

REVUE SCIENTIFIQUE

(REVUE ROSE)

DIRECTEUR : M. CHARLES RICHET

NUMÉRO 23

TOME XLVI

6 DÉCEMBRE 1890

BIOLOGIE

Le principe de Lamarck
et l'hérédité des modifications somatiques (1).

« Rejetter l'influence que l'usage ou l'inutilité d'une partie peut avoir sur l'individu ou sur sa descendance, c'est regarder un objet avec un seul œil. »

WILLIAM TURNER.

Nous avons, dans nos leçons de l'an dernier, divisé les facteurs de l'évolution des êtres organisés en deux grandes catégories : 1^e les facteurs primaires ; 2^e les facteurs secondaires.

Les facteurs primaires sont ceux qui agissent directement sur les individus d'une génération déterminée ou indirectement sur les individus de la génération suivante par suite d'une modification des éléments reproducteurs. Tels sont la lumière, la température, le climat d'une façon générale, la nourriture, la nature des eaux pour les êtres aquatiques, etc. Telles encore les réactions éthologiques des animaux ou des végétaux contre le milieu inorganique et contre le milieu vivant, ce que Lamarck appelait les besoins et les habitudes, ce que Darwin a nommé la lutte pour la vie et la concurrence sexuelle, les migrations, etc.

Nous avons vu que l'action des seuls facteurs primaires et de l'hérédité pouvait donner naissance à de

nouvelles races et par suite à de nouvelles espèces en vertu de la loi de Delbœuf. Il suffit pour cela que ces facteurs agissent d'une façon constante ou simplement périodique et que les modifications produites ne soient pas désavantageuses aux êtres modifiés, car, dans ce dernier cas, la sélection naturelle interviendrait et produirait une élimination rapide des moins favorisés. Mais le plus souvent les facteurs primaires sont puissamment secondés par les facteurs secondaires du transformisme. Ceux-ci ont pour rôle de conserver et d'augmenter rapidement les résultats produits par les facteurs primaires et de déterminer l'accommodation à un milieu déterminé des formes dont la variabilité a été mise en jeu. Quand, chez des êtres absolument différenciés, c'est-à-dire dont toutes les parties sont spécialement adaptées par un déterminisme rigoureux à des conditions définies d'existence, un facteur primaire vient à modifier l'une de ces conditions, l'être disparaît fatallement, toute restauration de l'équilibre biologique étant désormais impossible. Ainsi s'explique la disparition dans les temps anciens des formes hautement différencierées (trilobites, ammonites, etc.), par suite de changements en apparence peu importants dans l'état des milieux. Ainsi, comprenons-nous également que des modifications éthologiques bien minimales amèneraient promptement l'anéantissement de types aussi spécialisés que les péripates, l'ornithorynque, etc.

Mais chez les êtres qui jouissent encore d'une certaine plasticité, chez les organismes qui disposent encore d'un certain nombre d'éléments dont la valeur n'est pas fixée d'une façon définitive, l'action des facteurs primaires amène seulement une rupture momentanée de l'équilibre éthologique et comme consé-

(1) Leçon d'ouverture du cours d'évolution des êtres organisés (fondation de la ville de Paris), par M. Alfred Giard.

quence des variations plus ou moins étendues. Alors interviennent les facteurs secondaires pour éliminer certaines de ces variations, pour fixer les autres et réaliser ainsi au point de vue dynamique de nouveaux états d'équilibre, au point de vue morphologique de nouvelles espèces.

C'est de cette façon qu'agissent la sélection naturelle, la sélection sexuelle, la ségrégation et les autres facteurs secondaires dont nous aurons à nous occuper dans le cours de cette année.

L'étude des facteurs primaires de l'évolution constitue ce que l'on appelle parfois le *lamarckisme*. Lamarck, en effet, croyait pouvoir expliquer la production de toutes les formes des êtres organisés par le jeu des facteurs primaires auxquels il adjoignait seulement l'hérédité.

Darwin, au contraire, tout en ne niant pas le rôle joué par les facteurs primaires dans la production des espèces organiques, s'efforça de montrer que la part la plus importante devait être attribuée à la sélection naturelle et à un petit nombre d'autres facteurs secondaires. De là le nom de *darwinisme* donné à l'étude de ces facteurs par beaucoup de biologistes.

On a voulu, dans ces dernières années, opposer le darwinisme au lamarckisme, ou, tout au moins, on a attribué tantôt à l'une, tantôt à l'autre de ces doctrines une valeur presque exclusive. Bien que nous nous soyons élevé plusieurs fois déjà contre ces exagérations trop souvent inspirées par un déplorable chauvinisme, le débat a pris dans ces derniers temps une telle importance qu'il n'est pas inutile d'en dire quelques mots en passant.

Parmi les disciples de Darwin, les uns, tels que Romanes, ont essayé de montrer que la sélection naturelle ne pouvait à elle seule expliquer toutes les particularités de l'évolution des êtres organisés, qu'à côté d'elle il y avait place pour d'autres agents de transformation. Sous le nom de *sélection physiologique*, Romanes a étudié en particulier un nouveau facteur secondaire dont nous aurons à discuter la valeur dans la suite de ces leçons; pas plus que Darwin, Romanes ne rejette d'ailleurs l'influence des facteurs primaires.

D'autres naturalistes, au contraire, plus darwinistes que Darwin, refusent d'admettre toute autre cause d'évolution que la sélection naturelle. Ils excommunient à la fois et Romanes et Delbœuf, et les partisans nouveaux des vues de Lamarck rajeunies et mises au courant de la science moderne. En tête de ces ultra-darwinistes, il faut citer Weismann qui, dans de nombreux mémoires, s'est efforcé de montrer que les explications de Lamarck pouvaient être remplacées par d'autres, tirées uniquement du mécanisme de la sélection. Les essais de Weismann, en partie traduits en anglais, ont été accueillis avec une vive faveur par la plupart des biologistes de la Grande-Bretagne et ont apporté une aide puissante à l'éminent Alfred Russel Wallace.

