

# MÉMOIRE

SUR

## LA TÉRATOLOGÉNIE EXPÉRIMENTALE

PAR  
M. CAMILLE DARESTE

---

Je résume dans ce mémoire les résultats de recherches poursuivies depuis vingt ans sur la tératogénie expérimentale, substituée par moi à la tératogénie hypothétique, dont on était obligé de se contenter lorsque l'on n'étudiait les monstres qu'après la naissance ou l'éclosion. Ces recherches, dont j'ai publié déjà un grand nombre de résultats partiels, sont aujourd'hui assez avancées pour me permettre d'en publier l'ensemble, en attendant l'époque où je pourrai les faire connaître dans tous leurs détails.

Cherchant à être aussi court que possible, je me borne aujourd'hui à publier sous la forme de propositions chacun des faits nouveaux que j'ai obtenus, et chacune des additions que j'ai faites aux travaux de mes prédécesseurs.

Je dois donc laisser complètement de côté l'historique de la science ; mais je manquerais à la justice, si je ne rappelais, au début de ces pages, les noms illustres des deux Geoffroy Saint-Hilaire, qui ont créé la science des monstres, et dont les travaux m'ont toujours servi de guide.

---

### CHAPITRE I.

DES CONDITIONS PHYSIQUES DE LA PRODUCTION ARTIFICIELLE DES ANOMALIES.

1. On produit des anomalies et des monstruosité dans les appareils d'incubation artificielle : 1° par la position verticale des œufs ; 2° par la diminution de la porosité de la coquille à l'aide d'enduits plus ou

moins imperméables à l'air ; 3° par l'échauffement inégal de l'œuf ; 4° par l'emploi d'une température un peu supérieure ou un peu inférieure à celle de l'incubation normale.

2. Les deux premiers procédés ne déterminent pas toujours la production d'anomalies. Les seconds, au contraire, déterminent toujours des anomalies.

3. Les causes qui déterminent la production artificielle des monstruosités sont de deux sortes : les unes sont *déterminantes*, les autres *perturbatrices*.

J'appelle *causes déterminantes* celles qui produisent des anomalies déterminées, c'est-à-dire des anomalies qui sont toujours les mêmes, pour un certain mode d'application de la cause.

J'appelle *causes perturbatrices* celles qui déterminent seulement une modification quelconque dans le développement de l'embryon, sans que la nature de cette modification soit dans une relation constante avec la nature de la cause.

4. On produit des anomalies constantes par l'emploi de l'échauffement inégal de l'œuf.

Il faut pour cela que l'œuf soit en contact avec la source de chaleur par un point seulement de sa surface, et que le point d'échauffement de l'œuf soit dans le voisinage du point culminant, celui où se développe l'embryon, sans cependant coïncider avec lui.

Dans ces conditions on obtient une déformation constante du blastoderme, puis une déformation constante de l'aire vasculaire.

Dans le développement normal, l'embryon occupe le centre d'un blastoderme circulaire, puis d'une aire vasculaire également circulaire.

Dans le développement rendu anormal par le défaut de coïncidence entre le point d'échauffement et le point culminant de l'œuf, le blastoderme d'abord, et plus tard l'aire vasculaire, prennent la forme d'une ellipse dont l'embryon occupe un des foyers.

Cette déformation du blastoderme et de l'aire vasculaire dépendent manifestement de l'échauffement inégal des deux parties du blastoderme, et de l'aire vasculaire.

On peut en effet donner à l'embryon telle position que l'on veut dans le blastoderme et l'aire vasculaire, en plaçant l'œuf, par rapport à la surface de chauffe, de manière que la partie du blastoderme et de l'aire vasculaire dont on veut augmenter la surface soit interposée entre le point d'échauffement et le point culminant de l'œuf. Il est possible ainsi de donner un plus grand développement au blastoderme et à l'aire

vasculaire, tantôt au-dessus de la tête et tantôt au-dessous de l'extrémité caudale de l'embryon, tantôt à sa droite, et tantôt à sa gauche.

Tous ces faits dépendent de l'orientation primitive de l'embryon dans l'œuf, dont la connaissance est due à M. de Baer. Dans un œuf placé horizontalement, le diamètre vertébral de l'embryon est perpendiculaire au grand diamètre de l'œuf. De plus, quand cet œuf est placé de telle sorte que son gros bout soit tourné du côté de l'observateur, la tête de l'embryon fait face au côté gauche de l'observateur. En partant de ce fait, qui existe dans le plus grand nombre des cas, il est possible de placer l'œuf de telle sorte que l'on obtienne une anomalie prévue d'avance.

5. Ce n'est pas le seul cas dans lequel on voie intervenir des causes déterminantes. Je crois qu'il y a certaines anomalies qu'il est possible de produire à volonté, *l'inversion des viscères* et le *nanisme* par exemple. Mais ici j'ai besoin de nouvelles expériences pour déterminer avec plus de précision les conditions physiques qui déterminent les anomalies.

Cette lacune de mon travail dépend des conditions misérables, je peux le dire, dans lesquelles je l'ai effectué, et de l'insuffisance des appareils d'incubation dont je me suis servi. Je ne doute pas que, dans des conditions plus favorables, je ne puisse arriver à des résultats plus concluants.

6. En dehors de ces faits, très-peu nombreux, toutes les anomalies que j'ai produites résultent de l'action de causes perturbatrices.

