

REVUE SCIENTIFIQUE

(REVUE ROSE)

DIRECTEUR : M. CHARLES RICHET

2^e SEMESTRE 1889 (3^e SÉRIE).

NUMÉRO 21.

(26^e ANNÉE) 23 NOVEMBRE 1889.

BIOLOGIE

Les facteurs de l'évolution (1).

Dans notre cours de l'an dernier, nous avons étudié au point de vue statique les transformations que présentent les êtres vivants. En suivant pas à pas les animaux dans leur développement individuel (ontogénie) et dans le développement de leur race (phylogénie), nous avons constaté entre ces deux séries évolutives un étonnant parallélisme, chaque stade de l'évolution individuelle rappelant une forme ancestrale déterminée. Nous avons retrouvé la même suite de formes dans la série paléontologique et dans la série zoologique actuelle, et ces deux séries, malgré leurs lacunes, nous ont encore fourni la preuve du même parallélisme.

De ces considérations purement morphologiques et statiques, nous avons conclu qu'il existait entre les divers êtres vivants ou éteints une parenté sanguine, un lien généalogique réel.

Tout en reconnaissant ce qu'a de séduisant la théorie d'une parenté idéale, comparable à celle des formes cristallines, théorie mise en avant par des hommes d'une grande valeur et récemment rajeunie par le vénéré M. de Quatrefages, je me suis efforcé de vous démontrer combien est inexacte la comparaison entre les plus parfaits des minéraux, les cristaux, et les formes les plus élevées des animaux et des végétaux.

(1) Leçon d'ouverture du cours d'évolution des êtres organisés, par M. A. Giard.

Vouloir assimiler à la *composition chimique* fixe et invivable la *filiation*, c'est-à-dire la transmission d'un protoplasme éminemment plastique et variable, c'est, me paraît-il, une conception fondamentalement erronée. En ajoutant successivement à une notion commune, la *forme*, deux données aussi différentes que la *composition chimique* d'une part et la *filiation* d'autre part, on obtient des êtres ne présentant plus que de lointaines analogies et entre lesquelles on ne peut plus établir logiquement d'étroites comparaisons.

Comment d'ailleurs utiliser ce prétexte critérium de la filiation? Le cochon d'Inde, devenu domestique en Europe, ne peut plus produire avec les représentants américains de la souche primitive. *L'anagallis phœnicea* ne donne pas de graines lorsqu'il est croisé avec la variété *cerulea* provenant d'un même ancêtre. D'autre part, la fécondation artificielle permet d'obtenir des rejetons, et des rejetons fertiles de plantes qui, abandonnées à elles-mêmes, n'eussent jamais pu se féconder réciproquement. Étaient-elles de la même espèce sans s'en être jamais douté? L'expérience démontre que l'on obtient facilement des hybrides entre certaines espèces animales dont l'appareil sexuel externe permet un accouplement facile, tandis que d'autres espèces plus voisines ne peuvent se croiser, par suite d'obstacles mécaniques dont triompherait aisément la fécondation artificielle. Il est absolument chimérique et anti-scientifique de vouloir ressusciter aujourd'hui le fameux critérium de Flourens dont des faits chaque jour plus nombreux, démontrent l'inanité d'une façon irréfutable. *L'espèce morphologique* doit être nettement distinguée, comme je l'ai dit bien des fois, de l'*espèce physiologique*.

Quant à la distinction entre la *variation* et la *transmutation* des êtres, je la considère comme absolument arbitraire lorsqu'il s'agit des animaux ou des végétaux. C'est dans ce cas une pure pétition de principe.

Sur ce point encore, tout rapprochement avec les minéraux devient d'ailleurs illusoire. Les variations des minéraux, c'est-à-dire les groupements variés de la molécule intégrante, sont tout au plus de même ordre que les variations de la cosmogenèse, c'est-à-dire de la coordination des individualités dans les animaux composés ; elles ne correspondent nullement aux changements qui peuvent se produire dans ces individualités elles-mêmes.