Celui-ci, en effet, après avoir partagé avec Darwin l'honneur de la découverte de la sélection naturelle, n'a jamais cessé d'attribuer à ce facteur un rôle tout à fait prépondérant dans la formation des espèces.

Le 20 septembre 1888, dans un discours prononcé devant l'Association des naturalistes allemands à Cologne, Weismann est allé jusqu'à dire : « Je crois pouvoir affirmer aujourd'hui que l'existence matérielle d'une transmission des caractères acquis ne peut être démontrée et qu'il n'existe pas de preuves directes de l'existence du principe de Lamarck. »

Or en quoi consiste ce principe de Lamarck ? L'illustre biologiste a formulé deux lois fondamentales. Les voici sous la forme même qu'il leur a donnée :

1^o Dans tout animal qui n'a point dépassé le terme de ses développements, l'emploi plus fréquent et soutenu d'un organe quelconque fortifie peu à peu cet organe, le développe, l'agrandit et lui donne une puissance proportionnée à la durée de cet emploi; tandis que le défaut constant d'usage de tel ou tel organe l'affaiblit insensiblement, le détériore, diminue progressivement ses facultés et finit par le faire disparaître.

C'est la loi de *réaction éthologique* ou *loi d'adaptation*.

2^o Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où leur race se trouve depuis longtemps exposée, et, par conséquent, par l'influence de l'emploi prédominant de tel organe ou par celle d'un défaut constant d'usage de telle partie, elle le conserve par la génération aux nouveaux individus qui en proviennent, et qui, par suite, se trouvent immédiatement mieux adaptés que leurs ancêtres, si les conditions d'existence n'ont pas changé.

C'est le *principe d'hérédité*, et c'est à cette loi que Weismann fait allusion lorsqu'il parle du principe de Lamarck.

Si ce principe de Lamarck est inexact et ne peut être démontré, on conçoit que le rôle des facteurs primaires est singulièrement amoindri. La transmission des caractères nettement déterminés par ces facteurs n'étant plus un fait scientifique, leur action se borne à mettre en branle d'une façon vague la variabilité des germes sans qu'il soit possible de montrer un nexus causal précis, un déterminisme rigoureux entre le facteur primaire agissant et la variation produite; la formation des espèces nouvelles devient quelque chose d'aussi mal défini au point de vue scientifique que l'hypothèse émise par certains naturalistes (H. Milne-Edwards, par exemple), de la filiation des espèces par transformation d'un germe dans l'organisme maternel sous l'influence d'une puissance extérieure, avec cette différence toutefois que les anti-lamarckiens admettent, au lieu d'une intelligence créatrice agissant d'après un plan préétabli, l'action régulatrice de la sélection naturelle qui, au milieu de

variations innombrables, maintient seulement les mieux adaptées aux milieux ambients.

Une première question s'impose donc à notre examen avant toute étude des facteurs secondaires : jusqu'à quel point devons-nous admettre les restrictions apportées par Weismann à l'importance des facteurs primaires, et avant tout que devons-nous penser de la négation absolue du principe de Lamarck ?

Si nous suivons Weismann dans la critique très spécieuse qu'il a faite de ce principe, nous constatons d'abord qu'il restreint considérablement les limites dans lesquelles Lamarck appliquait la loi d'hérédité des modifications acquises :

« Nous n'avons à invoquer, dit Weismann, comme faits pouvant prouver directement l'existence d'une transmission de caractères acquis que les cas de lésion ou de mutilation : d'observation sur la transmission d'hypertrophie fonctionnelle ou d'atrophie, il n'y en a pas, et l'on ne peut guère espérer qu'on en trouve dans l'avenir ; car c'est là un territoire à peine accessible à l'observation. »

Weismann affirme d'ailleurs que les organes rudimentaires par manque d'usage peuvent s'expliquer parfaitement sans l'intervention du principe de Lamarck (1).

Enfin il réduit ce qu'on appelle communément les caractères acquis à une catégorie très étroite de modifications, qui ne répondent nullement à ce que Lamarck entendait par la même expression.

En effet, parmi les modifications qui se produisent chez les êtres vivants, modifications souvent désignées d'une façon vague sous le nom de modifications acquises, Weismann distingue les modifications *somatogènes*, c'est-à-dire celles qui n'affectent que les éléments du corps (éléments somatiques), et les modifications *blastogènes*, c'est-à-dire celles qui atteignent les éléments reproducteurs.

Si, par exemple, un homme est amputé d'un doigt, sa tétradactylie sera une propriété *somatogène* (2) ; si, au contraire, un enfant naît avec six doigts, son *hexadactylie* proviendra d'un état spécial du germe, ce sera une particularité *blastogène*. Les choses étant ainsi définies, et en limitant les modifications somatogènes aux mutilations et aux traumatismes comme paraît le faire Weismann, il est certain que la *plupart* des modifications somatogènes ne seront pas transmises par l'hérédité.

Il est évident, *a priori*, comme le fait justement re-

marquer Duval (1), qu'une variation ne peut être transmise par hérédité que si elle a pour source une influence qui a agi sur l'organisme entier, de façon à y amener des transformations profondes, dont la variation en question est une manifestation locale. Et, en effet, que cette modification soit seulement la manifestation locale d'une tendance générale de l'organisme, cela est si vrai que la génération peut transmettre seulement cette tendance, laquelle se manifeste seulement plus tard dans des produits ultérieurs par la variation en question. C'est ce qui nous est présenté par les cas d'atavisme dans lesquels la variation saute par-dessus une génération.