En effet, d'une part, les anomalies étaient les mêmes dans toutes les conditions nouvelles où je placais mes œufs.

D'autre part, des modifications identiques dans les conditions physiques de l'incubation déterminent les anomalies les plus diverses.

7. Ce fait, si étrange au premier abord, ne comporte qu'une seule explication: c'est que les germes contenus dans l'œuf de la poule ne sont pas identiques entre eux, pas plus que les individus adultes eux-mêmes.

C'est d'ailleurs ce qui résulte des belles expériences de M. Alphonse de Candolle sur la germination des graines à diverses températures.

8. Dans toutes ces expériences, quels que soient le nombre et la variété des anomalies produites artificiellement, je n'ai jamais obtenu que des anomalies simples, et je n'ai observé de monstruosité doubles que dans des cas tellement rares, qu'il était impossible de rattacher leur apparition aux causes que je faisais agir sur l'œuf.

L'origine des monstres doubles se rattache donc à un état par-

ticulier du germe, état antérieur à son développement par l'incubation. Je reviendrai sur ces faits dans la dernière partie de mon travail.

S'il était nécessaire de combattre encore la doctrine de la monstruosité originelle, ces expériences fourniraient un argument d'une grande valeur. Lorsque des œufs, quelle que soit leur provenance, et je l'ai presque toujours ignorée, sont soumis simultanément à la même cause modificatrice, et lorsque tous ces œufs présentent des anomalies, il est impossible d'admettre que ces anomalies soient originelles.

## CHAPITRE II.

### DE QUELQUES NOTIONS GÉNÉRALES QUI EMBRASSENT LA TÉRATOLOGIE TOUT ENTIÈRE (1).

9. Toutes les anomalies produites dans mes expériences, sauf une ou deux, reproduisent les types tératologiques décrits par Is. Geoffroy Saint-Hilaire. Fait d'autant plus remarquable, que cet illustre naturaliste n'a signalé chez les oiseaux qu'un nombre très-restreint de types de monstruosité.

10. L'explication de ce fait est très-simple. Chez l'homme et les mammifères, l'embryon monstrueux peut arriver jusqu'à la naissance sans périr. Chez les oiseaux, l'embryon monstrueux périt presque toujours, d'une manière fatale, longtemps avant l'éclosion. C'est ainsi que la plupart des embryons monstrueux chez les oiseaux ont échappé aux observateurs. Je reviendrai plus loin sur les causes de cette mort prématurée.

11. L'apparition chez les oiseaux des types tératologiques observés chez les mammifères s'explique très-facilement.

Si nous ne pouvons plus admettre avec Et. Geoffroy-Saint-Hilaire l'idée de l'unité de composition organique pour tous les animaux vertébrés, nous devons cependant admettre, pour les animaux de cet embranchement, l'unité de type. Et ce type n'est pas un type virtuel comme le voulait Goethe, il est manifestement réalisé dans l'embryon, aux premières périodes de son développement, comme nous le savons

(1) Ces notions se rattachent également aux monstruosité simples et aux monstruosité doubles.

depuis les mémorables découvertes de Baer. Tous ces animaux ont à l'origine une forme commune et traversent, au début de leur vie, un certain nombre de formes semblables, avant de s'engager dans les voies différentes qui les conduiront à l'organisation définitive du poisson, du batracien, du reptile, de l'oiseau, du mammifère.

Si donc les premières phases de l'évolution sont les mêmes chez tous les animaux vertébrés, elles pourront, chez tous, se modifier de la même manière, et produire, par conséquent, les mêmes types tératologiques.

12. L'unité du type chez tous les animaux vertébrés explique donc la répétition possible, chez tous les animaux de ces embranchements, des mêmes types monstrueux. Par contre, ces types ne pourront se manifester dans les animaux des autres embranchements.

Ici je suis contraint de me séparer des notions tératologiques d'Et. et d'Is. Geoffroy-Saint-Hilaire. Ces deux naturalistes, qui admettaient l'unité de type et même l'unité de composition organique pour tout le règne animal, admettaient par cela même que certains types tératologiques pourraient être réalisés dans des embranchements différents. Cette doctrine est absolument inadmissible, par suite de la différence essentielle du développement dans les embranchements différents.

13. S'il y a des types tératologiques communs à tout l'embranchement des vertébrés, il y a des types tératologiques spéciaux à certaines classes, à certains ordres, probablement aussi à certaines espèces, types qui se manifestent lorsque l'embryon, qui n'avait au début d'autres caractères que ceux de l'animal vertébré, revêt les caractères particuliers d'un groupe subordonné, classe, ordre ou espèce.

Nos connaissances sur l'embryogénie et la tératologie sont encore trop restreintes pour que nous puissions dès à présent établir ces faits d'une manière complète. C'est pourquoi je ne citerai que deux exemples à l'appui de ma thèse. Les anomalies de l'amnios déterminent un grand nombre de monstruosité simples. Le renversement de l'embryon sur le vitellus est une condition de la formation de certaines monstruosité doubles. On peut en conclure que ces types tératologiques n'existeront ni chez les batraciens ni chez les poissons, donc l'embryon n'a pas d'amnios et ne se renverse pas sur le vitellus.

Par un motif analogue, les diverses formes d'événtration sont impossibles chez les batraciens chez lesquels la vésicule ombilicale ne se sépare jamais de l'intestin.