Enfin, quoi qu'on ait pu dire, la preuve du transformisme tirée de la loi biogénétique fondamentale (répétition de la phylogénie par l'ontogénie) me paraît avoir la valeur d'une preuve expérimentale pour quiconque a étudié de près la morphologie comparée des adultes et des embryons.

Mais comme ce mode de démonstration est long et pénible, comme il est jugé insuffisant par certains esprits, comme enfin le mot *expérience* est souvent pris dans une acception plus étroite que celle que nous lui attribuons, nous aborderons cette année la question par une autre méthode.

Après avoir étudié la *natura naturata*, nous étudierons la *natura naturans*. Au point de vue statique, nous substituerons le point de vue dynamique. Nous porterons notre attention non plus sur les états d'équilibre réalisé, mais sur les êtres en mouvement vers ces états d'équilibre appelés phases embryonnaires, variétés, espèces, etc.

Avant tout, nous rechercherons avec soin les forces ou les groupements de forces qui constituent les facteurs de l'évolution. Puis, établissant d'une façon solide les déviations infiniment petites produites par ces divers facteurs, nous verrons comment, en intégrant par l'hérédité, ces variations ont fini par produire des caractères taxonomiques de valeurs diverses.

Par cette voie, nous retrouverons la conclusion de nos leçons de l'an dernier, à savoir que les individus seuls ont une existence réelle dans la nature et que les espèces comme les variétés, les genres, les familles, les classes, etc., ne sont que des catégories de notre entendement, des êtres purement nominaux.

Ainsi, plus nettement encore que par nos précédentes études, nous arriverons à la conception mécanique de l'univers, même dans les manifestations les plus complexes de la nature, la vie et la pensée.

C'est un fait connu de tous, qu'il n'existe pas deux êtres vivants absolument semblables, fussent-ils pris dans la même espèce et dans la même variété. Les variations différentielles des animaux et des plantes nous frappent d'autant plus vivement que nous connaissons mieux les organismes qui les présentent. Un nègre diffère moins à nos yeux d'un autre nègre que

deux individus quelconques de la race blanche ne diffèrent l'un de l'autre, et dans une même famille les divers parents se distinguent parfaitement entre eux, tandis que les étrangers sont surtout frappés par les ressemblances connues sous le nom d'*air de famille*.

Darwin a justement insisté sur ces commencements à peine perceptibles de la variation : « Par suite d'une longue pratique, dit-il, le Lapon reconnaît et donne un nom à chaque renne, quoique Linné ait remarqué à ce sujet que la possibilité de distinguer un individu d'un autre dans ces multitudes de rennes était pour lui incompréhensible, car ils étaient comme des fourmis sur une fourmilière.

En Allemagne, des bergers ont gagné des paris en reconnaissant chaque mouton dans un troupeau de cent têtes qu'ils n'avaient que depuis quinze jours. Cette perspicacité n'est encore rien comparée à celle qu'ont pu acquérir quelques fleuristes. Verlot en signale un qui pouvait distinguer cent cinquante variétés de camélias non en fleurs, et on assure qu'un ancien horticulleur hollandais, le célèbre Voorhelm, qui possédait plus de douze cents variétés de jacinthes, les reconnaissait, sans presque jamais se tromper, par le bulbe seul. Nous devons forcément en conclure que les bulbes de jacinthes et les feuilles et branches de camélias diffèrent réellement, bien qu'ils paraissent à un œil inexercé impossibles à distinguer.

Les milliers de diptères, de coléoptères, d'arachnides qui vivent en France, sont pour la plupart des gens, des mouches, des hennetons ou des bêtes noires, des araignées, et cependant l'entomologiste, fût-il même, comme je le suis, affligé de myopie, les distingue spécifiquement à une distance parfois considérable.