« Mais un accident brusque, qui d'un coup enlève une partie de l'organisme, ne résulte pas d'une modification de l'organisme entier, et par suite, ne représentant aucune tendance générale, n'a aucune chance de constituer une mutilation héréditaire. Le jardinier, en modifiant lentement la plante ou l'arbuste par des conditions particulières de culture, fait naître des variations qu'il peut espérer de voir reproduites par générations ; mais quand il a taillé capricieusement les branches d'un arbuste, il sait bien que ni par boutures, ni par semis, il ne fera de cet arbuste déformé par l'instrument tranchant provenir de nouveaux sujets qui pousseraient avec ces mêmes déformations. »

Aussi Weismann nous semble-t-il s'être donné beaucoup de peine pour un maigre résultat dans son discours *Sur l'hypothèse d'une transmission héréditaire des mutilations*. Dans un pareil sujet, chaque cas doit être étudié séparément, et si en coupant l'appendice caudal à cinq générations successives de souris blanches, Weismann n'a observé aucune modification chez les descendants de ces animaux, cela prouve uniquement que la section de la queue d'une souris n'entraîne aucune modification profonde de l'organisme de ces animaux.

De même, toute la discussion relative aux chats à queue courte de l'île de Man et du Japon nous paraît très habilement et très logiquement conduite, mais les conclusions qu'on en peut tirer ne dépassent pas en portée ce cas particulier : dans l'espèce féline, à l'état de domesticité tout au moins, l'existence d'un appendice caudal plus ou moins développé est d'une importance très secondaire, et la sélection artificielle de l'homme, guidée par le caprice ou le préjugé, peut avoir pour résultat de faire disparaître cet appendice dans des localités déterminées, notamment sur des îles.

Il est tout un ordre de faits que Weismann aurait pu invoquer à l'appui de sa manière de voir, mais qui ne fournissent pas un argument plus démonstratif contre l'hérédité des modifications somatogènes, si on donne à ce mot une signification plus large que celle de simples mutilations. Je veux parler des phénomènes

(1) La démonstration que Weismann a voulu donner de cette assertion ne me paraît pas satisfaisante. Je ne crois pas non plus justifiée l'assertion que le principe de Lamarck serait inapplicable à beaucoup d'instincts, et en particulier aux instincts qui n'apparaissent qu'une fois dans la vie de l'animal : mais c'est là une discussion qui viendra plus à propos quand nous étudierons les lois de l'hérédité.

(2) Nous respectons la terminologie de Weismann, mais le mot *somatique* nous semblerait préférable.

(1) M. Duval, *le Darwinisme*, p. 309.

si curieux de mutilation volontaire ou autotomie, dont j'ai signalé naguère la fréquence et la variété (1). D'innombrables générations de lézards ont volontairement brisé leur queue pour échapper à des ennemis divers, sans que jamais cet appendice ait cessé de réapparaître dans la descendance de ces animaux. Tout au plus peut-on dire que la sélection a rendu plus facile et plus fréquente cette mutilation chez certaines espèces de sauriens, comme chez certains échinodermes, certains mollusques, etc. L'organisme a acquis la propriété de perdre facilement telle ou telle de ses parties, et cependant cette partie, parfois inutile en apparence, ne manque pas de réapparaître à chaque génération nouvelle, parce que sa suppression ne produit aucun retentissement sur les autres organes.

Mais il n'en est pas toujours ainsi. Des mutilations, des traumatismes dont l'importance paraît insignifiante au premier abord, entraînent cependant des modifications somatogènes assez fréquemment héréditaires, parce qu'ils déterminent dans l'organisme affecté une action perturbatrice qui s'étend vraisemblablement jusqu'aux éléments reproducteurs.

Weismann ne fait même pas allusion aux cas de ce genre, dont un certain nombre ont été signalés il y a longtemps déjà par le professeur Brown-Séquard (2).

Voici les variétés principales d'hérédité d'effets de lésions accidentelles signalées par ce savant :

1^o Épilepsie chez des descendants de cobayes, mâles ou femelles, chez lesquels on avait produit la même affection par une section du nerf sciatique ou de la moelle épinière;

2^o Un changement particulier de la forme de l'oreille et une occlusion partielle des paupières chez des descendants d'individus (cobayes) ayant eu les mêmes effets après la section du nerf grand sympathique cervical;

3^o De l'exophthalmie chez des descendants de cobayes ayant eu cette protrusion de l'œil après une lésion du bulbe rachidien;

4^o Des ecchymoses suivies de gangrène sèche avec d'autres altérations de nutrition de l'oreille sur des descendants d'individus chez lesquels on avait produit cette série d'effets par une lésion du corps restiforme;

5^o Absence de phalanges ou d'orteils entiers à l'une des pattes postérieures chez des descendants de cobayes ayant perdu ces orteils accidentellement à la suite de la section du nerf sciatique;

6^o État morbide du nerf sciatique chez des descendants d'individus chez lesquels ce nerf avait été coupé, et apparition successive des phénomènes décrits par

Brown-Séquard, comme caractérisant les périodes de développement et de décroissance de l'épilepsie, et en particulier l'apparition de la puissance épileptogène dans une partie de la peau de la tête et du cou, et de la chute des poils dans cette zone au moment où cette affection va s'annoncer;

7^o Atrophie musculaire de la cuisse et de la jambe chez des cobayes nés d'individus ayant eu de l'atrophie musculaire à la suite de la résection du nerf sciatique;

8^o Lésion d'un œil ou même des deux yeux chez des cobayes provenant de parents ayant eu un œil altéré à la suite d'une section transverse du corps restiforme.

M. Brown-Séquard a constaté que l'hérédité des états morbides énumérés ci-dessus peut se montrer d'un seul côté, alors que chez le parent les deux côtés étaient atteints. L'inverse aussi peut exister. Il y a plus : si chez le parent et chez le descendant aussi, l'état morbide n'existe que d'un côté, il arrive quelquefois que ce côté ne soit pas le même chez tous les deux. L'hérédité de ces états peut manquer dans une génération et apparaître à la suivante. La femelle est plus capable que le mâle de transmettre ces états morbides. Quant à la fréquence de ces transmissions, M. Brown-Séquard affirme que chez plus des deux tiers des animaux nés de parents chez lesquels une lésion accidentelle a fait apparaître plusieurs de ces états morbides, ces altérations se sont montrées. La transmission par hérédité de plusieurs de ces états pathologiques peut se faire de génération en génération. L'existence de certaines de ces altérations a été constatée jusqu'à la cinquième et même la sixième génération.