Mais je ne puis donner ici qu'une simple indication. Cette partie de la tératologie appartient entièrement à la science de l'avenir.

## CHAPITRE III.

## DE QUELQUES CONDITIONS GÉNÉRALES DE LA PRODUCTION DES MONSTRUOSITÉS.

14. L'embryon, à son début, est constitué par un blastème formé d'éléments particuliers qui, si l'on excepte les cellules épithéliales du feuillet séreux, sont partout semblables à eux-mêmes, et ne ressemblent en aucune façon aux éléments histologiques définitifs. Ce blastème éprouve une suite de transformations pendant lesquelles s'ébauchent peu à peu la forme générale de l'animal et la forme particulière de chaque organe. Plus tard, et très-probablement par suite de la formation du sang et de l'établissement de la circulation, on voit apparaître dans le blastème primitif les organes définitifs, caractérisés par des éléments histologiques spéciaux ; et ces organes revêtent assez exactement, dès leur apparition, la forme et la structure qu'ils doivent toujours conserver.

Cette première période de la vie embryonnaire, si intéressante au point de vue de la morphologie et de l'organogénie normale, est également intéressante, pour la même raison, au point de vue de l'organogénie tératologique. En effet, tous les organes définitifs se produisent dans des blastèmes préparés d'avance, les organes monstrueux comme les organes normaux. C'est donc dans cette première période de la vie embryonnaire qu'il faut chercher la cause des monstruosité graves, de celles qui modifient profondément l'organisme. En d'autres termes, les organes monstrueux apparaissent d'emblée, avec tous leurs caractères tératologiques, dans des blastèmes déjà modifiés par la monstruosité.

15. Les deux faits les plus généraux de la tératogénie sont, comme l'avaient indiqué les Geoffroy Saint-Hilaire, l'arrêt de développement et l'union des parties similaires.

Toutefois ces deux illustres naturalistes n'ont pu se rendre un compte exact du mode d'action de ces deux causes, parce qu'ils ignoraient la distinction que l'on doit faire entre les deux périodes de la vie embryonnaire.

16. On entend par *arrêt de développement* la permanence d'un état embryonnaire qui, dans l'évolution normale, n'est que transitoire.

L'arrêt de développement peut se faire de trois manières différentes : 1° absence de formation d'un organe ; 2° permanence, pour un organe, de conditions embryonnaires ; 3° permanence d'un organe qui n'est que transitoire pendant la vie embryonnaire.

Le premier et le troisième cas ne présentent aucune difficulté.

Comme exemple du premier cas, je citerai l'acéphalie, caractérisée par le défaut de développement de la tête. Comme exemple du troisième, je citerai la permanence du canal artériel.

Le second cas, au contraire, exige certaines explications.

En effet, la permanence de certaines conditions embryonnaires se produit dans cette première période de la vie, pendant laquelle les organes n'existent qu'à l'état d'ébauches dans des blastèmes homogènes. Les organes tératologiques qui se produisent plus tard, ne correspondent jamais à un état particulier de l'organe normal, bien qu'ils soient produits par un arrêt de développement.

J'en citerai deux exemples.

La fissure spinale est évidemment la permanence de la gouttière primitive. Dans l'état normal, la gouttière primitive se transforme en canal vertébral avant l'apparition des os : d'où il résulte que les lames vertébrales sont soudées entre elles dès le moment de leur apparition, et ne présentent jamais d'ouverture. Si, comme dans la fissure spinale, les parois de la gouttière primitive restent écartées, les lames vertébrales se constituent dans cette situation nouvelle, et restent toujours écartées l'une de l'autre.

Il en est de même dans le bec-de-lièvre. Les blastèmes de la région maxillaire et de la région intermaxillaire sont d'abord séparés, puis s'unissent à une certaine époque. Dans l'état normal, lorsque se produisent les organes définitifs, les os, les lèvres, ces organes apparaissent d'emblée, avec leurs caractères d'union et de continuité. Si l'union des blastèmes n'a pas lieu, les os et les lèvres se constituent séparément, et l'on a le bec-de-lièvre.

Ces deux exemples montrent de la manière la plus évidente comment on doit comprendre la seconde forme de l'arrêt de développement.

17. L'arrêt de développement explique la plupart des faits de la monstruosité simple, qu'il détermine de deux façons différentes.

D'abord il agit directement sur certains organes qu'il maintient dans des conditions embryonnaires.

Ensuite, il peut entraîner des modifications profondes dans la for-

mation des autres organes, soit en produisant des déviations, soit en déterminant l'union des parties similaires, etc.

Par exemple, l'arrêt de développement général ou partiel de l'amnios est la cause qui détermine la plupart des monstruosité simples.

18. Deux organes semblables, placés au contact l'un de l'autre, ont une grande tendance à s'unir. Cela est vrai pour les organes semblables des deux sujets qui composent un monstre double. La loi de l'union des parties similaires régit en réalité toute la monstruosité double.

C'est à Et. Geoffroy Saint-Hilaire qu'on doit la connaissance de cette loi remarquable ; mais il croyait à tort qu'une semblable union pouvait se produire entre des organes déjà formés.

