

pens du contenu et parfois du noyau ; il en sort par rupture de la paroi de la cellule. Les spermatozoïdes sont donc des éléments anatomiques dérivant des cellules embryonnaires mâles jouissant d'une vie indépendante et remplissant un rôle spécial à la manière des autres organes unicellulaires. Quant à la queue ou mieux aux cils vibratiles de ces éléments anatomiques mâles et à la motilité dont ils sont doués, elle est analogue à celle des cils de l'épithélium de beaucoup de muqueuses. Ces mouvements ne suffisent pas pour faire dire que les spermatozoïdes sont des animaux, pas plus qu'on ne peut dire qu'une cellule d'épithélium vibratile, isolée, entraînée pendant quelques heures par les cils, est un animal.

4° Parmi les autres organes premiers unicellulaires animaux, il faut encore citer les glandes unicellulaires de divers invertébrés, les organes urticants, cellules urticantes ou *mématocytes* des polypes (fig. 50, *a, b, c, d, e*), etc.

FIG. 50 (\*).

(\*) Cellules urticantes du *Rhizostoma Cuvieri*. *a*, cellule allongée contenant son filament enroulé ; *c*, filament en voie de déroulement hors de la cellule ; *b, d*, filaments tout à fait déroulés hors de leur cellule ; *e, i*, cellules globuleuses de divers volumes avec leur fil spiral enroulé ; *f, g, h*, les mêmes avec leur filament déroulé. Gross. 500 fois. (Ch. Robin.)

## CHAPITRE VII

DES CELLULES DONT DÉRIVENT LES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES DÉFINITIFS OU PERMANENTS.

Il est à remarquer que l'on cherche en vain dans les auteurs classiques des renseignements nets sur la question de savoir comment les cellules passent à l'état de fibres lamineuses, élastiques, musculaires, de cylindre-axe, etc. ; sur celle de savoir ce que sont ces fibres isolées sur une grande longueur dans les tendons, les ligaments, etc., ce que sont les tubes qu'on suit depuis les orteils jusqu'aux cellules nerveuses rachidiennes ou *vice versa*. Or, si les unes de ces parties élémentaires proviennent bien nettement et directement de cellules proprement dites, nous verrons qu'il en est plusieurs et des plus importantes qui, quoi qu'on en ait dit, commencent par être des noyaux, noyaux qui, aussitôt apparus, sont le centre de la production d'un corps cellulaire dont la substance, après avoir offert simplement une disposition anguleuse, s'accroît sous forme de prolongements dont ces fibres ou ces tubes représentent l'état d'extrême ou complet accroissement. Ces faits se montrent sans que le noyau ni le corps cellulaire, centres de génération, cessent d'exister, du moins le plus souvent, sans que non plus ce dernier cesse d'être en continuité de substance avec ses dépendances fibrillaires ; et cela se passe ainsi quoique ces dépendances finissent avant l'âge adulte par l'emporter de beaucoup, quant à la masse, sur les noyaux et les corps cellulaires, alors que durant l'âge embryonnaire ceux-ci prédominent dans toute préparation du tissu examiné, nerveux, lamineux, musculaire, etc. Ainsi les fibres lamineuses, les fibres élastiques, les cylindres-axes des tubes nerveux du sciatique et autres nerfs, etc., quelle que soit leur longueur, qui (ainsi qu'on le voit peut se compter par mètres sur quelques vertébrés) sont des expansions graduellement accrues comme dépendances du corps de cellules sans cavité distincte, au nombre de deux ou davantage pour chacune de ces cellules. Quelquefois la complication des dispositions qu'elles peuvent

prendre pendant leur évolution jusqu'à l'état adulte, permet toujours d'arriver à les suivre jusqu'à quelqu'un des corps cellulaires nucléés dont elles sont un des plus ou moins nombreux prolongements.

Cela indiqué, abordons actuellement un à un les détails de cette question complexe.

