disposés dans le sens de la longueur du tube; *d, e*, les cellules suivantes dont le noyau plus long est disposé transversalement; *f*, cellule de la portion plus grosse du tube dont le noyau plus volumineux présente déjà des saillies ou bosselures; *g*, cellule placée au delà, montrant les prolongements et ramifications du noyau avec ses subdivisions; *i, j, k, l, m, n, o*, formes diverses des subdivisions du noyau de la grosse portion d'un tube séricifère d'une Tinéide plus volumineuse que la précédente; *p, q, r*, noyau isolé de la substance d'une cellule ayant plus de 0<sup>mm</sup>,1 de diamètre, venant du tube séricifère de la chenille d'une grosse Bombycide. Dans toutes les ramifications l'enveloppe hyaline du noyau s'est séparée de son contenu granuleux, avec liquide interposé.



liquide hyalin, qui finissent par masquer tout à fait le noyau. En même temps le noyau pâlit et ses ramifications se déforment incessamment sous les yeux de l'observateur. L'acide acétique rendant grenu et foncé, le corps cellulaire rend aussi le noyau moins visible qu'il ne l'est au moment où les préparations viennent d'être faites. La glycérine rend le noyau brillant. L'ammoniaque dissout ces cellules, mais non la couche ou plateau hyalin chitineux de leur face interne limitant la cavité même du tube, ni la paroi propre glandulaire extérieure.

La substance des noyaux résiste beaucoup plus longtemps à la putréfaction que celle du corps cellulaire. L'acide acétique et les autres acides étendus l'attaquent moins que ce dernier. Pourtant sur les épithéliums l'acide sulfurique ordinaire et les alcalis caustiques, pour presque toutes les cellules, attaquent plus vite le noyau que le corps cellulaire qui le contient, ou même ils le dissolvent tout à fait. D'une manière générale les alcalis pâlisent et gonflent plus ou moins le noyau de toutes les espèces de cellules.

Bien qu'il n'y ait pas similitude complète entre les noyaux des diverses espèces de cellules sous le rapport de leurs réactions chimiques, ils offrent de l'un à l'autre une uniformité de réactions remarquable. De toutes les parties constituantes des cellules, c'est celle qui, sous ce rapport, présente le plus d'analogie de l'une à l'autre de ces espèces d'éléments. Quant aux corps, aux parois et aux contenus ou protoplasmas cellulaires, ils diffèrent d'aspect et de réaction d'une espèce de cellules à l'autre autant que celles-ci diffèrent au point de vue du rôle qu'elles remplissent; on ne peut en fait rien dire sur ce point qui soit commun à toutes, quelles qu'aient été les opinions émises à cet égard. Ces réactions doivent donc être étudiées à propos de chaque espèce de cellule. Il faut se garder de croire, avec quelques auteurs, que la paroi de toutes les cellules qui en ont une soit uniformément composée d'une substance analogue sinon identique avec l'élastine. Les réactions des parois cellulaires diffèrent en effet dans beaucoup d'espèces de cellules; c'est ainsi que la substance élastique résiste à l'acide acétique et à l'acide sulfurique, tandis qu'il n'est presque pas de cellules dont ces agents ne dissolvent ou au

moins ne gonflent et ramollissent très-manifestement la paroi, quand elles en sont pourvues.

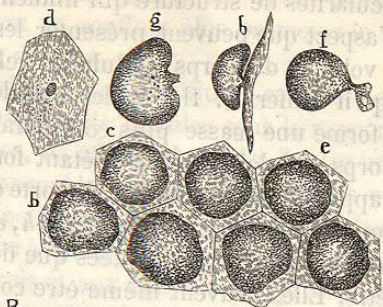
Nous avons déjà vu que le volume des noyaux varie d'une espèce de cellule à l'autre, et il n'est pas inévitablement proportionnel à celui du corps cellulaire qui le contient. Bien que s'hypertrophiant souvent en même temps que ce dernier, la corrélation de leur accroissement normal ou morbide n'est pas constante; aussi des nombres précis ne peuvent être donnés à cet égard. Comme limites extrêmes du volume des noyaux, on peut pourtant dans les animaux citer les hématies de l'embryon humain, dans lesquelles le noyau est large de  $0^{\text{mm}},004$  à  $0^{\text{mm}},005$ , tandis qu'il dépasse un dixième de millimètre dans les cellules des tubes séricifères des grosses Chenilles (fig. 14, p, r) et dans quelques cellules épidermiques hypertrophiées des épithéliomas.