L'observation directe m'a appris que les organes ne se soudent point entre eux, lorsqu'ils ont atteint le terme de leur croissance, et qu'ils peuvent, tout au plus, contracter, dans certains cas très-restreints, une union superficielle. (Telle est l'union des têtes dans les *céphalopages*.) L'union ou la fusion profonde de deux organes n'est possible que lorsqu'ils sont encore à l'état de blastèmes. Ces organes si curieux des monstres doubles qui appartiennent par moitié à chacun des sujets composants ne se soudent donc point ; ils *naissent soulés*, si l'on peut parler ainsi, dans des blastèmes préparés d'avance.

La constatation de ce fait rend d'autant plus remarquable l'union des parties similaires ; car on se demande comment des blastèmes en apparence parfaitement homogènes ne s'unissent entre eux que s'ils doivent donner naissance à des organes semblables, tandis qu'ils restent complètement séparés dans le cas contraire. Mais ce n'est pas plus étrange que de voir des organes tout à fait différents naître au sein d'une gangue complètement homogène.

---

## CHAPITRE IV.

DU MODE DE FORMATION DES PRINCIPAUX TYPES DE LA MONSTRUOSITÉ  
SIMPLE.

19. Les monstruosité simples apparaissent dans l'embryon aux différentes époques de son évolution.

Il est très-remarquable que cet ordre d'apparition des monstruosité simples reproduit dans ses principaux traits la série des types tératologiques des monstruosité simples, telle qu'elle a été établie par Is. Geoffroy dans son célèbre ouvrage, lorsqu'on la prend en sens inverse(1). C'est une preuve frappante de la justesse des considérations qui ont guidé cet illustre naturaliste.

Je me borne à indiquer cette coïncidence remarquable. On en trouvera la démonstration dans la suite de ce travail.

20. Les monstres unitaires forment, pour Is. Geoffroy Saint-Hilaire, les sous-ordres des *monstres parasites*, *omphalotes* et *autosites*.

Je laisse de côté les monstres parasites, sur lesquels je n'ai encore pu recueillir aucun document.

Les monstres omphalotes forment les trois familles des anidiens, des acéphaliens et des paracéphaliens.

Il faut ajouter à la famille des anidiens deux types ignorés d'Isidore Geoffroy, l'hétéroïde décrit par Pictet, et dont j'ai pu étudier un exemple; et un type particulier dans lequel l'embryon est réduit à la tête, type que Rudolphi et J. Müller ont décrit, et que j'ai plusieurs fois observé dans mes expériences. Ce type pourrait être désigné sous le nom de *céphalide*.

La théorie de la formation des monstres *omphalotes* est l'un des résultats les plus importants de mes recherches.

Et. et Is. Geoffroy avaient signalé comme très-général le fait que ces monstres sont presque toujours privés de cœur, et cet autre fait, qu'ils sont toujours accompagnés d'un frère jumeau bien conformé. On ne les avait d'ailleurs observés que chez l'homme et quelques mammifères.

J'ai rencontré souvent de pareils monstres en voie de formation

<sup>1</sup> Il n'y a d'exception que pour les monstres syméliens dont l'origine est aussi précoce que celle des cyclocéphaliens et otocéphaliens.

chez les oiseaux, et j'ai constaté qu'ils se produisent tantôt isolément, et tantôt conjointement avec un embryon jumeau bien conformé.

Je citerai pour le premier cas deux types très-remarquables.

Dans le premier type, que j'ai fréquemment observé, l'embryon semble réduit à une aire vasculaire souvent fort développée, et dans laquelle on observe un réseau de vaisseaux capillaires rempli de sang rouge. Ce type est évidemment le résultat d'un arrêt de développement qui a frappé le disque embryonnaire avant la formation de la gouttière primitive, de telle sorte que l'embryon et l'aire vasculaire ne sont point séparés, et forment un organisme unique. C'est très-probablement le type des aïdes en voie de formation.

Dans le second type, celui que je désigne sous le nom de *céphalide*, on observe une tête rudimentaire naissant sur une aire vasculaire très-petite, et portant souvent un cœur à sa partie inférieure. Il y a eu là, comme dans le premier cas, défaut de formation de la gouttière primitive. Le corps est donc resté rudimentaire, tandis que la tête a commencé à se développer.

J'ai lieu de croire que ces faits sont assez fréquents, et que la mort précoce de l'embryon dans l'œuf est très-souvent la suite de pareilles anomalies ; mais je ne le sais pas d'une manière certaine.

Dans le plus grand nombre des cas, l'embryon omphalosite naît sur le même vitellus qu'un frère jumeau bien conformé, tantôt sur une cicatrice distincte, et tantôt sur la même cicatrice.

Cette coexistence d'un frère jumeau bien conformé est la condition nécessaire de la permanence de la vie et de la continuation du développement chez le monstre omphalosite. En effet, ce monstre, privé de cœur ou n'ayant qu'un cœur mal conformé, ne peut devenir le siège de phénomènes circulatoires qu'autant qu'il trouve dans le cœur d'un embryon jumeau le moteur nécessaire au mouvement du sang. Les anastomoses qui s'établissent entre les appareils circulatoires font qu'il n'existe qu'une seule circulation pour les deux embryons.

C'est l'existence de cette circulation unique qui permet le développement des éléments histologiques définitifs, chez un embryon frappé d'arrêt de développement aux premières périodes de la vie.

21. Voici comment je comprends l'action de ces arrêts de développements frappant l'embryon pendant les premiers moments de la vie.

