

graduelle de volume de chacune des parties du corps, indépendamment de tout changement dans leur nombre, leur structure et même leur forme, d'avec le développement qui consiste essentiellement dans l'apparition de parties nouvelles et dans les changements de forme et de connexion des parties déjà formées. D'après les divisions établies dans la présente étude, nous avons vu en effet que les parties se forment, évoluent (se développent) et grandissent (s'accroissent). Le défaut d'accroissement d'organes complètement constitués est dû, pendant la vie intra-utérine, à des causes banales d'atrophie (défaut de circulation, compression), qui sortent du cadre de la tératogénie proprement dite. Celle-ci n'aurait guère à s'occuper que des causes du défaut ou de l'excès d'accroissement total de l'individu, c'est-à-dire du nanisme et du gigantisme, si ces causes étaient quelque peu déterminées, et si elles remontaient toujours à la vie fœtale. Mais il n'en est rien : ainsi la plupart des nains observés étaient de taille normale au moment de la naissance et leur accroissement n'a commencé à se ralentir qu'à l'âge de quelques mois. Il en est de même, dans la plupart des cas, pour les géants<sup>(1)</sup>. Les expériences faites chez les animaux dont la période de formation dans l'œuf est très courte et qui poursuivent leur développement après l'éclosion montrent que le nanisme et le gigantisme peuvent résulter de conditions particulières, mais dans lesquelles il est impossible de distinguer exactement les causes déterminantes, sans avoir recours à des hypothèses très hasardées<sup>(2)</sup>. Cependant, et c'est ce qui nous a décidé à donner ici une mention à la question du nanisme, les expériences de Dareste et de Gerlach nous ont révélé quelques données que nous ne saurions passer sous silence. En faisant incubier des œufs de poule à une température supérieure à celle de l'incubation normale, Dareste a vu les poulets éclore plus tôt, mais présenter alors une taille sensiblement plus petite. « L'évolution de l'organisme, dit-il, résulte donc de deux ordres de faits très différents : les faits de formation, c'est-à-dire de production même des organes, et les faits de simple accroissement. Or ces deux ordres de faits, bien que reliés entre eux par des relations intimes, ne s'accompagnent pas d'une manière nécessaire; ils peuvent, dans certains cas, se trouver en antagonisme; lorsque le développement est très rapide, il prédomine sur l'accroissement. Existerait-il des faits inverses? Le retard qu'on observe dans certains embryons aurait-il pour effet de faire prédominer les phénomènes de simple accroissement sur ceux de développement, et aurions-nous alors quelque chose qui produise l'augmentation excessive de la taille? Je ne puis, pour le moment, dit Dareste, que poser la question. » D'autre part, Gerlach et Koch<sup>(3)</sup> ont obtenu, également sur le poulet, des embryons très petits, à

(1) M. GIULIANI, Contributo allo studio della macrosomia. *Ricerche fatte nel laboratorio di Anat. norm. della R. Univ. di Roma, publ. dal prof. F. Todaro*, vol. 5, p. 15, Roma, 1895.

(2) Voy. à ce sujet les travaux récents de C. Semper et de H. de Varigny, in : DE VARIGNY, Le nanisme expérimental. *Journ. de l'anat. et de la physiol.*, mars 1894.

(3) L. GERLACH et H. KOCH, Ueber die Production von Zwergbildungen im Hühnerrei auf experimentelle Wege. *Biol. Centralblatt*, n° 22, 1884. — H. KOCH, Ueber die künstliche Her-

peu près normaux, dans des œufs dont la coquille était totalement vernie, à l'exception d'une petite zone perméable à l'air; mais ici le nanisme était accompagné d'un retard de développement.