Nous avons vu (p. 177) qu'il est une époque de l'existence individuelle où l'être, appartenant en quelque sorte encore à celui qui l'a produit, n'est représenté que par une cellule et dans celui-ci que par le vitellus. Pour être plus exact, l'individu nouveau n'existe pas encore; l'intervention des spermatozoïdes ou cellules embryonnaires du mâle, dont la substance se mêle à la sienne, est encore nécessaire. Le vitellus fécondé représente alors un nouvel être encore unicellulaire dont va dériver un organisme multicellulaire, c'est-à-dire mélangé molécule à molécule à la substance des spermatozoïdes liquéfiés: telle est la première des conditions de l'individualisation des premiers éléments anatomiques de l'embryon. Plus tard, à la place du vitellus, se trouvent les *globes vitellins* ou *sphères vitellines*, qui dérivent directement de la substance du premier, par segmentation; celle-ci continuant, ils passent à l'état de cellules: 1° de la tache embryonnaire, 2° de la vésicule ombilicale et 3° des replis amniotique et chorial. Quant aux principes immédiats qu'elles assimilent et qui servent ainsi à leur accroissement individuel, ces cellules les empruntent à la mère ou aux milieux ambiants, selon les espèces animales dont il s'agit.

L'embryon se trouve de la sorte, pendant un certain temps, constitué entièrement par des *éléments ayant la forme dite de cellule*, sans paroi proprement dite sur la plupart des espèces, polyédriques, ayant pendant un certain temps des dimensions à peu près égales dans tous les sens. Il en est ainsi jusqu'au dixième ou au quinzième jour, après la fécondation, chez beaucoup de mammifères. Il en est ainsi plus tard encore sur un grand nombre de batraciens et de poissons, dont tout le corps se dissocie aisément en cellules distinctes quand il a été pendant quelques jours soumis à l'action de faibles agents durcisants. Ces éléments sont les cellules dites *blastodermiques* ou *embryonnaires*, c'est-à-dire des feuillettes externe, moyen (*glo-*

*bules organo-plastiques* de Prévost et Lebert) et interne de l'*aire embryonnaire* du blastoderme, distinctes de l'un à l'autre des feuillettes surtout dans les reptiles, les oiseaux et les mammifères, et qui se différencient de bonne heure aussi sur les poissons et les batraciens.

Dans les parties qui (à l'exception de la région où se produit le névraxe) dérivent d'une part du feuillet externe (*feuillet séreux* de Pander, *corné* de Remak, *animal*, *superficiel*, etc.), du feuillet interne de l'autre (*feuillet glandulaire*, *intestinal* ou *trophique* de Remak, *feuillet muqueux*, etc.), elles conservent nettement leur caractère cellulaire; elles y conservent leur type épithélial tendant à la forme pavimenteuse dans le premier, à la forme polyédrique et prismatique dans le second. Les plus nombreuses, c'est-à-dire celles qui composent le feuillet moyen (dit *moto-germinatif* par Remak), présentent au contraire des modifications considérables de leur forme, de leur structure et de leurs propriétés d'ordre organique.

Ces changements ne s'accomplissent pas dans le plan antéro-postérieur de la même manière que dans les parties latérales de l'aire embryonnaire du blastoderme. Ils ne sont pas partout non plus tout à fait les mêmes quand on les observe dans les divers plans qui se succèdent de la face dorsale vers la face ventrale.

Dans tous les cas, ils ont pour résultat l'apparition de plusieurs *tissus* très-distincts là où il n'y avait qu'un tissu composé de cellules uniformes; ces tissus sont plus différents de celui des feuillettes épithéliaux interne et externe que ne l'était de ceux-ci le tissu du feuillet moyen dont ils dérivent, et dont ils déterminent de la sorte la disparition en se différenciant de lui de plus en plus. Certains de ces tissus continuent à être composés de cellules ou au moins de cellules principalement, et ces dernières dérivent directement des précédentes (*notocorde*) ou au contraire indirectement (*cellules du névraxe*). Dans d'autres tissus, dans la plupart même, les cellules ou les noyaux servent de centre à la génération de fibres, etc.; les cellules disparaissent (à l'exception de leur noyau) ou en viennent à ne plus être qu'un accessoire parmi les fibres, etc., dont elles ont été le point de départ (tissu élastique, musculaire strié, etc.). C'est de la sorte que se com-

plique l'organisme, et d'autant plus que chaque tissu se partage en parties similaires dont l'ensemble forme un système, et ces parties associées avec leurs homotypes de quelque autre système forment les organes de chaque appareil. Enfin, en raison de ce qui a été dit plus haut (p. 153 et suiv.), cette complication anatomique est escortée d'une complication fonctionnelle corrélative; là où il n'y avait que vie végétative apparaît la contractilité avec les fibres correspondantes, la névrité avec les fibres et les cellules du tissu nerveux, sans parler de la résistance, de l'élasticité et autres qualités mécaniques et physiques en même temps que naissent les tissus cartilagineux, osseux, fibreux, etc. (1).