1° *Type des aïdes*. — Arrêt de développement du disque embryonnaire avant la formation de la gouttière primitive ;

2° *Type des céphalides*. — Production d'une tête rudimentaire sur un disque embryonnaire complètement arrêté dans la première période de son existence ;

3° *Type des hétéroïdes*. — Production d'une tête rudimentaire sur disque embryonnaire qui continue à s'accroître, malgré l'absence de la gouttière primitive ;

4° *Type des mylacéphales*. — Formation d'un membre postérieur ou des deux membres postérieurs sur un disque embryonnaire privé de la gouttière primitive ;

5° *Type des peracéphales*. — Formation de la gouttière primitive dans la région postérieure seulement ; formation des membres postérieurs ; repliement des lames viscérales ;

6° *Type des acéphales*. — Formation complète de la gouttière primitive ; production des membres antérieurs et des membres postérieurs ; repliement des lames viscérales ;

7° *Types des paracéphaliens*. — Mêmes faits que pour le type précédent, avec la formation d'une tête plus ou moins rudimentaire.

Il faut ajouter ici que dans les peracéphales, les acéphales et les paracéphaliens, on peut rencontrer le repliement des lames viscérales et la production des membres, tandis que la gouttière primitive manque complètement.

22. Deux conséquences très-remarquables découlent de ces faits : 1° l'absence très-fréquente, dans des organismes provenant d'animaux vertébrés, du caractère typique de l'animal vertébré, la gouttière primitive ; 2° le défaut de solidarité des parties de l'organisme qui peuvent se développer isolément, et d'une manière complète, si le sang d'un embryon bien conformé leur apporte les matériaux nécessaires à la constitution des éléments histologiques définitifs.

23. Avant mes recherches, les monstres omphalotes n'ont pas été rencontrés chez les oiseaux. Il est très-digne de remarque qu'un de ces types au moins s'y produit très-fréquemment, celui des mylacéphales qui semble réduit à un ou à deux membres postérieurs. Cela résulte du mode particulier de développement des oiseaux qui ne se séparent point de leur vitellus, tandis que les mammifères se séparent de la vésicule ombilicale. C'est pourquoi chez les mammifères les mylacéphales sont toujours distincts de leur frère jumeau ; tandis que chez les oiseaux ils sont entraînés par le retrait du vitellus, et ne se séparent point de leur frère jumeau. Il semble qu'alors on ait un monstre double. Aussi Is. Geoffroy Saint-Hilaire les a-t-il ratta-

chés à ce type de monstruosité double qu'il désignait sous le nom de *pygomélie*. Mais il a fait remarquer que la pygomélie, caractérisée par la multiplication des membres postérieurs, est de deux sortes. Tantôt les membres accessoires sont unis au squelette de l'individu complet ; c'est alors une véritable monstruosité double. Tantôt ces membres sont simplement implantés dans la graisse abdominale ; c'est un mylacéphale entraîné par la rentrée du vitellus dans la cavité abdominale du frère jumeau.

24. Toutes ces notions sur les monstres omphalotes trouvent leur application dans l'histoire des monstres doubles parasites ; car, ainsi qu'Is. Geoffroy Saint-Hilaire en a déjà fait la remarque, on retrouve dans le sujet parasite presque tous les types monstrueux des omphalotes.

25. Les monstres simples autositaires sont caractérisés, au point de vue tératogénique, parce que le point de départ de leur formation est en dehors d'eux, dans les arrêts de développement de l'amnios et de l'aire vasculaire.

26. Les arrêts de développement de l'amnios peuvent être partiels et porter seulement sur le capuchon céphalique ou sur le capuchon caudal. Dans d'autres cas, ils atteignent l'amnios tout entier.

27. L'arrêt de développement du capuchon céphalique détermine la compression de la tête et, par suite, un arrêt de développement de cette région, caractérisé par les différents degrés de la cyclopie. L'explication de la cyclopie tient à la juxtaposition primitive des blastèmes oculaires, qui s'écartent peu à peu par l'interposition de la vésicule encéphalique antérieure. Si cette vésicule est frappée d'arrêt de développement, les blastèmes oculaires restent juxtaposés, et les yeux, en se développant, sont plus ou moins complètement sondés. Du reste, cette explication est admise depuis longtemps. Les monstres cyclopes appartiennent aux deux familles des otocéphaliens et des cyclocéphaliens. Je n'ai point vu d'une manière certaine de monstres otocéphaliens en voie de formation ; mais je ne puis pas ne pas indiquer un fait très-remarquable de leur organisation, c'est la persistance de la première fente branchiale, d'où résulte l'ouverture unique des oreilles.

28. L'arrêt de développement de la tête s'accompagne fréquemment de la dualité du cœur.

Cette anomalie m'a longtemps paru inexplicable, par suite de l'imperfection de nos connaissances sur la formation du cœur, que l'on a considéré pendant longtemps comme entièrement simple à son origine.

J'ai constaté que le cœur résulte de la fusion de deux blastèmes cardiaques primitivement séparés, et qui se forment isolément sur les bords antérieurs du feuillet vasculaire. Le développement de ces deux bords du feuillet vasculaire amène, dans l'évolution normale, ces blastèmes en contact, et c'est alors que se forme le cœur unique définitif. Mais si la partie antérieure de l'aire vasculaire est frappée d'arrêt de développement, ces blastèmes restent isolés et produisent deux cœurs distincts.

L'arrêt de développement du feuillet vasculaire est-il déterminé par l'arrêt de développement du capuchon céphalique? ou bien n'y a-t-il entre ces deux faits qu'un rapport de coïncidence? Ce qu'il y a de certain, c'est qu'ils sont fréquemment associés.