Ces faits si intéressants ont été confirmés depuis par M. E. Dupuy, qui a cherché de plus à les expliquer par une altération de nutrition (1). On peut s'étonner que personne n'ait songé à les vérifier ou même à les discuter parmi les naturalistes qui ont pris part à la discussion sur la transmission des lésions acquises, discussion si longuement poursuivie dans le journal anglais *Nature*.

Il me semble, d'après ce qui précède, que les partisans des idées de Weismann n'ont pas assez porté leur attention sur le retentissement que certaines lésions somatogènes peuvent avoir sur l'organisme modifié, et par suite sur sa descendance.

Les botanistes ont signalé récemment d'autres exemples plus curieux encore de transmission de caractère acquis. Certaines modifications somatogènes produites par l'action lente d'organismes parasites ou symbiotes sur divers végétaux sont susceptibles d'être transmises par hérédité. Il y a quatre ans à peine, Duval pouvait écrire : « Le chêne et d'autres arbres ont dû

(1) Giard, *l'Autotomie dans la série animale*. (*Revue scientifique*, t. XXXIX, p. 629, 1887.)

(2) Voir notamment Brown-Séquard, *Faits nouveaux établissant l'extrême fréquence de la transmission par hérédité d'états organiques morbides, produits accidentellement chez des descendants*. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 13 mars 1882.)

(1) E. Dupuy, *de la Transmission héréditaire des lésions acquises*, (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, t. XXII, p. 445, 1890.)

certainement porter des galles dès les temps les plus primitifs, et cependant personne ne s'attend à les voir produire des excroissances héréditaires sans l'intervention des insectes dont la piqûre est l'origine des galles. » Cela ne doit plus être appliqué aujourd'hui à toutes les galles et à toutes les productions galloïdes. Il est vrai que, depuis, j'ai fait voir que, dans un grand nombre de cas, ces productions modifiaient profondément l'organisme affecté en déterminant les phénomènes si singuliers que j'ai désignés sous le nom de *castration parasitaire*.

D'après les belles recherches de A.-N. Lundstroem, les déformations nommées *trichomes* ou *acarodomaties* produites sur les feuilles du tilleul et de plusieurs autres arbres ou arbustes par la piqûre des acariens sont parfaitement héréditaires, alors même que l'on élève ces végétaux à l'abri des parasites qui ont causé ces déformations chez l'ancêtre.

Il en est de même, d'après les recherches de Treub et d'autres botanistes, pour les singulières transformations (myrmécocécidies) déterminées par les fourmis sur quelques plantes tropicales.

Même en nous tenant à l'action des facteurs primaires les plus ordinaires, nous pouvons, croyons-nous, établir d'une façon solide la transmission héréditaire des modifications somatiques. Un certain nombre de caractères acquis, qui se manifestent surtout par des particularités somatogènes, sont accompagnés cependant de modifications blastogènes corrélatives (et non plus seulement consécutives comme dans les cas précédents), de telle sorte qu'il devient impossible de faire la distinction proposée par Weismann et que ces caractères sont considérés, à juste titre, comme héréditaires par la plupart des naturalistes.

Comme dans ces exemples les facteurs primaires ont modifié à la fois l'individu et le produit futur, l'application du principe de Lamarck ne peut être le moins du monde discutable. Nous invoquerons ici le témoignage d'un naturaliste peu suspect de partialité pour les idées transformistes en général, et pour Lamarck en particulier. Dans son livre consciencieux *Sur l'Espèce et les Races chez les êtres organisés*, Godron s'exprime ainsi :

« D'après l'évêque anglican Heber, les chiens et les chevaux conduits de l'Inde dans les montagnes de Cashemire sont bientôt couverts de laine. Dans les pays intertropicaux, au contraire, le poil des mammifères domestiques devient plus rare et plus court. Nos moutons européens, transportés en Guinée, au Pérou et au Chili, dans la vallée de la Magdeleine, en Amérique, ont perdu leur laine et sont aujourd'hui couverts d'un poil peu abondant. Il en a été ainsi également des mérinos que les Anglais ont transportés dans quelques îles de la mer du Sud. On a même observé dans les pays très chauds la perte complète des poils, et nous en trouvons des exemples dans le chien de Guinée, dans cer-

tains bœufs de l'Amérique méridionale, etc. Cependant tous nos animaux domestiques importés sous des latitudes équatoriales n'éprouvent pas un effet aussi complet de l'action du climat, et, d'une autre part, ces races à peau nue, transportées dans des pays tempérés ou froids, ne retrouvent pas par l'effet des causes inverses, même après plusieurs générations, le vêtement dont la nature les avait primitivement pourvus, ce qui prouve que dans certains cas l'influence du climat n'est pas toujours immédiate et absolue (t. II, p. 7 et 8). »

Ces derniers cas ne prouvent-ils pas que la modification produite n'est pas due uniquement à l'action des facteurs primaires sur les individus, mais que les propriétés blastogènes ont également été influencées et que, par suite, le principe de Lamarck trouve son application.

Au reste, qui ne sait que si, pour certaines plantes modifiées, soit par l'habitat sur les montagnes, soit par le séjour au bord de la mer, le retour au type normal peut s'effectuer dès la première génération, il en est d'autres chez lesquelles ce retour ne peut être obtenu qu'après de longues séries de cultures. Quel éleveur ne sait qu'il a plus de chance de maintenir telle ou telle race en prenant pour progéniteurs des individus offrant de la façon la plus accentuée les caractères de cette race? Et cependant le plus souvent les races domestiques ont été produites uniquement en vue de modifier certains caractères somatogènes, et c'est inconsciemment que l'éleveur a produit du même coup les modifications blastogènes corrélatives qui assurent la transmission de ces particularités somatogènes.

