

par exemple, est la présence de plusieurs noyaux dans la même cellule. On peut aisément provoquer à son gré cet état par la voie expérimentale en faisant féconder des œufs soumis, au préalable, à l'action de certaines substances (FOL, VI, 49 b; HERTWIG, VI, 30 a, 32, 33 et 38). Au lieu d'un seul spermatozoïde, comme c'est la règle dans la fécondation normale, deux ou plusieurs spermatozoïdes pénètrent alors dans le vitellus. La conséquence de cette surfécondation ou polyspermie est la formation d'autant de noyaux spermatiques qu'il a pénétré de spermatozoïdes dans l'œuf. Ces noyaux spermatiques se rapprochent du noyau ovulaire, et, comme chacun d'eux a introduit dans l'œuf un corpuscule polaire, il se forme autour du noyau ovulaire plusieurs radiations protoplasmiques. La figure nucléaire constitue alors un triaster, un tétraster ou un polyaster, selon le nombre des spermatozoïdes qui ont pénétré dans l'œuf.

Très souvent aussi il se forme des figures nucléaires multipolaires aux dépens des noyaux spermatiques qui, au lieu de s'unir au noyau ovulaire, sont restés isolés dans le vitellus lors de la polyspermie. Tout d'abord, ils deviennent de petits fuseaux spermatiques. Puis, souvent les petits fuseaux voisins se réunissent de telle sorte que deux radiations polaires avec leurs corpuscules centraux se fusionnent en une seule. De cette manière, par fusionnements consécutifs, il peut se former des agrégats de fuseaux très divers, surtout quand la surfécondation a été très élevée. La figure pluri-polaire provenant du noyau ovulaire surfécondé peut ensuite se compliquer encore par adjonction de fuseaux spermatiques.

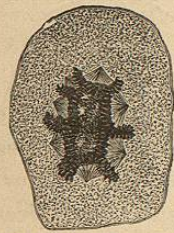


FIG. 132. — Figure nucléaire multipolaire, montrant de nombreux groupes de segments nucléaires mères. Cellule géante du foie d'un embryon de Mammifère. D'après KOSTANECKI.

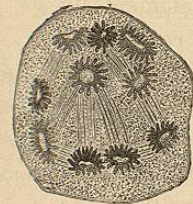


FIG. 133. — Figure nucléaire d'une cellule géante du foie d'un embryon de mammifère. Les segments nucléaires filles forment de nombreux groupes, écartés les uns des autres vers les nombreux pôles de la figure. D'après KOSTANECKI.

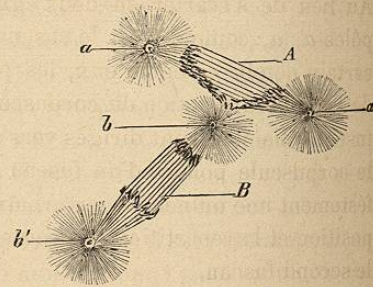


FIG. 134. — Deux fuseaux nucléaires du vitellus d'un disque germinatif de Truite. Le corpuscule polaire *b* de l'un des fuseaux exerce une influence perturbatrice sur la disposition et la répartition des segments nucléaires filles de l'autre fuseau. D'après HENNEGUY.

C'est de la même manière que je m'explique les faits observés par DENYS sur les cellules géantes de la moelle osseuse, et par KOSTANECKI (VI, 46) sur les cellules géantes du foie embryonnaire des Mammifères. En raison des nombreux noyaux que renferme la cellule, les corpuscules polaires sont aussi nombreux. Lorsque tout l'agrégat nucléaire entre en division, il doit

nécessairement se former de nombreuses radiations polaires, entre lesquelles se disposent, en plaques nucléaires d'aspect spécial, tous les segments nucléaires dont le nombre peut atteindre plusieurs centaines, selon les circonstances. C'est une disposition de ce genre que nous montre la figure 132, empruntée à KOSTANECKI. Lorsque plus tard les segments mères se scindent en segments filles, ces derniers se portent par groupes vers les différents pôles de la figure nucléaire complexe, où ils forment de nombreuses petites couronnes (Fig. 133). Chaque couronne devient plus tard un noyau; finalement la cellule géante se divise en autant de fragments qu'elle contenait de couronnes de segments filles, c'est-à-dire de noyaux.