29. L'arrêt de développement du capuchon céphalique, tout en produisant un arrêt de développement de la tête, peut encore changer sa position. Dans certains cas, la tête s'engage entre les deux lames que j'ai découvertes et qui terminent en avant le feuillet vasculaire, et elle vient s'enfoncer dans le vitellus, en refoulant devant elle les membranes qui l'en séparent. Dans d'autres cas, plus étranges encore, elle vient faire hernie par l'ouverture ombilicale. Je n'ai pu déterminer encore comment s'opère cet étrange renversement de la tête. Ces faits s'accompagnent très-fréquemment de la duplicité du cœur.

Ces deux sortes de monstruosité ne répondent à aucun des types signalés par Is. Geoffroy Saint-Hilaire ou par les tératologistes qui l'ont suivi. Ce sont les seuls faits de cette nature que j'ai rencontrés dans mes expériences.

30. L'arrêt de développement du capuchon caudal détermine la formation des monstres syméliens, dont l'origine était restée jusqu'à ce jour inexplicable. En effet, lorsque cette partie de l'annios reste appliquée sur la région postérieure du corps, les bourgeons blastématiques qui formeront les membres postérieurs sont nécessairement renversés et viennent s'appliquer l'un contre l'autre par leurs bords externes. Dans ce blastème unique, résultant de la fusion des deux blastèmes primitivement séparés, on voit apparaître le membre postérieur unique des monstres syméliens, si curieux par le renversement du pied.

31. L'anencéphalie est le résultat d'un arrêt de développement de l'aire vasculaire, arrêt de développement tout autre que celui qui produit la duplicité du cœur. Ici l'arrêt de développement frappe les les de Wolf, qui, en nombre plus ou moins considérable, persistent

dans leur premier état, et le réseau de vaisseaux capillaires ne se forme que d'une manière très-incomplète. Les globules produits dans les îles de Wolf ne peuvent pénétrer dans le sang qu'en très-faible quantité, et ce liquide reste incolore.

Le sang, ainsi modifié, détermine alors l'hydropisie des vésicules cérébrales, l'hydropisie de l'amnios, et même l'œdème général de l'embryon, qui devient alors complètement diaphane. Le liquide, qui distend les vésicules cérébrales, produit alors l'hydromyélisme, en s'opposant à la formation de la substance nerveuse, et la fissure spinale, en maintenant écartées les parois de la gouttière vertébrale ; ce sont les deux éléments de l'anencéphalie.

Il y a donc là un fait très-remarquable, l'intervention d'une cause pathologique au milieu de phénomènes purement organogéniques. Mais cette cause pathologique n'intervient dans la monstruosité que pour produire un arrêt de développement, pour empêcher la substance nerveuse de se former, et non pour la détruire, comme beaucoup de physiologistes l'ont cru depuis Haller et Morgagni.

32. On a signalé, dans certains cas d'anencéphalie, l'ouverture de la paroi inférieure du crâne ou de la colonne vertébrale. Ces faits, assez rares du reste, s'expliquent par une déchirure des tissus embryonnaires, qui se produit au fond de la gouttière vertébrale et de son prolongement dans le crâne. Si la déchirure n'est pas bien considérable, le développement peut se continuer pendant un certain temps. Lereboullet a signalé des cas analogues chez les poissons, mais il les a pris pour des monstres doubles.

33. L'arrêt de développement qui frappe la totalité de l'amnios détermine la production des *exencéphalies*, des *célosomies* et des *ectromélies*, ainsi que d'un certain nombre d'hémitéries, telles que la courbure anormale du rachis, les déviations des membres ou pieds bots, etc. Ces monstruosité et ces anomalies vont rarement seules et sont presque toujours associées les unes aux autres en plus ou moins grand nombre. Is. Geoffroy Saint-Hilaire a signalé le fait, sans en connaître la cause. Elles sont manifestement les effets divers d'une cause unique.

34. L'éventration et l'arrêt de développement de l'amnios sont un seul et même fait, puisqu'il n'y a d'éventration, soit abdominale, soit thoraco-abdominale, qu'à condition de l'absence plus ou moins complète des parois abdominales ou thoraco-abdominales. Ici l'embryogénie, à défaut de l'observation directe, suffirait pour bien établir les faits.

35. L'exencéphalie, comme conséquence d'un arrêt de développement de l'amnios, était beaucoup plus difficile à comprendre. L'observation directe m'a appris que, par suite de la compression exercée par l'amnios sur les vésicules cérébrales, celles-ci s'aplatissent de haut en bas, en s'élargissant latéralement, de manière à produire un rebord saillant qui dépasse des deux côtés les parois de la tête, et qu'un sillon profond sépare du reste de la tête. L'ossification des parois crâniennes ne dépasse jamais le fond du sillon.

Je n'ai rien observé relativement à la pseudencéphalie ; mais quand je vois que tous les types des monstres exencéphaliens se répètent dans les monstres pseudencéphaliens, j'ai lieu de croire que la cause qui les produit est la même. Mais j'ignore encore pourquoi la substance nerveuse s'y trouve remplacée par un tissu vasculaire.