Même lorsqu'il s'agit du facteur primaire de la réaction éthologique, celui que Lamarck a eu particulièrement en vue, nous pouvons constater également la transmission des modifications acquises, ou, si l'on préfère employer la terminologie de Weismann, la concomitance, chez le parent, de modifications somatogènes et de modifications blastogènes destinées à faire réapparaître chez le produit des modifications somatogènes de même nature, alors même que le facteur causal a cessé d'agir sur ce produit.

« C'est un fait physiologique bien connu, dit encore Godron (*loc. cit.*, t. II, p. 24), que les organes le plus fréquemment exercés sont ceux qui se développent le plus et acquièrent la plus grande énergie. Or, dans les différents exercices auxquels l'homme condamne les animaux domestiques, le cheval, par exemple, pour en obtenir des services variés, ce ne sont pas les mêmes muscles qui sont principalement en action : de là une différence en excès qui, en raison des rapports étroits qui unissent les muscles et le squelette, entraîne des modifications qui se manifestent dans les formes extérieures de l'animal. Les muscles, au contraire, qui, pendant un grand nombre de générations, ont cessé d'être exercés, se rapprochent, et un effet analogue se produit sur la partie du squelette que ces muscles

mettent en mouvement. C'est ainsi que les poules cochinchinoises et bramapoutras, ayant été mises pendant une longue suite d'années dans l'impossibilité d'exercer le système musculaire qui meut les ailes, les muscles pectoraux sont devenus moins gros et moins actifs, les ailes se sont raccourcies, et ces oiseaux ont définitivement perdu la faculté de voler, et d'autant plus que, conformément à la loi du balancement des organes, les membres inférieurs ont acquis un développement exagéré.

« Dans le cheval de selle, l'habitude de porter un cavalier allonge le corps et rend la croupe horizontale, mais si le fardeau est trop lourd, il rend les animaux ensellés. Dans le cheval de trait, au contraire, le tirage raccourcit le tronc, rend les lombes larges et droits, la croupe courte et oblique.

« L'action de traire un animal, même au delà du terme fixé pour la lactation, excite les organes mammaires; ceux-ci s'accroissent quelquefois d'une manière prodigieuse, leur action physiologique s'exagère, la sécrétion du lait devient une fonction presque continue. Si, au contraire, on néglige, pendant plusieurs générations, de traire les animaux chez lesquels la propriété lactifère est la plus développée, leur pis perd son ampeur, la sécrétion est diminuée et cesse complètement dès que le veau peut brouter l'herbe. C'est ce qu'on a observé dans certaines fermes de l'Amérique, et également chez les vaches et les chèvres redevenues sauvages. »

Parmi les physiologistes contemporains, M. Marey a maintes fois insisté, avec une grande sagacité et une grande originalité de vues, sur le lien causal qui unit la mécanique animale à la morphologie comparée. Tout en reconnaissant l'importance des faits déjà connus, il n'a cessé, avec l'autorité qui s'attache à son nom, de réclamer de nouvelles expériences dans le but de savoir si les modifications que l'on peut produire chez un animal par le travail exagéré de certains muscles se transmettent à sa descendance: « On ne pourrait, dit-il, l'affirmer encore, mais il est bien probable que la théorie transformiste recevra cette confirmation dernière. »

En ce point, comme en beaucoup d'autres, si les transformistes doivent se contenter le plus souvent d'expériences réalisées inconsciemment par la nature ou par les éleveurs au lieu de s'appuyer sur des vérifications faites avec toute la rigueur du déterminisme scientifique moderne, n'est-ce pas à cause de l'insuffisance déplorable de nos laboratoires, et ne peut-on s'étonner que chez aucune nation, même chez celles où la science est le plus en honneur, il n'existe pas encore un *institut transformiste* consacré aux longues et coûteuses expériences indispensables désormais aux progrès de la biologie évolutionniste?

Il m'est, pour ma part, tout à fait impossible de comprendre comment Weismann peut s'être laissé entraî-

ner à dire que la transmission des hypertrophies ou des atrophies fonctionnelles constitue un territoire presque inabordable pour l'expérimentateur. Sans doute, bien des expériences relatives à cette question exigeront plus que la durée d'une vie humaine et devront être entreprises par des sociétés ou des corps savants; mais, à part les difficultés pratiques qu'il serait puéril de dissimuler, je ne vois aucune impossibilité théorique à ce que l'on aborde expérimentalement les recherches de ce genre, et il est à souhaiter que ces recherches commencent le plus tôt possible.

Les partisans des idées de Weismann ne manquent pas d'objecter que, dans tous les cas énumérés ci-dessus, ce qui est transmis, ce n'est pas le caractère somatogène, mais une propriété blastogène en vertu de laquelle le descendant est susceptible d'être impressionné au même degré que ses parents, et même à un degré supérieur, par les facteurs primaires qui déterminent ce caractère somatogène.

Cette similitude, ou plutôt cette harmonie entre la modification blastogène et la modification somatogène corrélative, est déjà bien inexplicable si l'on veut n'y voir qu'une simple coïncidence accidentelle à l'origine et fixée seulement plus tard par la sélection. En réalité, tout se passe comme si le caractère somatogène était lui-même hérité, et, en laissant de côté toute préoccupation théorique, il paraît bien plus simple et plus exact d'exprimer la chose de cette façon. Qu'est-ce, en effet, que l'hérédité, sinon la réapparition à un moment donné chez le produit de conditions physico-chimiques ou mécaniques identiques à celles qui ont déterminé chez le parent un état morphologique et physiologique semblable à celui qui se manifeste à ce même moment dans la progéniture? A moins d'attribuer au mot *modification blastogène* un sens mystérieux et extra-scientifique, parler de propriétés blastogènes héréditaires, c'est dire tout simplement que la suite des états mécaniques qui seront réalisés plus tard dans le développement d'un être vivant est déjà contenue à l'état potentiel dans le germe. Par conséquent, dire qu'un animal hérite de la possibilité de perdre à un moment donné son poil sous l'influence de la chaleur, cela équivaut à dire qu'il hérite de la perte de poil manifestée dans les mêmes conditions chez ses progéniteurs. La discussion devient ainsi une simple querelle de mots lorsque l'on veut aller au fond des choses.