Il y a plus, les insectes eux-mêmes, auxquels certains naturalistes refusent, non sans raison, des sens très perfectionnés, se reconnaissent entre eux non seulement spécifiquement, mais individuellement. « J'ai souvent porté, dit encore Darwin, des fourmis d'une même espèce (*Formica rufa*) d'une fourmilière à une autre, habitée par des milliers d'individus, mais les intrus étaient à l'instant reconnus et tués. J'ai pris alors quelques fourmis d'un grand nid que j'enfermai dans une bouteille fortement parfumée d'assa foetida et que vingt-quatre heures après je réintégrai dans leur domicile ; menacées d'abord par leurs camarades, elles furent cependant bientôt reconnues et purent rentrer. Il en résulte que chaque fourmi peut, indépendamment de l'odeur, reconnaître une camarade, et que si tous les membres de la même communauté n'ont pas quelque signe de ralliement ou mot de passe, il faut qu'ils aient quelques caractères appréciables qui leur permettent de se distinguer. »

Quelles sont donc les causes qui déterminent ces variations individuelles aussi nombreuses que les individus eux-mêmes ? Quelles sont celles qui déterminent les modifications plus profondes considérées par les

naturalistes comme des caractères spécifiques, génériques, etc?

Que les causes modifiant les individus soient suffisantes pour produire des races et des espèces, ou qu'elles aient besoin pour arriver à ce résultat de l'action ultérieure de facteurs secondaires, c'est là une alternative qui ne pouvait être posée qu'après une première tentative d'explication de la variabilité des formes sous l'influence des actions de milieu.

Comment et dans quelles limites varient les individus? Ces variations sont-elles suffisamment étendues pour former des types spécifiques nouveaux, ou la variabilité sous l'influence des facteurs primaires est-elle renfermée dans les limites d'un cercle plus ou moins large?

Il est évident que la première de ces questions doit logiquement être résolue avant la seconde, et c'est en effet dans ce sens que les premiers transformistes avaient dirigé leurs efforts. Buffon, Lamarck, les Geoffroy Saint-Hilaire, avaient bien compris quelle part énorme devait revenir aux milieux cosmiques dans les variations subies par les organismes, et ils avaient cherché dans l'action, soit directe, soit indirecte de ces milieux les causes efficientes de l'évolution.

Dans sa belle histoire du lion, après avoir dit (bien à tort du reste) que le climat n'a qu'une influence peu considérable sur l'homme, Buffon ajoute : « Dans les animaux, au contraire, l'influence du climat est plus forte et se marque par des caractères plus sensibles, parce que les espèces sont diverses et que leur nature est infinitement moins perfectionnée, moins étendue que celle de l'homme. Non seulement les variétés dans chaque espèce sont plus nombreuses et plus marquées que dans l'espèce humaine, mais les différences mêmes des espèces semblent dépendre des différents climats; les unes ne peuvent se propager que dans les climats chauds, les autres ne peuvent subsister que dans les climats froids; le lion n'a jamais habité les régions du Nord, le renne ne s'est jamais trouvé dans les régions du Midi, et il n'y a peut-être pas d'animal dont l'espèce soit comme celle de l'homme généralement répandue sur toute la surface de la terre; chacun a son pays, sa patrie naturelle dans laquelle chacun est retenu par la nécessité physique; chacun est fils de la terre qu'il habite, et c'est dans ce sens qu'on doit dire que tel ou tel animal est originaire de tel ou tel climat. »

Et qu'on ne suppose pas que l'illustre naturaliste parle au figuré de la dépendance des êtres relativement au sol qu'ils habitent, qu'on ne croie pas qu'il attribue cette dépendance à quelque harmonie préétablie. Dans le discours relatif aux animaux communs aux deux continents, Buffon précise nettement sa pensée, et se montre résolument transformiste. Il faut encore citer ce passage dont M. de Lanessan a fait avec raison ressortir l'énorme importance, tout en relevant quelques erreurs de détail bien excusables à cette époque : « Les animaux

d'un continent n'é se trouvent pas dans l'autre; ceux qui s'y trouvent sont altérés, rapetissés, changés souvent au point d'être méconnaissables; en faut-il plus pour être convaincu que l'empreinte de leur forme n'est pas inaltérable, que leur nature beaucoup moins constante que celle de l'homme peut se varier et même se changer absolument avec le temps, que par la même raison les espèces les moins parfaites, les plus délicates et les plus pesantes, les moins agissantes, les moins armées en ont déjà disparu ou disparaîtront? »

Buffon avait donc non seulement entrevu l'influence des milieux sur la production des variétés, mais, par un trait de génie, il avait en quelque sorte pressenti l'idée darwinienne de la survivance des êtres les mieux adaptés et de la sélection naturelle.