C'est ici aussi qu'il faut ranger les faits observés par HENNEGUY (VI, 28) sur l'œuf de la Truite. On sait que les œufs à segmentation partielle renferment de nombreux noyaux, les mérocytes, disséminés dans la couche de vitellus sous-jacente aux cellules germinatives. Il arrive parfois que quelques noyaux voisins se rapprochent et, en se divisant simultanément, se réunissent en de petits agrégats de fuseaux nucléaires. Le cas suivant, relaté par HENNEGUY (Fig. 134), est très instructif parce qu'il tend bien à montrer que les pôles agissent comme centres d'attraction. Deux mérocytes en voie de division se trouvent l'un à côté de l'autre dans le vitellus commun, de telle sorte que le prolongement de l'axe du fuseau de B couperait le fuseau de A selon l'équateur et que l'un de ses corpuscules polaires *b* se trouve au voisinage immédiat du fuseau de A. Cette circonstance a amené une perturbation remarquable dans la répartition des segments filles de A. Au lieu de s'écarter en deux groupes vers les pôles *a, a*, comme c'est le cas normalement, un certain nombre d'entre eux, les plus rapprochés de la sphère d'action du corpuscule polaire *b* du fuseau voisin, se sont dirigés vers lui. En un mot, le corpuscule polaire d'un fuseau a exercé manifestement une influence perturbatrice sur la disposition et la répartition des segments filles dans le second fuseau.

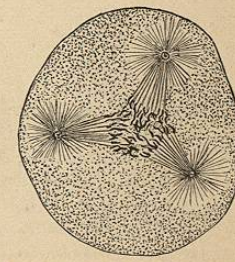


FIG. 135. — Cellule du germe de la Truite montrant une figure nucléaire tripolaire. D'après HENNEGUY.

Dans des cellules germinatives, qui se séparent plus tard de la couche des mérocytes, HENNEGUY a aussi observé des triaster (Fig. 135) et des tétraster.

Je terminerai ce chapitre en signalant des phénomènes de dégénérescence, que subissent parfois les noyaux de cellules, probablement sous l'action d'influences nuisibles. C'est surtout dans les organes sexuels qu'on les rencontre: il arrive souvent que des cellules germinatives isolées ou des groupes de cellules germinatives semblent s'atrophier avant d'avoir atteint leur complète maturité. FLEMMING et HERMANN en ont fait l'observation

chez *Salamandra maculata* ; moi-même je l'ai observé chez *Ascaris megalocéphala*. La nucléine s'amasse en un grumeau compact, qui se caractérise par sa colorabilité intense dans les matières tinctoriales les plus

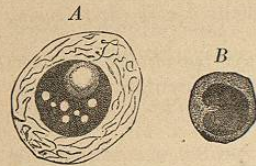


FIG. 136. — A. Cellule spermatique de *Salamandra maculata*, trouvée dans le testicule et montrant un noyau dégénéré. D'après FLEMING, pl. 25, fig. 51 a. B. Corpuscule intermédiaire (corps résiduel) provenant du testicule d'*Ascaris megalocéphala*. Dégénérescence du noyau.

diverses. La quantité de protoplasme est beaucoup plus minime que dans les cellules germinatives normales. La figure 136 nous montre deux de ces cellules étiolées avec noyaux désorganisés. La figure A est l'image d'une cellule spermatique provenant d'un follicule testiculaire de *Salamandra* ; la figure B représente une cellule germinative d'*Ascaris*, comme on en trouve tant dans le testicule que dans l'ovaire, et constituant ce que l'on a appelé un corps résiduel ou corpuscule intermédiaire. En injectant de la térébenthine dans le testicule des mammifères, WASIELEWSKI

a pu provoquer expérimentalement une dégénérescence semblable des noyaux des cellules germinatives.

Pour ce qui concerne la *signification physiologique du processus de la division nucléaire*, je me borne à renvoyer au § 3 du chapitre IX, intitulé : « Répartition égale de la substance héréditaire sur les cellules provenant de l'œuf fécondé. »

BIBLIOGRAPHIE VI

- 1 JULIUS ARNOLD. Ueber die Theilungsvorgänge an den Wanderzellen. *Archiv für mikroskop. Anatomie*. Bd. XXX. En outre, d'autres communications dans *Virchow's Archiv*. Bd. XCIII, XCVIII, CIII.
- 2a AUERBACH. *Organologische Studien*. Zweites Heft. Ueber Neubildung und Vermehrung der Zellkerne.
- 2b AUERBACH. *Zur Kenntniss der thierischen Zellen*. *Sitzungsber. d. kgl. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 1890.
- 3 BALFOUR. *Traité d'Embryologie et d'Organogénie comparées*. Paris, 1883.
- 4a VAN BENEDEN. Recherches sur la maturation de l'œuf, la fécondation et la division cellulaire. *Archives de biologie*. Vol. IV, 1883.
- 4b VAN BENEDEN et NEYT. Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'*Ascaride mégalocéphale*. Leipzig, 1887.
- 5 BORN. Ueber den Einfluss der Schwere auf das Froschei. *Archiv für mikroskop. Anatomie*. Bd. XXIV.
- 6 BOVERI. *Zellenstudien*. *Jenaische Zeitschrift*, 1887, 1888, 1890.
- 7 BOVERI. Ueber den Antheil des Spermatozoons an der Theilung der Eier. *Sitzungsber. der Gesellsch. f. Morph. u. Physiol. in München*, 1887.
- 8 BRANDT. *Neue Radiolarienstudien*. *Mittheil. des Vereins Schleswig-Holstein. Aerzte*. Januar, 1890.
- 9 CARNOY. Voir Bibliographie IV.