D. Arrêts et excès de développement combinés; hétérotaxie. — Tous les organes sont primitivement formés de deux moitiés symétriques, ou bien disposés symétriquement, un de chaque côté du plan médian. Cette symétrie persiste pour la plupart d'entre eux; mais elle disparaît de très bonne heure pour l'appareil central de la circulation (aorte à gauche), pour l'appareil digestif, et chez quelques espèces pour certaines parties de la face<sup>(1)</sup>. Cette transformation a lieu par l'atrophie des organes d'un côté (atrophie de la crosse aortique droite par exemple) avec développement exclusif de ceux du côté opposé, ou par accroissement inégal d'un côté et de l'autre, puis courbure et torsion de l'organe (tube digestif). Or il peut se faire que, sous l'influence de conditions qu'on a cherché à déterminer, la moitié, qui normalement devait s'atrophier, persiste au contraire, et que celle qui devait persister s'atrophie; il y a donc dans ces cas combinaison d'un arrêt et d'un excès de développement. Telle est l'origine de l'*inversion des viscérales*. Cette inversion n'est donc pas une *transposition*, mais simplement un développement inégal se produisant en sens inverse de ce qui a lieu dans l'état normal (hétérotaxie). Telle est aussi l'origine de diverses inversions limitées à quelques organes, c'est-à-dire d'*ectopies* dites par transposition.

Quant à l'explication de l'inversion des viscéres, l'étude de l'embryologie normale nous fait facilement entrevoir sinon sa cause, au moins son mécanisme. Chez tous les embryons de Vertébrés allantoïdiens il se produit, de bonne heure, une rotation du corps, lequel, appliqué sur le vitellus d'abord par sa surface ventrale, se couche bientôt sur le côté gauche (voir ci-dessus, p. 215). Or s'il arrive que la rotation se fasse en sens inverse, que l'embryon se couche sur le côté droit, on constate qu'ultérieurement les viscéres prennent la disposition dite inversée. D'après Dareste, qui a fait de cette question une étude spéciale, le fait primitif, initial, serait une disposition particulière du cœur, la saillie de l'anse cardiaque à droite dans les cas normaux, saillie qui forcerait l'embryon à se coucher sur le côté gauche; les cas d'inversion auraient par suite pour première origine la saillie de l'anse cardiaque à gauche. D'autre part Fol et Warynski ont pensé qu'il fallait attribuer ces dispositions à une croissance plus rapide des tissus dans une moitié du corps, croissance plus rapide à gauche dans les cas normaux; ils ont cherché à ralentir l'activité formatrice des tissus du côté gauche en soumettant ce côté à une température élevée, mais non capable de mortifier les tissus; et, en effet, ils

stellung von Zwergbildung im Hühnerrei. *Beitrag zur Morphol. und Morphog. von L. Gerlach*, I, 1885.

(1) G. POUCHET, Développement de l'évent du cachalot. *Compt. rend. de la Société de biologie*, 25 février 1889, p. 149.

ont obtenu une inversion complète du corps, du tube digestif et du cœur, en opérant sur des embryons de poulet de moins de trente-six heures, et en approchant un thermo-cautère du blastème gauche du cœur en voie de formation<sup>(1)</sup>.

Nous avons vu précédemment, en étudiant la genèse des monstres doubles, que les rapports de proximité des deux sujets composants pouvaient forcer l'un d'eux à se coucher en sens inverse de l'autre. Ainsi se trouve expliqué ce fait, si singulier au premier abord, signalé pour la première fois par Serres (*Mém. de l'Acad. des sciences*, 1852) et exprimé par lui en disant que, chez les monstres doubles, la loi d'union des parties similaires entraîne l'inversion des viscères de l'un des sujets. En général, c'est l'individu de droite qui présente la transposition des organes, tandis que l'individu de gauche conserve la disposition normale.