La notion d'une action directe des conditions extérieures sur les êtres vivants était celle qui devait se présenter la première à l'esprit, et les anciens transformistes, les précurseurs de la doctrine, ont été forcément conduits à exagérer parfois l'importance de cette action.

Dès que les biologistes furent arrivés à cette conviction, déjà formulée par Descartes, que, chez les êtres vivants comme chez les êtres inorganiques, tout est le résultat d'actions physico-chimiques ou mécaniques, le danger corrélatif de cet immense progrès ne tarda pas à se produire. On se pressa trop d'appliquer avec brutalité aux organismes vivants ce qu'on savait alors de physique et de chimie, sans tenir compte de la complexité de ces organismes.

On doit reconnaître que, ni Lamarck, ni Geoffroy n'ont toujours su éviter cette cause d'erreurs, mais aujourd'hui même, malgré les progrès de la chimie organique et de la physique biologique, qui oserait affirmer que nos physiologistes et nos médecins sont absolument à l'abri de toute critique à cet égard et qu'ils ne traitent pas trop souvent les êtres animés comme de simples appareils de laboratoire?

A Lamarck revient l'honneur d'avoir découvert un nouveau facteur de l'évolution, ou plutôt d'avoir mis en lumière le mécanisme par lequel agissent le plus souvent les conditions d'existence. Tout en faisant la part de l'action directe du milieu cosmique, Lamarck signale comme une cause importante de variation la réaction de l'organisme lui-même contre ce milieu.

« Quantité de faits, écrit-il, nous apprennent qu'à mesure que les individus de l'une de nos espèces changent de situation, de climat, de manière d'être ou d'habitudes, ils en reçoivent des influences qui changent peu à peu la consistance et les proportions de leurs parties, leurs formes, leurs facultés, leur organisation même, en sorte que tout en eux participe avec le temps aux mutations qu'ils ont éprouvées. Dans le même climat, des situations et des expositions très différentes font d'abord simplement varier les individus qui s'y trouvent exposés; mais, par la suite des temps, la con-

tinuelle différence des situations des individus dont je parle, qui vivent et se reproduisent successivement dans les mêmes circonstances, amène en eux des différences qui deviennent en quelque sorte essentielles à leur être, de manière qu'à la suite de beaucoup de générations qui se sont succédé les unes aux autres, ces individus, qui appartenaient originairement à une autre espèce, se trouvent, à la fin, transformés en une espèce nouvelle distincte de l'autre. Par exemple que les graines d'une graminée ou de toute autre plante naturelle à une prairie humide soient transportées, par une circonstance quelconque, d'abord sur le penchant d'une colline voisine où le sol, quoique plus élevé, sera encore assez frais pour permettre à la plante d'y conserver son existence, et qu'ensuite, après y avoir vécu et s'y être bien des fois régénérée, elle atteigne de proche en proche le sol sec et presque aride d'une côte montagneuse, si la plante réussit à y subsister et s'y perpétuer pendant une suite de générations, elle sera alors tellement changée que les botanistes qui l'y rencontreront en constitueront une espèce particulière. La même chose arrive aux animaux que des circonstances ont forcés de changer de climat, de manière de vivre et d'habitude; mais, pour ceux-ci, les influences que je viens de citer exigent plus de temps encore qu'à l'égard des plantes pour opérer des changements notables sur les individus. (*Philosophie zoologique*, t. I, p. 79.) »

Comme il est facile de le comprendre, c'est surtout chez les plantes fixées à demeure en certaines localités où elles doivent vivre que Lamarck trouve des exemples de l'influence directe des milieux. Les animaux, au contraire, en raison même des facultés dont ils jouissent, lui fournissent les meilleurs exemples de l'action du facteur éthologique ou de l'action indirecte des milieux. Ceux-ci venant à changer, les besoins de l'animal et ses habitudes changent également, l'usage des parties se trouve modifié, et, par suite de l'emploi de tel organe par préférence à tel autre ou par suite de l'absence d'emploi de telle partie devenue inutile, l'organisme se trouve peu à peu transformé.