(1) 1° Les faits qui viennent d'être exposés, 2° ceux de génération d'éléments et par suite d'organes nouveaux alors qu'il n'y a plus de cellules blastodermiques dans l'embryon (voy. p. 17 et chap. VIII), et 3° ceux de la génération dans l'intimité de chaque cellule de particules qui n'existaient pas auparavant s'ajoutant aux antécédentes (voy. p. 163 et plus loin le chapitre sur l'évolution des cellules), sont considérés par quelques auteurs comme étant une *séparation* ou *différenciation* de parties et des fonctions corrélatives dépendant d'une *division du travail physiologique* (Gegenbaur, etc.). Considérer l'apparition successive de parties nouvelles, tant dans l'organisme embryonnaire que dans l'intimité de chaque élément ou à leur surface, comme n'étant qu'une simple *séparation* de parties et non une genèse de choses qui n'existaient pas organiquement (c'est-à-dire dont les principes immédiats préexistaient seuls), c'est supposer que ces parties existaient déjà toutes formées. C'est là une des formes de l'ancienne hypothèse qui admettait que l'œuf est déjà le tout, l'organisme préexistant, soit en réalité, soit au moins en puissance, tant en substance qu'en actes. Mais l'embryogénie prouve au contraire que cette hypothèse n'est pas validée par l'observation (voyez sur ce point : Ch. Robin, *De l'appropriation des parties à l'accomplissement d'actes déterminés* dans la Philosophie positive, Revue, par Littré et Wyrouboff, 1868-1869 et Journ. d'anat. et de physiol; Paris, 1870, in-8, p. 77). L'apparition successive et épigénétique de facteurs de tels ou tels actes, même dans l'intimité des éléments anatomiques, n'est pas une séparation de ces facteurs les uns d'avec les autres. C'est la répétition de cette épigénèse associée ou non suivant les cas à la segmentation nucléaire et cellulaire qui détermine une complication croissante de l'organisme; en amenant l'accroissement du blastoderme elle détermine, non point son partage, mais la formation à son aide et à ses dépens de nombreuses dispositions nouvelles différentes; elle amène corrélativement l'apparition des manifestations fonctionnelles correspondantes; pour chacun de ces ordres de dispositions d'abord simples et des actes corrélatifs, la répétition de la formation a pour conséquence la multiplication des parties similaires. Le travail de l'économie entière et celui de chacune des parties n'existant pas avant que celles-ci se montrent ne peut pas se diviser; il apparaît, s'accroît, se multiplie avec chacune des dispositions qui apparaît à la suite d'une autre; mais apparition et multiplication de parties, diverses bien que solidaires par le fait même des conditions et du mode de leur génération, n'est pas division. Si l'organisme est simple, les actes sont peu intenses et bornés à la simple manifestation des propriétés élémentaires de la substance

Spécifications qu'avant ou qu'en même temps (d'une espèce animale à l'autre) que se dessinent les involutions ou replis vers la profondeur (voy. p. 200) qui annoncent l'apparition des groupes d'organes embryonnaires, le névraxe d'une part, l'intestin de l'autre, on voit les cellules du feuillet blastodermique moyen prendre telle ou telle disposition spéciale faisant deviner, par leur mode de groupement, la place de la notocorde, des lames latérales qui l'accompagnent, etc., et cela avant que les cellules de ces groupes présentent des caractères spécifiques bien nets, autres que ceux toutefois qui permettent de les distinguer comme appartenant, ici au feuillet externe, là au feuillet moyen du blastoderme.

Ces cellules sont manifestement de celles qui, par suite de l'accroissement nutritif individuel et de la segmentation consecutive et continue des globes vitellins, puis des cellules de chaque feuillet blastodermique, dérivent de la sorte de la substance même du vitellus, mais sans interruption généalogique.