36. L'explication de l'ectromélie ne présente aucune difficulté, du moment que l'on admet que la pression exercée par l'amnios est une cause d'arrêt de développement pour les membres. J'en dirai de même des déviations des membres, plus ou moins comparables aux pieds bots, ainsi que des courbures rachidiennes. Tous ces faits sont des faits d'observation.

37. Dans les cas d'éventration, le cœur et les viscères présentent souvent des brides membraneuses qui les font adhérer au vitellus ou aux parois de l'ombilic. Des brides analogues se voient également entre les hernies encéphaliques et l'amnios. Je n'ai pu que constater le fait, sans savoir quel rôle ces brides peuvent jouer dans l'histoire des monstruosités. On sait qu'Et. Geoffroy Saint-Hilaire leur attribuait une grande importance.

---

## CHAPITRE V.

### DES CONDITIONS DE LA VIE ET DE LA MORT DES MONSTRES SIMPLES.

38. La mort des monstres omphalotes, lorsqu'ils sont isolés, résulte manifestement de l'absence de la circulation.

39. Les monstres unitaires autosites produits chez les oiseaux périssent presque tous de bonne heure et antérieurement à l'éclosion. Les causes de la mort sont l'anémie et l'asphyxie.

40. L'anémie des embryons se produit de deux manières. Tantôt

l'appareil circulatoire est complet; mais les globules sont en nombre moindre que dans l'état normal. Cet état se produit lorsque la porosité de la coquille est diminuée, et aussi lorsque l'incubation se fait à des températures relativement basses. Cette anémie ne paraît pas être assez puissante pour déterminer la mort.

Tantôt l'anémie résulte de l'arrêt de développement de l'aire vasculaire et de l'impossibilité pour les globules de quitter les îles de Wolf pour pénétrer dans le sang. Le sang, souvent incolore, détermine alors des hydropisies presque toujours mortelles. Nous avons vu que c'est là la cause de la formation de l'anencéphalie.

Je n'ai jamais vu des anencéphales vivre longtemps dans l'œuf; toutefois on m'a remis plusieurs poulets arrivés au terme de l'éclosion, et présentant des anencéphalies bien évidentes. Je suppose que cela résulte de l'arrivée dans le sang des globules de la seconde génération, les globules elliptiques, dont l'origine est encore inconnue, mais qui ne proviennent pas des îles de Wolf, comme les globules circulaires.

41. L'asphyxie de l'embryon se produit d'une manière mécanique, toutes les fois que l'amnios est frappé d'arrêt de développement.

En effet, la permanence de l'ombilic amniotique, et celle du pédicule amniotique, forment une barrière complètement infranchissable pour l'allantoïde. Elle ne peut alors s'étendre que sur une partie de la surface interne de l'œuf; et par conséquent, elle devient insuffisante pour alimenter la respiration de l'embryon, lorsqu'il arrive à un certain degré d'accroissement.

## CHAPITRE VI.

### DES QUELQUES AUTRES ANOMALIES DE L'ORGANISATION.

42. L'inversion des viscères, ou l'hétérotaxie, était entièrement inexplicable avant mes recherches.

On sait que, dans l'état normal, certains organes échappent à la loi de symétrie, et que, dans l'inversion, cette dérogation à la loi de symétrie se produit en sens inverse de la manière dont elle se produit dans l'état normal.

Cette dérogation à la loi de symétrie n'est point primitive et ne commence à se manifester qu'à une certaine époque de la vie embryonnaire. Tous les organes qui se présentent dans leur état définitif ont commencé par une disposition parfaitement symétrique.

Le cœur est le premier organe dans lequel se manifeste cette disparition de la symétrie primitive. Elle y apparaît à ce moment de la vie embryonnaire où cet organe, placé d'abord sur la ligne médiane, vient faire saillie, sous la forme d'une anse contractile, au côté droit de l'embryon, encore couché à plat sur le vitellus. Dans l'inversion, la formation de l'anse cardiaque se produit au contraire à la gauche de l'embryon.

Or cette formation de l'anse cardiaque, tantôt à la droite et tantôt à la gauche de l'embryon, entraîne après elle toutes les modifications de la symétrie primitive qui caractérisent, dans le premier cas, l'état normal, et dans le second, l'état inverse. Ces modifications de la symétrie primitive s'expliquent par la disparition d'organes préexistants, comme dans le système vasculaire, et par le développement inégal des différentes parties de l'organe, comme dans l'allantoïde et l'appareil digestif.

La position de l'anse cardiaque à la droite ou à la gauche de l'embryon est une conséquence de la formation du cœur par la fusion de deux blastèmes primitivement séparés. Celui de ces blastèmes qui acquiert le plus grand développement détermine la formation d'une anse cardiaque unique qui occupe le côté de la ligne médiane primitivement occupé par le blastème le plus développé. Si le blastème droit se développe plus que le gauche, on a l'état normal; si le blastème gauche se développe plus que le droit, on a l'état inverse.

Quant au blastème dont le développement est le moindre, disparaît-il peu à peu en s'atrophiant; ou bien doit-il se souder avec l'autre blastème, pour former les cavités du cœur pulmonaire? Dans le premier cas, on aurait primitivement deux cœurs qui, développés isolément, donneraient le cœur de l'état normal et le cœur de l'état inverse. Dans le second blastème, le plus développé donnerait le cœur aortique, et le moins développé donnerait le cœur pulmonaire. C'est, je le pense, le dernier cas qui a lieu.