Il importe de remarquer, pour bien comprendre toute la pensée de Lamarck et la solidité de sa doctrine, qu'outre le facteur d'ordre primaire de l'influence des milieux (influence directe et réaction éthologique), le créateur du transformisme fait intervenir un facteur d'ordre secondaire, l'hérédité, dont le jeu est indispensable pour le maintien des variations produites.

Au reste, Lamarck lui-même résume admirablement sa théorie dans les deux lois suivantes :

1^o Dans tout animal qui n'a point dépassé le terme de son développement, 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. Au contraire, le défaut constant d'usage de tel organe l'affaiblit

insensiblement et le détériore, diminue progressivement ses facultés et finit par le faire disparaître.

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, pourvu que les changements acquis soient communs aux deux sexes qui ont produit ces nouveaux individus.

Mais il faut convenir que, si Lamarck a très nettement formulé les principes fondamentaux du transformisme, il a été souvent mal inspiré dans le choix des exemples qu'il a donnés pour expliquer l'action de l'habitude et de l'usage des parties. Je ne rappellera pas l'histoire tant de fois critiquée du cou de la girafe et des cornes de l'escargot. Étienne Geoffroy Saint-Hilaire eut le mérite d'ajouter aux vues de ses prédécesseurs une interprétation nouvelle des monstruosités. Il indiqua les ressources que l'embryologiste peut tirer de l'examen des cas tératologiques pour comprendre mieux le développement normal. L'étude approfondie qu'il avait faite de l'appareil respiratoire lui a permis de développer d'une façon remarquable l'influence du milieu aérien sur l'organisation des animaux supérieurs. Mais, comme Lamarck, il a prêté le flanc à des critiques trop justifiées en voulant attribuer à des modifications brusques et soudaines certaines transformations qui ne peuvent être expliquées que par des actions d'une extrême lenteur.

Darwin avait été vivement frappé des exagérations de ses prédécesseurs français, et il a cherché à réagir contre l'importance trop exclusive accordée aux milieux. « Plusieurs naturalistes, dit-il, surtout ceux de l'école française, attribuent toutes les modifications au monde ambiant, c'est-à-dire aux changements de climat avec toutes ses variations de chaleur et de froid, d'humidité et de sécheresse, de lumière et d'électricité, à la nature du sol et aux diverses qualités et quantités de nourriture. J'entends par l'expression d'action définie une action de nature telle que, lorsqu'un grand nombre d'individus d'une même variété se seront trouvés soumis pendant plusieurs générations à un changement quelconque dans les conditions physiques de leur existence, tous ou presque tous seront modifiés de la même manière. Une nouvelle variété pourrait donc être ainsi produite sans l'aide d'aucune sélection. »

Le problème ainsi posé, Darwin commence par exclure du nombre des actions définies les effets de l'habitude ou ceux de l'usage ou du défaut d'usage des divers organes, c'est-à-dire ce que nous appelons les actions indirectes ou la réaction éthologique. Des modifications de ce genre sont bien, sans doute, déterminées d'après lui par les conditions auxquelles les

êtres organisés sont soumis, mais elles dépendent beaucoup moins de la nature de ces conditions que des lois de croissance.

C'est là une opinion fort contestable, et, en ce point du moins, Lamarck s'est montré bien supérieur à Darwin. On voit, en tout cas, combien il serait injuste d'attribuer à Darwin la découverte de l'influence exercée par l'usage ou le défaut d'usage des parties sur leur développement.