Il en est ainsi dans tous les vertébrés pour le cylindre composé de cellules du feuillet moyen directement contiguës, formant la notocorde et en même temps qu'il se délimite, naît autour de lui, par un véritable fait de genèse, sa gaine propre insoluble dans l'ammoniaque dès son apparition, alors que les cellules sont rapidement attaquées par cet agent. Les cellules de la notocorde ainsi incluses sont plus grosses que celles des lames latérales placées de chaque côté d'elle; elles en diffèrent

organisée. A mesure que des parties nouvelles, tant similaires que différentes, s'ajoutent aux premières, il y a corrélativement complication et augmentation d'intensité des manifestations de ces propriétés sous les modes de propriétés de tissu, d'usage des organes, de fonction pour chaque appareil. De plus, ici la cellule, le tissu, l'organe, etc., accomplissent des actes, mais n'élaborent pas des objets. Dans le cas de la *division du travail* il y a mise en œuvre d'objets extérieurs à l'agent, homme ou machine; il y a division entre plusieurs (agissant séparément, avec ou sans coopération, simultanément ou non) dans l'exécution d'opérations différentes les unes des autres, autrefois accomplies successivement par un seul individu (voy. Aug. Comte, *Cours de philosophie positive*; Paris, t. IV, 1839 et 2° et 3° édit., t. IV, p. 419 à 429). Aussi n'est-ce qu'avec réserve que l'on doit accepter l'introduction en biologie des théories de la *division du travail* empruntée aux économistes par quelques naturalistes modernes; d'autant plus que c'est la *division du travail physiologique* qui (s'il y avait lieu d'admettre ces théories) serait sous la dépendance de la *différenciation évolutive* et non l'inverse, car l'acte ne précède aucunement l'agent.

plique l'organisme, et d'autant plus que chaque tissu se partage en parties similaires dont l'ensemble forme un système, et ces parties associées avec leurs homotypes de quelque autre système forment les organes de chaque appareil. Enfin, en raison de ce qui a été dit plus haut (p. 153 et suiv.), cette complication anatomique est escortée d'une complication fonctionnelle corrélative; là où il n'y avait que vie végétative apparaît la contractilité avec les fibres correspondantes, la névrité avec les fibres et les cellules du tissu nerveux, sans parler de la résistance, de l'élasticité et autres qualités mécaniques et physiques en même temps que naissent les tissus cartilagineux, osseux, fibreux, etc. (1).

(1) 1° Les faits qui viennent d'être exposés, 2° ceux de génération d'éléments et par suite d'organes nouveaux alors qu'il n'y a plus de cellules blastodermiques dans l'embryon (voy. p. 17 et chap. VIII), et 3° ceux de la génération dans l'intimité de chaque cellule de particules qui n'existaient pas auparavant s'ajoutant aux antécédentes (voy. p. 163 et plus loin le chapitre sur l'évolution des cellules), sont considérés par quelques auteurs comme étant une *séparation* ou *différenciation* de parties et des fonctions corrélatives dépendant d'une *division du travail physiologique* (Gegenbaur, etc.). Considérer l'apparition successive de parties nouvelles, tant dans l'organisme embryonnaire que dans l'intimité de chaque élément ou à leur surface, comme n'étant qu'une simple *séparation* de parties et non une genèse de choses qui n'existaient pas organiquement (c'est-à-dire dont les principes immédiats préexistaient seuls), c'est supposer que ces parties existaient déjà toutes formées. C'est là une des formes de l'ancienne hypothèse qui admettait que l'œuf est déjà le tout, l'organisme préexistant, soit en réalité, soit au moins en puissance, tant en substance qu'en actes. Mais l'embryogénie prouve au contraire que cette hypothèse n'est pas validée par l'observation (voyez sur ce point : Ch. Robin, *De l'appropriation des parties à l'accomplissement d'actes déterminés* dans la Philosophie positive, Revue, par Littré et Wyruboff, 1868-1869 et Journ. d'anat. et de physiol.; Paris, 1870, in-8, p. 77). L'apparition successive et épigénétique de facteurs de tels ou tels actes, même dans l'intimité des éléments anatomiques, n'est pas une séparation de ces facteurs les uns d'avec les autres. C'est la répétition de cette épigénèse associée ou non suivant les cas à la segmentation nucléaire et cellulaire qui détermine une complication croissante de l'organisme; en amenant l'accroissement du blastoderme elle détermine, non point son partage, mais la formation à son aide et à ses dépens de nombreuses dispositions nouvelles différentes; elle amène corrélativement l'apparition des manifestations fonctionnelles correspondantes; pour chacun de ces ordres de dispositions d'abord simples et des actes corrélatifs, la répétition de la formation a pour conséquence la multiplication des parties similaires. Le travail de l'économie entière et celui de chacune des parties n'existant pas avant que celles-ci se montrent ne peut pas se diviser; il apparaît, s'accroît, se multiplie avec chacune des dispositions qui apparaît à la suite d'une autre; mais apparition et multiplication de parties, diverses bien que solidaires par le fait même des conditions et du mode de leur génération, n'est pas division. Si l'organisme est simple, les actes sont peu intenses et bornés à la simple manifestation des propriétés élémentaires de la substance