- 10 CORNIL. Sur la multiplication des cellules de la moelle des os par division indirecte dans l'inflammation. *Arch. de phys. norm. et patholog.*, 1887.
- 11 CORNIL. Sur le procédé de division indirecte des noyaux et des cellules épithéliales dans les tumeurs. *Arch. de phys. norm. et path.*, 3. sér., t. VIII.
- 12 W. FLEMING. *Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung*. Leipzig, 1882.
- 13 W. FLEMING. *Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle*. I. Theil. *Archiv für mikrosk. Anatomie*. Bd. XXIX, 1887. II Theil : *Idem*. Bd. XXXVII, 1891.
- 14 W. FLEMING. Ueber Zelltheilung. *Verhandl. der anat. Gesellschaft zu München*, 1891, p. 125.
- 15 W. FLEMING. Ueber Theilung und Kernformen bei Leukocyten u. über deren Attractionssphären. *Archiv f. mikrosk. Anatomie*. Bd. XXXVII, 1891, p. 249.
- 16 W. FLEMING. Amitotische Kerntheilung im Blasenepithel des Salamanders. *Archiv für mikrosk. Anatomie*. Bd. XXXIV.
- 17 W. FLEMING. Attractionssphäre u. Centralkörper in Gewebszellen u. Wanderzellen. *Anat. Anzeiger*, 1891.
- 18 FOL. *Die erste Entwicklung des Geryonidenieies*. *Jenaische Zeitschr.* Vol. VII, 1873.
- 19a FOL. Sur le commencement de l'hénogénie. *Archives des sciences phys. et natur.* Genève, 1877.
- 19b FOL. *Archives des sciences physiques et naturelles*. Genève, 15 oct. 1883.
- 20 FOL. Sur l'œuf et ses enveloppes chez les Tuniciers. *Recueil zoologique suisse*.
- 21 FRENZEL. Die nucleoläre Kernhalbierung, etc. *Archiv für mikroskop. Anatomie*. Bd. XXXIX, 1892.
- 22 GÖPPERT. Kerntheilung durch indirecte Fragmentirung in der lymphatischen Randschicht der Salamanderleber. *Archiv f. mikrosk. Anatomie*. Bd. XXXVII, 1891.
- 23a GUIGNARD. Recherches sur la structure et la division du noyau cellulaire. *Annales des scienc. nat.*, 6. sér., t. XVII, 1884.
- 23b GUIGNARD. Nouvelles études sur la fécondation, comparaison, etc. *Annales des scienc. nat.*, t. XIV. Botanique, 1891.
- 24 V. HÄCKER. Die Eibildung bei *Cyclops* u. *Canthocamptus*. *Zool. Jahrbücher. Abth. f. Anatomie u. Ontogenie*. Bd. V.
- 25 DAVID HANSEMAN. Ueber pathologische Mitosen. *Virchow's Archiv*. Bd. CXXIII, 1891.
- 26 DAVID HANSEMAN. Ueber asymmetrische Zelltheilung in Epithelkrebsen und deren biologische Bedeutung. *Virchow's Archiv*. Bd. CXIX.
- 27 HENKING. Untersuchungen über die ersten Entwicklungsvorgänge in den Eiern der Insecten. Theil 1-3. *Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie*. Bd. XLIX, LI, LIV.
- 28 HENNEGUY. Nouvelles recherches sur la division cellulaire indirecte. *Journal de l'anatomie*. Bd. XXVII, 1891.
- 29 F. HERMANN. Beitrag zur Lehre von der Entstehung der karyokinetischen Spindel. *Archiv f. mikrosk. Anatomie*. Bd. XXXVII, p. 569.
- 30a O. HERTWIG. Beiträge zur Kenntniss der Bildung, Befruchtung und Theilung des thierischen Eies. *Morphol. Jahrbücher*. Bd. I, III et IV. 1875, 1877, 1878.
- 30b O. HERTWIG. *Die Chaetognathen, eine Monographie*. 1880.
- 31 O. HERTWIG. Welchen Einfluss übt die Schwerkraft auf die Theilung der Zellen ? Jena, 1884.
- 32 O. HERTWIG. Experimentelle Studien am thierischen Ei vor, während und nach der Befruchtung.
- 33 O. HERTWIG. Ueber pathologische Veränderung des Kerntheilungsprocesses in Folge experimenteller Eingriffe. *Internationale Beiträge zur wissenschaftl. Medicin*.
- 34 O. HERTWIG. Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen. *Archiv f. mikroskop. Anatomie* Bd. XXXVI, 1890.
- 35 R. HERTWIG. Beiträge zur Kenntniss des Acineten. *Morphol. Jahrbücher*. Bd. I, 1875.
- 36 — Zur Histologie der Radiolarien. Leipzig, 1876.
- 37 R. HERTWIG. Ueber den Bau und die Entwicklung der *Spirogonia gemmipara*. *Jenaische Zeitschrift*. Bd. XI, 1877.
- 38 O. et R. HERTWIG. Ueber den Befruchtungs- und Theilungsvorgang des thierischen Eies unter dem Einfluss äusserer Agentien. Jena, 1887.
- 39 E. HEUSER. Beobachtungen über Zelltheilung. *Botanisches Centralblatt*, 1884.