Parmi les particularités de structure qui influent le plus sur les différences d'aspect que peuvent présenter les cellules, il faut signaler le volume du corps cellulaire relativement à celui du noyau qu'il renferme. Il y a des cellules dans lesquelles le noyau forme une masse plus considérable que celle que présente le corps cellulaire; celui-ci étant fort mince, est en quelque sorte appliqué sur le premier, de sorte que les lignes indiquant le contour de ces deux parties (fig. 14, e), dont l'une circonscrit l'autre, peuvent n'être écartées que de 1 ou 2 millièmes de millimètre. Elles peuvent même être confondues sur une portion de la circonférence de l'élément et n'être distinctes que sur une portion où se voient ou non des granulations grisâtres, mélaniques (fig. 14, e et i) ou graisseuses incluses. Il y a des cellules qui présentent cette disposition pendant toute la durée de leur existence: telles sont diverses cellules des centres nerveux des vertébrés; telles sont encore beaucoup de cellules épithéliales des mollusques, des échinodermes, des polypes, etc., sur lesquelles, quand elles sont ciliées, le corps semble n'être représenté que par un ou plusieurs cils, suivant que le nombre en est unique ou multiple. Il en est d'autres qui, après avoir offert cet état au début de leur existence, montrent un accroissement plus ou moins considérable du corps cellulaire, sans que le noyau grandisse proportionnellement. Ce fait s'observe



sur plusieurs variétés de cellules nerveuses, sur divers épithéliums, ciliés ou non, des invertébrés et des vertébrés, sur la plupart des ovules dans lesquels il amène graduellement une disproportion considérable dans le volume de ces deux parties cellulaires. Il en sera question du reste de nouveau à propos de la génération et du développement des cellules.

Les cellules de la rangée la plus superficielle de l'épiderme du fœtus humain ont un gros noyau qui disparaît à compter de la fin du deuxième mois ou du commencement du troisième. Il ne disparaît pas par atrophie, comme il le fait après la naissance. Il s'hypertrophie au contraire considérablement, fait une saillie pyriforme à la surface du corps cellulaire, puis s'étale et le recouvre plus ou moins, devient souvent mamelonné, comme segmenté en 2, 3 ou 4 lobes, puis son point d'union avec la cellule se rétrécit en forme de pédicule (fig. 15, *b*). Celui-ci finit



Ch. R.

FIG. 15 (\*).

par se rompre, le noyau devenu libre tombe (*f, g*) dans le liquide amniotique, et la cellule reste alors sans noyau jusqu'à l'époque de la desquamation. Un point grenu irrégulier marque encore à la surface la place autrefois occupée par le noyau central, puis par son pédicule (*d*). Pendant la durée de cette hypertrophie amenant l'issue du noyau hors du corps cellulaire et sa chute, celui-là reste sans nucléole et seulement

(\*) Portion de l'épiderme de la superficie de la paume de la main d'un fœtus humain de quatre mois. — *a, b, c, d*, cellules vues de face avec leur noyau sans nucléole, hypertrophié, saillant à la surface libre de chaque cellule; *b'* cellule vue de côté, montrant la forme et l'insertion de son noyau hypertrophié, saillant et pédiculé; *d*, cellule vue de face, dont le noyau est détaché et montrant le point d'insertion du pédicule de ce dernier; *f, g*, formes diverses de noyaux détachés spontanément et montrant le court pédicule qui les retenait.

finement grenu (*a, c, e*). Ces faits, qui présentent un grand nombre de particularités secondaires sérieuses (1), ne s'observent que sur la peau, mais non sur les lèvres, la langue, le vagin, ni sur le cordon ombilical.

Le noyau des cellules peut manquer dans d'autres conditions encore : 1° tantôt la masse de la cellule est née seule, sans noyau, fait dont on trouve des exemples dans toutes les espèces de cellules; de telle sorte que, sur quelques dizaines de cellules quelconques placées dans le champ du microscope, il en est toujours une ou deux, etc., qui manquent de noyau à côté de toutes les autres qui les possèdent; 2° tantôt le noyau a existé, mais il a disparu comme il vient d'être indiqué (fig. 15), ou il s'est atrophié, soit par suite des phases de son propre développement (cellules épithéliales cutanées et cellules des tumeurs de cet ordre), soit par suite du dépôt de gouttes d'huile dans la masse de la cellule (cellules de l'épithélium hépatique, cellules des cavités du cartilage, etc.). Ces éléments n'en sont pas moins des cellules, rattachées comme variétés à l'espèce dont elles ont tous les caractères, moins la présence du noyau.

On observe de plus un fait inverse : nous verrons qu'il est incontestablement des cas dans lesquels des noyaux naissent seuls, sans masse cellulaire autour d'eux (myélocytes, noyaux embryoplastiques, etc.); c'est ce qu'on appelle des *noyaux libres*. Comme ils sont tout à fait semblables aux *noyaux inclus* dans les cellules complètes qu'ils accompagnent, ils se rattachent naturellement, en tant que variété, à l'espèce dont ils ont tous les caractères, moins la masse fondamentale enveloppante, *noyaux libres*. C'est ce que montrent les épithéliums de rénovation au début, les médullocelles, les myélocytes, etc.

Un noyau primitivement inclus dans une cellule peut devenir libre par suite de la manœuvre de la préparation, quelques-unes des cellules sans cavité de certains tubes glandulaires (salivaires, pancréatiques) peuvent être rompues ou écrasées

(1) Ch. Robin, *Sur une particularité du développement des cellules épithéliales superficielles dans le fœtus*. (Journ. de la physiol. de l'homme et des animaux. Paris, 1861, in-8, p. 228, pl. X.)