Spécifications qu'avant ou qu'en même temps (d'une espèce animale à l'autre) que se dessinent les involutions ou replis vers la profondeur (voy. p. 200) qui annoncent l'apparition des groupes d'organes embryonnaires, le névraxe d'une part, l'intestin de l'autre, on voit les cellules du feuillet blastodermique moyen prendre telle ou telle disposition spéciale faisant deviner, par leur mode de groupement, la place de la notocorde, des lames latérales qui l'accompagnent, etc., et cela avant que les cellules de ces groupes présentent des caractères spécifiques bien nets, autres que ceux toutefois qui permettent de les distinguer comme appartenant, ici au feuillet externe, là au feuillet moyen du blastoderme.

Ces cellules sont manifestement de celles qui, par suite de l'accroissement nutritif individuel et de la segmentation consécutive et continue des globes vitellins, puis des cellules de chaque feuillet blastodermique, dérivent de la sorte de la substance même du vitellus, mais sans interruption généalogique.

Il en est ainsi dans tous les vertébrés pour le cylindre composé de cellules du feuillet moyen directement contiguës, formant la notocorde et en même temps qu'il se délimite, naît autour de lui, par un véritable fait de genèse, sa gaine propre insoluble dans l'ammoniaque dès son apparition, alors que les cellules sont rapidement attaquées par cet agent. Les cellules de la notocorde ainsi incluses sont plus grossières que celles des lames latérales placées de chaque côté d'elle; elles en diffèrent

organisée. A mesure que des parties nouvelles, tant similaires que différentes, s'ajoutent aux premières, il y a corrélativement complication et augmentation d'intensité des manifestations de ces propriétés sous les modes de propriétés de tissu, d'usage des organes, de fonction pour chaque appareil. De plus, ici la cellule, le tissu, l'organe, etc., accomplissent des actes, mais n'élaborent pas des objets. Dans le cas de la *division du travail* il y a mise en œuvre d'objets extérieurs à l'agent, homme ou machine; il y a division entre plusieurs (agissant séparément, avec ou sans coopération, simultanément ou non) dans l'exécution d'opérations différentes les unes des autres, autrefois accomplies successivement par un seul individu (voy. Aug. Comte, *Cours de philosophie positive*; Paris, t. IV, 1839 et 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> édit., t. IV, p. 419 à 429). Aussi n'est-ce qu'avec réserve que l'on doit accepter l'introduction en biologie des théories de la *division du travail* empruntée aux économistes par quelques naturalistes modernes; d'autant plus que c'est la *division du travail physiologique* qui (s'il y avait lieu d'admettre ces théories) serait sous la dépendance de la *différenciation* évolutive et non l'inverse, car l'acte ne précède aucunement l'agent.

aussi par quelques particularités secondaires concernant leur noyau et leur forme en raison de leur pression réciproque. Mais en dehors de cela elles ont le même aspect général; sur les batraciens, en particulier, les unes et les autres renferment les mêmes granules vitellins jaunâtres qui les rendent foncées sous le microscope par suite de leur fort pouvoir réfringent; mais ils sont dissous par l'ammoniaque et par l'acide acétique avant la substance hyaline du corps cellulaire, ce qui permet de voir que quelques fins granules, tant grassex que mélaniques, les accompagnent.

A part ces particularités propres aux batraciens qui doivent être citées parce qu'elles servent de point de repère et facilitent beaucoup ces observations, les faits indiqués ici se retrouvent les mêmes au fond dans les oiseaux et les mammifères, durant l'évolution de ces divers éléments.

ARTICLE PREMIER. — SUR LA PROVENANCE CELLULAIRE DES ÉPITHÉLIUMS.

Nous avons vu déjà (p. 200 et 292) comment l'individualisation en cellules de la substance vitelline conduit à la formation des feuillets externe et interne du blastoderme, qui tous deux sont de nature épithéliale; ils sont formés d'une seule rangée de cellules et séparés l'un de l'autre au niveau de la *tache* ou *aire embryonnaire*, par le feuillet moyen; feuillet relativement épais, qui forme essentiellement le bouclier ou épaissement que représente cette tache.