- 40 ISHIKAWA. *Studies of reproductive elements. A. Spermatogenesis, ovogenesis and fertilization in Diatomus. Journal of the college of science. Imperial university. Japan.* Vol. V, 1891.
- 41 JOHNSON. *Amitosis in the embryonal envelopes of the Scorpion, 1892. Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College.* Vol. XXII, 1892.
- 42 JOHOW. *Die Zellkerne von Chara foetida. Botanische Zeitung,* 1881.
- 43 KLEBAHN. *Die Keimung von Closterium und Cosmarinum. Pringsheims Jahrbücher f. wissenschaftl. Botanik.* Bd. XXII.
- 44 KÖLLIKER. *Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden,* 1844.
- 45 KÖLLIKER. *Die Lehre von der thierischen Zelle. In Schleiden u. Nägeli's wissenschaftl. Botanik.* Heft. 2.
- 46 V. KOSTANECKI. *Ueber Kerntheilung bei Riesenzellen nach Beobachtungen aus der embryonalen Säugethierleber. Anatomische Hefte.* 1892.
- 47 H. V. MOHL. *Ueber die Vermehrung der Pflanzenzellen durch Theilung. Dissertation.* Tübingen, 1835. *Flora,* 1837.
- 48 NÄGELI. *Zellkern, Zellbildung und Zellenwachsthum bei den Pflanzen. In Schleiden und Nägeli's Zeitschr. f. wissenschaftl. Botanik.* Bd. II et III.
- 49 PFLÜGER. *Ueber den Einfluss der Schwerkraft auf die Theilung der Zellen. Archiv f. die gesammte Physiologie.* Bd. XXXI et XXXII, 1883.
- 50 PFLÜGER. *Ueber die Einwirkung der Schwerkraft u. anderer Bedingungen auf die Richtung der Zelltheilung.* 3 Abh. *Archiv f. d. gesammte Physiologie.* Bd. XXXIV, 1884.
- 51 PLATNER. *Die Karyokinese bei den Lepidopteren als Grundlage für eine Theorie der Zelltheilung. Internationale Monatsschrift.* Bd. III, 1885.
- 52 PLATNER. *Beiträge zur Kenntniss der Zelle u. ihrer Theilungserscheinungen. Archiv f. mikroskop. Anatomie.* Bd. XXXIII, 1889.
- 53 RABL. *Ueber Zelltheilung. Morpholog. Jahrb.* Bd. X. 1885 et *Anatom. Anzeiger.* Bd. IV, 1889.
- 54 RANVIER. *Traité technique d'histologie.* Paris, 1887.
- 55 O. VOM RATH. *Zur Kenntniss der Spermatogenese von Gryllotalpa vulg. Mit besonderer Berücksichtigung der Frage nach der Reductionstheilung. Archiv f. mikrosk. Anatomie.* Bd. XL, 1892.
- 56 RAUBER. *Formbildung u. Cellularmechanik. Morpholog. Jahrbüch.* Bd. VI.
- 57 — *Thier u. Pflanze. Akademisches Programm. Zoolog. Anzeiger,* 1881.
- 58 REICHERT. *Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörperchen bei den Nematoden. Müller's Archiv f. Anatomie u. Physiol. etc.,* 1847.
- 59 REICHERT. *Der Furchungsprocess u. die sogenannte Zellenbildung um Inhaltsportionen. Müller's Archiv.,* 1846.
- 60 REMAK. *Ueber extracellulare Entstehung thierischer Zellen u. über Vermehrung derselben durch Theilung. Müller's Archiv,* 1852.
- 61 REMAK. *Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere.* 1855.
- 62 RETZIUS. *Studien über die Zelltheilung. Biolog. Untersuchungen.* Jahrgang, 1881.
- 63 ROUX. *Ueber die Bedeutung der Kerntheilungsfiguren.* Leipzig, 1883.
- 64 SACHS. *Die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen. Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg.* Bd. II.
- 65a SCHÄFER. *On the structure of the immature ovarian ovum in the common fowl and in the rabbit. Proceedings of the royal society.* London, 1880.
- 65b SCHEWIAKOFF. *Ueber die karyokinetische Kerntheilung der Euglypha alveolata. Morpholog. Jahrbuch.* Bd. XIII, 1888.
- 66 SCHNEIDER. *Untersuchungen über Plathelminthen. Jahrb. d. oberhessischen Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde,* 1873.
- 67 SCHOTTLÄNDER. *Ueber Kern- und Zelltheilungsvorgänge in dem Endothel der entzündeten Hornhaut. Archiv f. mikroskop. Anatomie.* Bd. XXXI, 1888.
- 68 MAX SCHULTZE. *De ovorum ranarum segmentatione, quæ Furchungsprocess dicitur.* Bonn, 1863.
- 69 MAX SCHULTZE. *Untersuchungen über die Reifung und Befruchtung des Amphibienies. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie.* Bd. XLV, 1887.