Le développement des Poissons pleuronectes nous présente l'un des cas les plus remarquables de développement normalement asymétrique, accompagné, comme l'ont montré les études de Van Beneden et de Steenstrup, de déplacement de l'un des yeux. Or, chez ces Vertébrés, on a également constaté une inversion ou hétérotaxie, avec arrêt de migration de l'œil gauche<sup>(2)</sup>. De même chez les Mollusques univalves, l'asymétrie dérive d'une forme primitive symétrique, et les anomalies dites sénestres, chez les espèces qui sont normalement dextres, représentent des dispositions entièrement comparables à celles de l'inversion des viscères chez les Vertébrés. Ce sont là des phénomènes qui ont été très étudiés dans ces dernières années, et qu'il importait de signaler ici pour montrer la signification générale de ces transformations<sup>(3)</sup>.

**E. Métamorphoses.** — Les processus tératologiques désignés sous ce titre sont aussi rares chez les animaux qu'ils sont communs chez les végétaux. Chez ceux-ci, tous les organes appendiculaires, étant des feuilles modifiées, sont équivalents, et l'on voit par suite souvent des pétales se produire à la place d'étamines, des bractées à la place de feuilles, etc. Un seul fait du même ordre a été observé chez les animaux, par Alph. Milne-Edwards, en 1864<sup>(4)</sup> : il s'agit d'un Crustacé, chez lequel l'un des yeux était normal, tandis que l'autre était partiellement transformé en une

<sup>(1)</sup> FOL et WARYNSKI, L'inversion viscérale artificielle chez l'embryon du poulet. *Arch. gén. des sc. phys. et nat.* Genève, 1884, t. XI, p. 105.

<sup>(2)</sup> LÉON VAILLANT, Monstruosité de la limande commune. *Bull. de la Société philomat.* Paris, 8<sup>e</sup> série, t. IV, n<sup>o</sup> 2, p. 49, 1891-1892. — A. GIARD, Sur la persistance partielle de la symétrie bi-latérale chez un turbot et sur l'hérédité des caractères acquis chez les pleuronectes. *Comptes rendus Soc. de biologie*, 16 janvier 1892, p. 31.

<sup>(3)</sup> P. FISCHER et F. BOUVIER, Recherches et considérations sur l'asymétrie des mollusques univalves. *Journal de conchyologie*, 1892. — P. PELSENER, De l'asymétrie des mollusques univalves. *Ibid.*

<sup>(4)</sup> ALPH. MILNE-EDWARDS, Sur un cas de transformation du pédoncule oculaire en une antenne, observée chez une langouste. *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, LIX, p. 711. — Z. RICHARD, Sur quelques cas de monstruosité observés chez les Crustacés décapodes. *Ann. des sc. nat. (zool.)*, 7<sup>e</sup> série, t. XV, 1893, p. 99.

antenne. Chez les Vertébrés il n'y a guère que les membres, paire antérieure et paire postérieure, qui présentent une équivalence analogue à celle des parties appendiculaires des plantes et des animaux articulés, et en effet, à leur origine, le membre thoracique et le membre abdominal sont semblablement conformés. Or, quoique la tératologie ne nous présente pas à cet égard des exemples de métamorphoses comparables à ce qu'on a vu chez des Invertébrés, il y a cependant dans la science, comme le fait remarquer Dareste, des cas analogues relativement aux membres. Ainsi il apparaît parfois sur le dos de la main un muscle surnuméraire qui reproduit les dispositions du muscle pédieux; et, d'une manière générale, on voit que les anomalies des muscles du membre supérieur tendent souvent à reproduire des dispositions du membre inférieur et inversement.

**F. Soudures anormales.** — Pendant leur formation les organes sont constitués par des cellules jeunes, en prolifération active, comparables à ce qu'on appelle en chirurgie des bourgeons charnus, et, puisque la soudure de deux parties est un processus normal du développement, il n'est pas étonnant que pareille soudure puisse se produire semblablement pour des organes qui devraient normalement rester indépendants, si des conditions anormales de pression (action des brides amniotiques) viennent rapprocher ces organes dans un contact étroit. Et, en effet, dans une récente série d'études expérimentales, Born<sup>(1)</sup> a montré avec quelle facilité étonnante on obtenait la soudure des parties embryonnaires chez les larves des Batraciens.