D'ailleurs, comme le fait remarquer William Turner dans une remarquable conférence sur l'hérédité (1), il y a d'autres faits qui montrent que la séparation des cellules reproductrices et des cellules somatiques n'est pas aussi absolue que semblent l'admettre Weismann et ses partisans. Si chez quelques animaux, chez *Moina*, par exemple, la séparation des cellules génitales se fait d'une façon si précoce qu'on peut déjà les dis-

(1) Voir *Revue scientifique*, t. XLV, p. 137, 1^{er} février 1890.

tinguer sur l'œuf aux premiers stades de la segmentation, on peut affirmer que, dans la plupart des cas, ces cellules dérivent de certaines cellules somatiques et leur plasma a passé à travers d'innombrables générations cellulaires jusqu'à ces individus spéciaux de la colonie dans lesquels se forment les éléments sexuels.

Chez certains êtres vivants et, en particulier, chez certains végétaux, il semble même qu'une cellule somatique quelconque est capable, dans certains cas déterminés, de se comporter comme une cellule génitale parthénogénétique et de reproduire l'être tout entier. C'est ce que Sachs a démontré pour certaines cellules des racines, des feuilles et des bourgeons de plusieurs muscines.

L'on sait aussi qu'en hachant des feuilles de *Begonia* et en semant ces hachures, on peut obtenir des pieds nouveaux qui porteront des fleurs et des fruits.

Il en serait sans doute de même pour certains animaux dont la puissance régénératrice est très développée (les turbellariés et certains oligochètes, par exemple), si l'on pouvait arriver à nourrir suffisamment les morceaux artificiellement séparés. Théoriquement, on peut dire que chaque cellule d'une planaire possède en elle-même tout ce qu'il faut pour reproduire un nouvel individu.

Comment admettre qu'une modification de ces cellules somatiques ne serait pas suivie d'une transformation corrélatrice du produit et des cellules blastogènes de celui-ci?

Les variations produites par bourgeonnement fournissent des arguments du même ordre et montrent clairement l'influence que la modification de certaines cellules somatiques peut avoir sur d'autres cellules somatiques et sur les cellules reproductrices.

Bien plus intéressantes encore, au même point de vue, sont certaines observations relatives à l'influence que le sujet greffé peut avoir non seulement sur les éléments somatiques, mais même sur les fruits de la greffe.

«On sait, dit Darwin, que plusieurs variétés de pruniers et de pêchers de l'Amérique du Nord se reproduisent exactement par graines; mais, d'après Downing, lorsqu'on greffe une branche d'un de ces arbres sur une autre souche, elle perd la propriété de reproduire son propre type par graine et redévient comme les autres, c'est-à-dire que ses produits sont très variables. Voici encore un cas : la variété du noyer Lalande se feuille entre le 20 avril et le 15 mai, et ses produits de graine héritent invariablement de la même particularité; plusieurs autres variétés de noyers se feuillent en juin. Or si on lève des semis de la variété Lalande qui se feuille en mai, greffée sur une autre souche de la même variété se feuillant aussi en mai, bien que tant le noyer que la greffe aient la même période précoce de feuillaison, les produits de ce semis se feuillent à des époques différentes et plus tardivement au commencement de juin. »

Inversement, la greffe peut communiquer au sujet greffé certaines modifications somatiques dont elle est elle-même affectée. On sait, par exemple, que lorsqu'on ente la variété panachée de jasmin sur la forme ordinaire, celle-ci produit quelquefois des bourgeons portant des feuilles panachées. Le même cas s'est présenté chez le laurier-rose et chez le frêne. On a même pu produire des métis de greffe dont les plus curieux sont peut-être ceux réalisés par M. Hildebrand à la prière de Darwin. Après avoir enlevé tous les yeux d'une pomme de terre blanche à peau lisse, ainsi que ceux d'une pomme de terre rouge écailleuse, Hildebrand les inséra réciprocement les uns dans les autres et réussit à faire lever deux plantes. Parmi les tubercules produits par ces deux plantes, il s'en est trouvé deux qui rouges et écailleux à une de leurs extrémités furent blancs et lisses à l'autre, leur portion intermédiaire étant blanche et marquée de stries rouges.

Ces derniers exemples nous amènent à citer des faits d'une autre nature encore insuffisamment connus aujourd'hui, mais qui semblent prouver d'une façon irréfutable l'influence des cellules somatiques sur les cellules blastogènes. Je veux parler de ce que Darwin appelle l'action directe de l'élément mâle sur la forme maternelle et même sur les produits ultérieurs.

Dès 1729, on avait observé que les variétés blanches et bleues de pois se croisaient mutuellement lorsqu'elles se trouvaient rapprochées l'une de l'autre, de sorte qu'en automne se trouvaient dans les mêmes cosses des pois bleus et des blancs. Mais cette modification de la couleur du fruit peut même s'étendre à la gousse, c'est-à-dire à des cellules somatiques de l'organisme maternel. M. Laxton, de Stamford, a fécondé le grand pois sucré dont les cosses sont vertes, très minces et deviennent d'un blanc brunâtre lorsqu'elles sont sèches, avec du pollen de pois à cosses pourpres dont les cosses sont colorées, comme l'indique son nom, sont très épaisses et deviennent d'un rouge pourpre pâle à l'état de dessiccation. M. Laxton a cultivé depuis vingt ans le grand pois sucré sans lui avoir vu produire une seule cosse pourpre et sans avoir jamais entendu dire que cela lui soit arrivé; et cependant une fleur fécondée par le pollen de la variété pourpre donna une cosse nuancée de rouge pourpre. (Darwin, *Variations*, t. II, p. 422.)