Nous avons vu aussi (p. 195 et 196) comment l'accroissement individuel des cellules et leur segmentaion conduit à l'extension de ces feuillets blastodermiques, et satisfait, si l'on peut ainsi dire, à la formation des groupes ou des membranes cellulaires qui en dérivent.

Dès que se délimitent les extrémités céphalique et caudale de l'embryon, la portion du feuillet externe qui tapisse ce nouvel être (fig. 51, 5) compose son épiderme, formé d'une seule rangée cellulaire. Il continue à grandir avec celui-là, comme il vient d'être dit. La portion du feuillet qui fait suite (6)

à cet épiderme se replie au-dessus et en arrière de l'embryon. Celui-ci, en grandissant, s'enfonce en quelque sorte du côté du centre de l'œuf (*o*), ce qui amène de plus en plus l'écartement entre le feuillet externe (2) et les autres feuillets blastodermiques (3) dans leur portion extra-embryonnaire. De là résulte autour de l'embryon la formation des capuchons céphalique et caudal (6 et 7), qui, en se rapprochant derrière le dos de celui-là (8 et 11), l'enveloppent, et délimitent l'amnios sans cesser encore d'être en continuité avec le reste du feuillet externe (8-2), qui demeure appliqué contre la membrane vitelline (1), dont l'atrophie complète suit de près. Une fois les deux capuchons réunis derrière le dos de l'embryon (fig. 51, 8), l'amnios l'entoure, et se trouve fermé. Bientôt ils se séparent tout à fait de la portion du feuillet blastodermique externe appliquée à la membrane vitelline (1), et cette portion-là (2, 2) constitue alors le *chorion*, qui plus tard deviendra villos.

La rangée de cellules représentant le feuillet interne

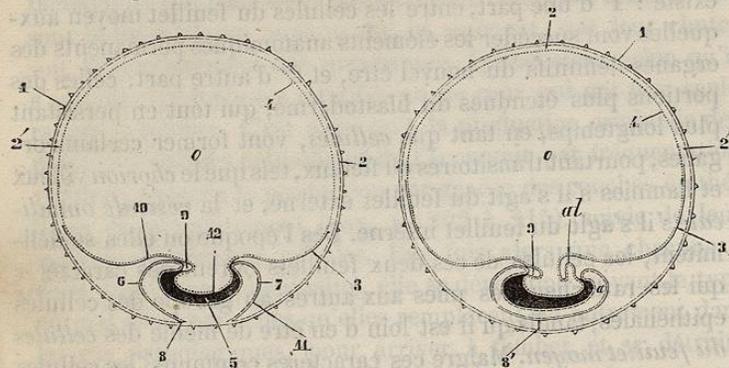


FIG. 51 (\*).

FIG. 52 (\*\*).

(\*) Coupe schématique de l'œuf lors de la formation de l'amnios. 1, membrane vitelline; 2, feuillet externe du blastoderme; 3, feuillet moyen qui s'étend de la surface de la vésicule ombilicale, un peu au delà de sa portion embryonnaire plus épaisse (entre 5 et 12); 6, capuchon céphalique de l'amnios; 7, capuchon caudal de l'amnios; 8, extrémité du capuchon céphalique tendant à rejoindre l'extrémité correspondante (11) du capuchon caudal; 9, point où se formera le cœur; *o*, vésicule ombilicale; 12, feuillet interne du blastoderme qui formera l'intestin, se continuant encore en 10 et 4 avec le feuillet interne du blastoderme qui, dans sa portion extra-embryonnaire deviendra celui de la vésicule ombilicale.

(\*\*) Œuf avec l'amnios complètement développé. *al*, bourgeon allantoïdien; *a*, cavité amniotique. Les autres numéros comme à la figure précédente. En 3, on voit la portion extra-embryonnaire du feuillet moyen (continue avec celle qui forme principalement l'embryon, mais fort mince) qui s'étend entre les feuillets externe (2) et interne (4) pour former la paroi externe formée de tissu lamineux et vasculaire de la vésicule ombilicale (*o*). 8, pédicule du feuillet externe unissant encore au chorion (2) l'amnios qui vient de se clore; ce pédicule s'atrophie au bout de peu de jours.