En se bornant donc à l'action directe des conditions de milieu et laissant de côté le facteur éthologique, Darwin pense que, dans la plupart des cas et peut-être dans tous, l'organisation et la conservation de l'être est un élément beaucoup plus important pour déterminer le genre de variation que la nature des conditions elles-mêmes. Cela nous est prouvé, dit-il, par l'apparition, sous des conditions différentes, de modifications semblables et, inversement, de modifications dissemblables surgissant dans des conditions à peu près analogues, et mieux encore par le fait que des variétés parallèles apparaissent fréquemment dans certaines races ou même chez des espèces distinctes et par le retour fréquent de certaines monstruosités dans la même espèce.

Toutes ces objections, nous le verrons, peuvent facilement être combattues, et certaines d'entre elles, comme la production par convergence de variétés parallèles, sont, au contraire, des arguments en faveur des actions de milieu.

Darwin, il ne faut pas l'oublier, étudiait surtout les variations des animaux à l'état domestique. Or les êtres soumis à la domestication sont le plus souvent dans un état d'équilibre instable qui rend très difficile l'appréciation de l'importance relative des divers agents modificateurs.

De là cette conclusion par trop réservée de l'auteur de *l'Origine des espèces* :

« Chaque variation doit sans doute avoir sa cause déterminante, mais il est aussi impossible d'espérer de découvrir la cause de chacune que de dire pourquoi un refroidissement ou un poison affectent un homme différemment qu'un autre. Même dans le cas de modifications résultant d'une action définie des conditions extérieures, lorsque tous ou presque tous les individus semblablement exposés sont affectés de la même manière, il est rare que nous puissions établir une relation précise entre la cause et l'effet. Nous montrerons que l'accroissement ou la diminution d'usage des divers organes produisent des effets héréditaires, et nous verrons ensuite que certaines variations sont intimement reliées entre elles par corrélation et d'autres lois ; mais au delà, nous ne pouvons actuellement expliquer ni les causes ni le mode d'action de la variation... »

« On peut, par conséquent, bien qu'il faille admettre que de nouvelles circonstances extérieures affectent quelquefois et d'une manière définie les êtres orga-

nisés, douter que des races bien accusées aient pu souvent être produites par l'action directe d'un changement dans les conditions extérieures, sans le secours d'une sélection, soit naturelle, soit appliquée à l'homme. »

Effrayé par la complexité du problème à résoudre, Darwin ne va pas jusqu'à nier l'action modificateuse des milieux cosmiques, mais il n'essaye pas d'approfondir le mécanisme de cette action. Il prend les variations telles qu'il les rencontre, sans s'occuper de les rattacher à leurs causes immédiates, et il cherche par quelle loi ces variations peuvent être fixées pour constituer les races et les espèces nouvelles.

Il opère à peu près comme les économistes, les météorologues, comme tous ceux, en un mot, qui se livrent à l'étude d'une science compliquée et encore jeune ; il cherche à relier entre eux les phénomènes observés, sans trop rechercher les causes premières et l'essence de ces phénomènes, et c'est ainsi qu'il arrive à la conception si féconde de la sélection naturelle.

Darwin a, de plus, étudié d'une façon beaucoup plus approfondie que ses prédecesseurs le facteur secondaire de l'hérédité et la loi de corrélation de croissance. Enfin il a complété par la théorie de la sélection sexuelle son explication du choix par la nature des êtres les mieux doués.

L'importance de la sélection pour la fixation des caractères acquis était tellement considérable que les vues de Darwin furent accueillies aussitôt avec une extrême faveur par les naturalistes dégagés de toute prévention extrascientifique.

Les esprits se portèrent activement vers la recherche des moyens employés par la nature pour maintenir et accroître les effets de l'hérédité. Bientôt Moritz Wagner et Weissmann signalèrent un nouveau facteur secondaire, la ségrégation ou l'amixie, dont l'importance, peut-être moins grande que celle de la sélection, n'est cependant pas négligeable.

L'énorme quantité des matériaux biologiques accumulés depuis l'époque de Réaumur et des premiers naturalistes éthologistes, l'admirable manière dont ces matériaux avaient été mis en œuvre par Darwin et les résultats importants obtenus par cette méthode sollicitaient évidemment l'attention des investigateurs. D'autre part, l'étude des facteurs primaires de transformation exigeait, dans l'état actuel de la science, des recherches précises, un outillage scientifique qui n'existe pas et qui n'existe encore aujourd'hui que dans un petit nombre d'universités.