43. Le nanisme est caractérisé par la prédominance des phénomènes de développement c'est-à-dire de formation des organes, sur les phénomènes d'accroissement, c'est-à-dire d'augmentation de volume de ces mêmes organes. De plus, le développement est beaucoup plus rapide que dans l'état normal.

## CHAPITRE VII.

## DES MONSTRES DOUBLES.

44. Je n'ai jamais, dans mes expériences, provoqué la formation des monstres doubles : ce qui prouve que la cause qui les produit agit sur le germe antérieurement à l'incubation. Mais j'ai pu observer plusieurs monstres doubles en voie de formation. Les faits qu'ils m'ont présentés m'ont donné la clef de presque tous les autres.

45. Les monstres doubles chez les oiseaux ne résultent jamais de la soudure de deux vitellus primitivement séparés, comme on l'a cru pendant longtemps.

46. Un vitellus peut présenter deux cicatricules, et sur chacune de ces cicatricules peut naître un embryon. Mais ces embryons, possédant chacun leur amnios, ne peuvent se souder à aucune période de la vie embryonnaire. La pénétration du vitellus, dans la cavité abdominale, un peu avant l'éclosion, pourra peut-être établir une union superficielle par les ombilics ; c'est le cas, très-rare d'ailleurs, des monstres *omphalopages*, et aussi d'un certain nombre de *pygomèles*, ainsi que je l'ai indiqué plus haut.

47. Le plus ordinairement, la cicatricule est simple. Or une cicatricule simple peut présenter deux embryons enveloppés dans le même amnios.

Ces deux embryons peuvent se développer également ou inégalement ; rester isolés jusqu'au moment de l'éclosion, ou se souder l'un à l'autre.

Deux embryons également développés, et isolés l'un de l'autre, peuvent rester isolés jusqu'à l'éclosion ; mais à ce moment ils ne peuvent se séparer, et formeront un monstre *omphalopage*.

Deux embryons inégalement développés et isolés jusqu'à l'éclosion donneront naissance à un *pygomèle* : l'embryon le moins développé étant attiré dans l'abdomen de son frère jumeau, comme je l'ai dit plus haut, à propos des *omphalosites*. Ces faits se produisent de la même façon que lorsque les deux embryons se développent sur deux cicatricules distinctes.

Deux embryons également développés et deux embryons inégalement développés peuvent se souder entre eux d'après la loi de l'union

des parties similaires. On a dans le premier cas un monstre double autositaire, dans le second cas un monstre double parasitaire.

48. La soudure des deux sujets composants est presque toujours très-précoce, et date des premiers moments de l'incubation. Dans certains cas, elle est plus tardive, comme dans les monstres à double poitrine, dont la soudure commence par les têtes ou par les lames ventrales, et est par conséquent postérieure à leur formation. Enfin il y a des types où elle est beaucoup plus tardive encore ; c'est le cas des *métopages* et des *céphalopages*.

49. La loi de l'union des parties similaires régit dans tous les cas la formation des monstres doubles. Les organes apparaissent tout formés dans des blastèmes préparés à l'avance.

50. La formation des différents types de la monstruosité double ne présente, dans le plus grand nombre des cas, aucune difficulté théorique : sauf pour les monstres à double poitrine ; et aussi pour les monstres à double bassin (*ischiopages*), au sujet desquels je ne possède encore que des renseignements insuffisants.

51. L'union des deux sujets composants, dans les monstres doubles à union antérieure et à double poitrine, résulte de l'union des lames ventrales des deux embryons, lames qui sont primitivement couchées à plat sur le vitellus et qui dans l'état normal se reploient à un certain moment, pour clore en avant la cavité abdominale.

52. L'existence de deux cœurs dans les monstres à double poitrine tient à deux causes différentes.

Lorsque les têtes sont distinctes, comme dans les *sternopages*, chacun des cœurs appartient à chacun des sujets composants. C'est dans ce cas, ainsi que Serres l'a fait remarquer, mais dans ce cas seulement, que la loi d'union des parties similaires entraîne nécessairement l'inversion d'un des sujets composants et son retournement sur le vitellus en sens contraire du retournement normal. Les faits de l'inversion s'expliquent ici comme dans les monstres simples.

Lorsqu'il existe une fusion des têtes, la formation des cœurs est beaucoup plus complexe, et était entièrement inexplicable avant mes études. J'ai vu en effet que chacun de ces deux cœurs appartient par moitié à chacun des sujets composants. C'est une conséquence de la séparation primitive des blastèmes cardiaques dans l'embryon. En effet, chaque blastème cardiaque de l'un des sujets va s'unir avec le blastème correspondant de l'autre sujet. C'est ce que l'on observe chez les *janiceps*, *iniopes*, *synotes* et *déradelphes*.

53. La formation de la plupart des types de la monstruosité double s'explique très-facilement à l'aide des notions précédentes. L'histoire de la monstruosité double, comme Is. Geoffroy Saint-Hilaire l'a indiqué, n'est qu'un corollaire de l'histoire de la monstruosité simple.

#### CONCLUSION GÉNÉRALE.

54. Mes recherches ont été bornées à la tératogénie des oiseaux.

Elles ont cependant une portée plus grande. Par suite de l'identité des types tératologiques chez tous les vertébrés, elles donnent en réalité la tératogénie à peu près complète de tous les animaux de cet embranchement.

55. Il est possible de modifier le développement d'un animal en modifiant les conditions physiques qui concourent à son développement.

---