En dehors des faits expérimentaux, l'observation montre que, de tous les processus de soudure, ceux fournis par la soudure des membres homologues sont les plus typiques, et font bien ressortir les lois générales de ces faits tératogéniques. En effet, les monstres syméliens, caractérisés par la soudure des deux membres postérieurs (Symèles, Uromèles, Sirénomèles), présentent des dispositions au premier abord singulières, problématiques, et qui cependant apparaissent comme nécessaires et en rapport direct avec les processus normaux du développement, lorsqu'on examine de plus près ces processus, et surtout, comme a pu le faire Dareste, quand on arrive à surprendre la formation de la Symélie dans ses phases les plus primitives. Ces dispositions sont essentiellement les suivantes : au lieu que les deux membres inférieurs se trouvent soudés par leur face ou bord interne, de sorte que le talon soit en arrière, et que les gros orteils des deux pieds se correspondent, comme on l'obtiendrait chez un adulte en rapprochant ces deux membres, les rapports, chez les Syméliens, sont tels que les membres sont unis par leurs bords externes, les talons en avant, les orteils en arrière, et par conséquent les gros orteils en dehors,

<sup>(1)</sup> G. BORN, Die künstliche Vereinigung lebender Theilstücke von Amphibien-Larven. *Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterl. Cultur*, 8 juin 1894.

comme les tibias, et les petits orteils en dedans, comme les péronés (voir la fig. 1, p. 170). « Les causes et l'explication de cette inversion des membres, dit Is. Geoffroy Saint-Hilaire (*Téatologie*, II, 261), échappent complètement à notre investigation; c'est ce qui a porté Meckel à faire revivre pour les monstres syméliens l'ancienne hypothèse de la monstruosité originelle; mais si l'impossibilité d'en puiser une explication satisfaisante dans la théorie de la formation accidentelle des monstruosité est très réelle, elle est seulement relative à l'état présent de la science; rien ne prouve qu'elle ne puisse un jour cesser. »

Il était réservé à Dareste de répondre à cet appel fait par Geoffroy Saint-Hilaire à la science de l'avenir. Rappelons d'abord que les membres postérieurs apparaissent sous la forme de deux palettes placées de chaque côté de l'extrémité postérieure du corps, et orientées de telle manière que la future face plantaire regarde en avant, la région du gros orteil (tibia) étant en haut, celle du petit orteil (péroné) en bas. Dans le développement normal, ces parties se retournent dans un sens qu'il est facile de comprendre en partant, par la pensée, de cet état primitif, pour arriver à la disposition définitive. Ce sont des transformations que, pour le poulet, on suivra facilement sur la planche X de notre *Atlas d'embryologie* (1). Or, pendant le développement de la symélie, les bourgeons des membres postérieurs sont accidentellement infléchis vers la ligne médiane, vers l'axe prolongé du corps de l'embryon, et arrivent à se souder par leur bord inférieur qui est devenu interne; et ce bord, devenu alors interne, est précisément celui, comme il a été dit précédemment, qui correspond au péroné et au 5<sup>e</sup> orteil, c'est-à-dire celui qui normalement se serait tourné en dehors. Dareste, en effet (*op. cit.*, p. 420), a constaté que la symélie est produite par un arrêt de développement de la partie postérieure de l'amnios, c'est-à-dire du capuchon caudal. Lorsque ce capuchon s'est arrêté dans sa formation, qu'il ne s'est pas replié au-dessus de l'extrémité postérieure, mais qu'il reste appliqué sur elle au lieu de s'en écarter, les bourgeons des membres postérieurs sont comprimés, se rapprochent selon le mécanisme sus-indiqué, et viennent se souder par leurs bords inférieurs devenus internes. Aussi l'action compressive de l'amnios ne se borne-t-elle pas d'ordinaire à produire cette soudure avec ce changement de direction, ou, pour mieux dire, cette persistance de l'orientation primitive; souvent elle a pour conséquence des amputations congénitales, ou au moins un développement incomplet des parties; ainsi s'expliquent les diverses formes présentées par les monstres syméliens: chez les Symèles, les parties soudées sont à peu près normales, c'est-à-dire deux membres abdominaux réunis, presque complets, terminés par un pied double à plante en avant; chez les Uromèles, le pied est imparfait, avec seulement cinq orteils ou même moins; enfin chez les Sirénomèles, il n'y a que deux cuisses soudées et dont le moignon terminal porte quelques rudiments