De nombreux exemples analogues de l'action du pollen de certains végétaux sur l'ovaire de variétés voisines ont été recueillis par Gallesio, Naudin, Anderson, etc. Rappelons seulement le fameux pommier de Saint-Valery si bien étudié par Tillett, de Clermont-Tonnerre. Cet arbre ne produisait pas de pollen par suite de l'avortement de ses étamines, et devait être chaque année artificiellement fécondé; l'opération était exécutée chaque année par les jeunes filles de l'endroit au moyen de pollen emprunté à diverses va-

riétés. Il en résultait des fruits différents de grosseur, couleur et saveur, et ressemblant à ceux des variétés qui avaient fourni l'élément fécondant.

Comme l'ovaire des végétaux pérît après la production du fruit et présente avec le végétal lui-même des connexions passagères, il n'est pas probable que les modifications somatiques produites par le pollen s'étendent aux cellules de la branche et du tronc : ces modifications ne peuvent non plus pour la même raison avoir de retentissement sur les produits ultérieurs.

Mais chez les animaux, et surtout chez les mammifères où le fœtus est longtemps en connexion étroite avec la mère, l'on peut supposer que l'action de l'élément mâle aura une influence sur l'organisme maternel d'abord et plus tard sur la descendance ultérieure.

C'est ce que prouve, en effet, le cas souvent cité de la jument de lord Morton.

Cette jument alezane de race arabe presque pure, après avoir été croisée avec un couagga et avoir mis bas un métis, fut remise à sir Gore Ouseley, qui ultérieurement en obtint deux poulains par un cheval arabe noir. Ces poulains furent partiellement isabelles, et avaient les jambes plus nettement rayées que le métis et même que le couagga ; les deux avaient aussi le cou et quelques autres parties du corps portant des raies bien marquées. Les raies sur le corps et la couleur isabelle sont très rares chez nos chevaux d'Europe et inconnues chez les Arabes. Mais ce qui rend le cas très frappant, c'est que chez les deux poulains, les poils de la crinière étaient courts, raides et dressés exactement comme chez le couagga. Il n'y a donc aucun doute sur le fait que ce dernier a nettement affecté les caractères de la progéniture ultérieurement procréée par le cheval arabe noir. (Darwin, *Variations*, t. II, p. 428).

Turner, qui rappelle cet exemple après Darwin, trouve trop complexe et hypothétique l'hypothèse qui attribuerait la présence des zébrures à un cas de réversion vers un ancêtre commun au cheval et au couagga. Il croit que la mère, lorsqu'elle portait l'hybride dans ses flancs, avait acquis de lui la faculté de transmettre les caractères du couagga grâce aux échanges nutritifs nécessaires au développement du fœtus. Le plasma germinatif de la mère appartenant à des ovules non encore mûrs aurait été modifié dans l'ovaire même, et cette variation acquise aurait eu son contre-coup sur les autres individus nés plus tard de la même mère.

La même explication a été admise par d'autres physiologistes pour les faits similaires fréquemment constatés, soit par les éleveurs, soit par les chasseurs sur divers animaux domestiques et en particulier sur les chiens. On sait, en effet, que quand une chienne a été fécondée une première fois par un chien de race étrangère, ses portées ultérieures peuvent offrir un ou plusieurs petits appartenant à cette race étrangère, quoiqu'elle n'ait été couverte depuis que par des chiens de sa race.

L'exactitude de cette hypothèse serait fortement compromise si, comme l'affirment certains observateurs, M. Chapuis, par exemple, l'influence du premier mâle se manifestait aussi chez les oiseaux (les pigeons) où les relations entre la mère et le petit sont bien moins étroites que chez les mammifères.

Mais quoi qu'il en soit de cette explication, le fait en lui-même en dehors de toute théorie démontre suffisamment la dépendance étroite qui existe entre les éléments reproducteurs et les éléments somatiques (1).

Pour ne pas sortir du domaine des faits scientifiquement établis ou des hypothèses susceptibles d'une vérification plus ou moins facile, je laisserai de côté l'influence que peuvent avoir sur la progéniture les impressions produites sur les sens et le système nerveux de la mère. Bien ancienne est la notion populaire de ces influences, puisque nous lisons dans la Genèse que Jacob plaçait devant les brebis de son beau-père des baguettes dont l'écorce portait des dessins divers dans le but d'obtenir certaines marques sur les agneaux qui naîtraient de ces brebis. Mais l'antiquité d'une croyance n'est pas toujours une preuve de son exactitude et, en ce qui concerne la transmission de caractères physiques, j'admets pleinement avec Weismann que les exemples invoqués à l'appui de cette opinion, même le cas si curieux de la mère de Baer ne sont nullement démonstratifs.

Il me semble bien difficile d'admettre cependant que les émotions et les impressions psychiques qui agissent d'une façon si énergique et si manifeste sur toutes nos sécrétions n'aient aucune influence sur les produits des glandes génitales. Peut-être en dehors des conditions de milieu et de l'éducation qui doivent être invoquées en première ligne faut-il attribuer à une action de ce genre le fait que toute une génération accepte avec la plus grande facilité des idées qui avaient été vivement combattues et repoussées par la génération précédente. Il me paraît impossible que le mouvement intellectuel provoqué par les hommes de génie dans une ou plusieurs branches du savoir humain, mouvement propagé et disséminé par les littérateurs et les artistes n'ait pas un retentissement sur les éléments blastogènes de la génération contemporaine et par suite sur

(1) L'action directe du premier mâle sur les produits ultérieurs est un fait dont les conséquences sociologiques n'ont pas été suffisamment remarquées. Il justifie dans une certaine mesure le droit exorbitant que s'attribuaient certains seigneurs d'autrefois lors du mariage de leurs sujets. A une époque où, par suite même de l'état social, la noblesse représentait l'élément le plus différencié de la nation, l'exercice de ce droit pouvait contribuer au perfectionnement de la race : les enfants nés sous cette influence ont peut-être contribué autant que les bâtards au relèvement des classes inférieures et préparé l'affranchissement de 1789. Au point de vue de la morale de l'avenir, on pourrait tirer d'autres déductions importantes du fait biologique signalé ci-dessus, mais ce n'est pas le lieu de les exposer ici, et peut-être même vaut-il mieux les réservé pour un enseignement purement ésotérique.

la génération suivante, qui serait ainsi préparée par une transmission héréditaire à tout un ordre nouveau de modalités psychiques.