- 70 SOLGER. *Zur Kenntniss der Pigmentzellen. Anatom. Anzeiger.* 1891, p. 162.
- 71 ED. STRASBÜRGER. *Zellbildung u. Zelltheilung.* 3. Aufl. 1880.
- 72 ED. STRASBÜRGER. *Die Controversen der indirecten Kerntheilung. Archiv für mikroskop Anatomie.* Bd. XXIII, Bonn, 1884.
- 73 ED. STRASBÜRGER. *Histologische Beiträge. Heft I: Ueber Kern- u. Zelltheilung im Pflanzenreiche, etc.* Jena, 1888.
- 74 VEJDOVSKY. *Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen.* Prag, 1888.
- 75 VIALLETON. *Recherches sur les premières phases du développement de la Seiche.* Paris, 1888.
- 76 WALDEYER. *Ueber Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen. Archiv f. mikroskop. Anatomie.* Bd. XXXII, 1888.
- 77 WEISMANN. *Ueber die Zahl der Richtungkörper und über ihre Bedeutung für die Vererbung.* Jena, 1887.
- 78 R. ZANDER. *Ueber den gegenwärtigen Stand der Lehre von der Zelltheilung. Biolog. Centralblatt.* Bd. XII, 1892.
- 79 H.-E. ZIEGLER. *Die biologische Bedeutung der amitotischen Kerntheilung im Thier. reich. Biolog. Centralblatt.* Bd. XI, 1861.
- 80 ZIEGLER et vom RATH. *Die amitotische Kerntheilung bei den Arthropoden. Biolog. Centralblatt.* Bd. XI, 1891.
- 81 BÜTSCHLI. *Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, Zelltheilung und Conjugation der Infusorien. Abhandl. d. Senkenberg. naturf. Gesellsch.* 1876.
- 82 RICH. HERTWIG. *Ueber die Kerntheilung bei Actinospharium. Jenaische Zeitschr. f. Naturw.,* 1884.
- 83 RICH. HERTWIG. *Ueber die Gleichwerthigkeit der Geschlechtskerne bei den Seeigeln. Sitzungsberichte d. Gesellsch. f. Morph. u. Phys. in München.* Bd. IV, 1888.
- 84 RICH. HERTWIG. *Ueber Kernstructur und ihre Bedeutung für Zelltheilung u. Befruchtung. Idem.* Bd. IV, 1888.
- 85 OSCAR HERTWIG. *Das Problem der Befruchtung und der Isotropie des Eies, eine Theorie der Vererbung. Jenaische Zeitschrift,* 1884.
- 86 BLOCHMANN. *Ueber directe Kerntheilung in der Embryonalhülle der Skorpione. Morphol. Jahrb.* Bd. X, 1885.
- 87 V. DAVIDOFF. *Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der Distaplia magnilarva, einer zusammengesetzten Ascidie. Mitheil. aus d. zoolog. Station zu Neapel.* Bd. IX.