(1) MATHIAS DUVAL, *Atlas d'embryologie*. Paris, 1889.

d'orteils; il est bien évident qu'ici se sont produites, après amputation, les tentatives de repullulation dont nous avons parlé à propos de l'hémimélie: la symélie s'est compliquée d'hémimélie.

Nous avons dû insister sur l'étude de la soudure des membres, parce qu'elle est un cas des plus nets de ces dispositions qui ont amené Geoffroy Saint-Hilaire à formuler sa célèbre *loi de l'affinité de soi pour soi*, ou d'*union des parties similaires*. On voit que les parties similaires s'unissent, parce que leurs rapports primitifs sont tels qu'elles doivent s'unir entre elles et non avec d'autres. Si l'on avive les bords correspondants de deux doigts, et qu'on applique et maintienne appliqués ces deux doigts l'un contre l'autre par des bandelettes, il est évident que leur soudure se fera de telle manière que le troisième segment (phalange unguéale) de l'un s'unisse avec le troisième segment de l'autre, et de même pour les autres segments. La loi de l'attraction de soi pour soi n'exprime pas autre chose qu'une série de faits analogues à cet exemple; c'est ce que nous avons déjà vu pour le mode de connexion des deux sujets composants d'un monstre double (p. 215); l'union se fait entre des parties similaires, parce que ce sont ces parties qui se correspondent au moment de la soudure. Mais encore fallait-il voir pourquoi, dans la symélie, ce sont les petits et non les gros orteils qui se correspondent. Dans l'union de deux membres, comme dans l'union de deux doigts, on ne conçoit guère et l'on n'observe pas de déviations qui amènent des parties non similaires au contact, c'est-à-dire qu'on ne voit pas de syndactylie où la première phalange d'un doigt soit soudée avec la troisième du doigt voisin; il aurait fallu que, lors du rapprochement, l'un des doigts fût énergiquement fléchi et l'autre étendu, et encore trouverait-on alors une réalisation partielle de la loi de l'attraction de soi pour soi. Mais dans les anomalies de soudure des autres parties du corps, sous l'influence de compressions et de déviations produites par l'amnios, il est des cas de soudures de parties absolument hétérologues qui montrent bien l'inanité de cette prétendue attraction des parties similaires. Dareste décrit un anencéphale conservé au musée Dupuytren, dont la tête, renversée en arrière, était venue se souder avec le sacrum. Pouchet (Dareste, *Téatogénie*, édit. de 1891, p. 259) a décrit à cet égard un monstre bien instructif, remarquable par ses soudures multiples et pour ainsi dire incohérentes; les trois segments du membre antérieur droit, repliés l'un sur l'autre, étaient soudés entre eux et avec la région occipitale de la tête; tandis que le membre gauche, pareillement fléchi, était soudé avec la paroi thoracique; la queue (il s'agit d'un agneau) était soudée avec le membre postérieur gauche, etc.

Parfois les soudures tératologiques unissent des parties entre lesquelles sont normalement disposés d'autres organes; le non-développement de ces derniers a alors été une condition nécessaire au rapprochement et à la fusion des premières. Nous nous contenterons, sans entrer dans les détails, de citer l'exemple de la *cyclopie*, dont le processus tératogénique a été