Enfin une dernière considération nous conduit encore à repousser l'opinion de ceux qui soutiennent que les caractères somatogènes acquis ne peuvent se transmettre des parents aux enfants. Si, comme l'a déjà fait remarquer Turner, on pousse cette manière de voir et ses dernières conséquences, on est conduit à supposer que les ancêtres des êtres vivants actuels et même le plasma primordial possédaient en eux-mêmes toutes les variations qui sont apparues depuis, et comme les facteurs primaires n'auraient dans cette hypothèse agi que sur les individus et non sur les éléments blastogènes, les seuls transmis, il faudrait en conclure que ceux-ci possédaient dès le début, c'est-à-dire dès l'apparition de la matière vivante, une puissance évolutive en quelque sorte indéfinie. Nous serions ainsi ramenés à l'idée des forces créatrices réglées, il est vrai, par la sélection. La porte serait ouverte de nouveau aux agents directeurs immanents ou extérieurs à la matière, et nous devrions renoncer à la magnifique conception mécanique de l'univers entrevue par Descartes et poursuivie depuis par les savants du XVIII^e siècle (Buffon et les encyclopédistes).

Si, au contraire, nous admettons la transmission des caractères somatogènes dans la mesure démontrée par les faits exposés ci-dessus, la transformation des êtres vivants deviendra bien plus rapide, puisqu'elle ne dépendra plus uniquement des hasards de la variation interne, mais qu'elle sera déterminée par l'action des facteurs primaires.

Le rôle de la sélection et des facteurs secondaires demeurera très important pour accélérer et régler cette transformation.

Mais avant de passer à l'examen de ces facteurs secondaires, nous aurons à étudier d'abord un phénomène biologique que nous retrouvons partout où se constituent de nouvelles formes organiques : la transmission héréditaire. Que, pour expliquer la production de ces formes, nous fassions intervenir le principe de Lamarck, la loi de Delbœuf, ou la sélection et les autres facteurs secondaires, nous avons vu qu'il fallait toujours admettre l'action de l'hérédité.

L'hérédité n'est, à proprement parler, ni un facteur primaire ni un facteur secondaire, c'est une intégrale, c'est la somme des variations infiniment petites, produites sur chaque génération antérieure par les facteurs primaires. Les lois de l'hérédité, à peine étudiées au point de vue expérimental, offrent un vaste champ à la sagacité des biologistes. Plusieurs de ces lois, et en particulier la loi de l'hérédité *homochrone*, fournissent aussi, nous le verrons, de bons arguments en faveur du principe de Lamarck. Les recherches embryologiques les plus récentes commencent à peine à nous faire entrevoir le processus mécanique de la transmis-

sion héréditaire et les phénomènes intimes de la reproduction.

C'est seulement après avoir examiné avec soin toutes les connaissances acquises sur ces points délicats que nous pourrons aborder avec fruit l'étude des facteurs secondaires de l'évolution.

A. GIARD.

HYGIÈNE

L'extinction des épidémies (1).

I.

DESTRUCTION NATURELLE DE LA VIRULENCE.

La marche d'une épidémie de quelque gravité se traduit généralement par une courbe dont la partie descendante est plus rapide que la portion ascendante. En langage ordinaire, cette courbe signifie que la contagion, propagée d'abord avec une grande intensité, s'est abattue sur beaucoup de malades en peu de temps, puis s'est brusquement limitée à un petit nombre de sujets.

Théoriquement, il semblerait que le nombre croissant des malades dût entraîner une production et une dissémination plus abondante de virus, et conséquemment une augmentation toujours plus grande des cas nouveaux, de sorte que la marche d'une épidémie devrait être régie par des lois analogues à celles du mouvement sur un plan incliné.

Il y a donc entre les faits et la théorie une sorte de contradiction, frappante surtout dans les épidémies transportées hors du lieu où elles sévissent habituellement, épidémies qui s'éteignent tout à coup après avoir fait rage. Mais si l'on prend la peine de l'examiner à la lueur des notions acquises sur la physiologie générale des virus, elle cesse d'exister. Les épidémies doivent s'éteindre, et s'éteindre rapidement à un moment donné, sans l'intervention de moyens artificiels, parce que les facteurs d'une épidémie, les sujets et les virus se modifient peu à peu forcément et naturellement.

Tous les individus d'une espèce ne possèdent pas le même degré de réceptivité pour un virus déterminé. L'expérimentation démontre qu'on peut les diviser, à ce point de vue, en trois groupes d'une importance inégale : 1^o celui des sujets doués d'une grande réceptivité naturelle; 2^o celui des sujets pourvus d'une réceptivité moyenne; 3^o enfin celui des individus dépourvus ou presque dépourvus de réceptivité. Vers les points de contact, ces trois groupes se confondent par transition insensible.

(1) Extrait du livre que M. Arloing, directeur de l'École vétérinaire de Lyon, professeur à la Faculté de médecine de la même ville, va faire paraître incessamment, sous le titre *les Virus*, dans la Bibliothèque scientifique internationale de l'éditeur Félix Alcan.