Ainsi, peu à peu et pour les raisons que nous avons exposées ci-dessus, les naturalistes abandonnèrent l'étude des facteurs primaires de l'évolution pour s'attacher surtout à la recherche des facteurs secondaires. Outre son défaut de logique, cette méthode présentait de sérieux inconvénients qui bientôt se firent sentir. On en est venu aujourd'hui à attribuer aux moës de concurrence vitale, de sélection naturelle, d'hérédité, etc., je

ne sais quelle vertu magique. On les emploie comme, à une certaine époque, on employait en chimie les mots d'affinité ou d'état naissant pour se tirer d'embarras dans les cas difficiles. Les gens du monde, les littérateurs surtout, qui, à part de rares exceptions, parlent de tout cela sans études préalables et sans comprendre le vrai sens des choses, les philosophes et les métaphysiciens, esprits habitués à se payer de mots, nombre de savants mêmes croient avoir expliqué bien des phénomènes lorsqu'ils ont invoqué l'atavisme ou la lutte pour la vie, surtout s'ils l'ont invoquée en anglais. *Struggle for life, struggle for life!* rien ne résiste à ce *Sésame, ouvre-toi!* qui doit nous livrer tous les mystères de la biologie et de la sociologie!

Ai-je besoin de dire qu'on n'hérite que lorsqu'il y a un héritage; que, pour faire un choix, il faut qu'il y ait des objets différents; que, pour placer certains êtres dans des conditions particulières, il faut que ces conditions existent et que, par conséquent, la première tâche qui s'impose au naturaliste est de savoir en quoi consiste et comment s'est formé l'héritage que se transmettent les êtres vivants, comment sont nées les particularités favorables ou défavorables à telle ou telle espèce, comment l'amixie, c'est-à-dire l'absence d'union entre individus de même race, a pu se produire et déterminer, sous l'influence des milieux, la formation de races nouvelles.

A ce point de vue, les successeurs de Darwin, ses disciples trop exclusifs ont fait un tort énorme à la doctrine et suscité de nombreuses et légitimes objections. En négligeant complètement les facteurs primaires et paraissant s'en remettre au hasard pour l'explication des variations individuelles, ils ont évidemment méconnu les idées de Darwin lui-même. Par réaction contre les tentatives parfois trop hasardées de Lamarck et de Geoffroy, ils sont tombés dans des exagérations plus dangereuses encore et plus nuisibles aux progrès de la science.

On peut démontrer, en effet, que, contrairement à l'opinion de Darwin, l'action des facteurs primaires est suffisante, dans la plupart des cas, pour produire la transformation des espèces, en ne tenant compte que du seul facteur secondaire hérédité; encore ce dernier n'est-il, comme nous l'avons dit, que l'intégrale des modifications dues aux facteurs primaires. Les autres facteurs secondaires, et en particulier la concurrence vitale et la sélection, agissent uniquement comme accélérateurs de l'évolution. Étant donnée la lenteur ordinaire avec laquelle se manifestent les variations, surtout à leur début, ces facteurs secondaires accélérateurs ont certainement une importance colossale, mais ils ne doivent pas nous faire perdre de vue les causes premières, dont ils ne sont que les adjuvants.

Les facteurs secondaires peuvent être comparés au prisme qui, dans un faisceau lumineux, sépare les rayons de diverses réfringibilités, ou à la lame de cris-

tal, qui ne laisse passer que le rayon polarisé. Mais les facteurs primaires sont, avec l'hérédité, les vrais créateurs des formes nouvelles, les agents primordiaux de la transformation.

C'est à Delbœuf que revient l'honneur d'avoir donné la formule rigoureuse et la démonstration du principe que je viens d'invoquer. La loi Delbœuf peut s'énoncer de la manière suivante: « Quand une modification se produit chez un très petit nombre d'individus, cette modification fut-elle avantageuse, il semble que l'hérédité doit la faire disparaître, les individus avantagés devant s'unir forcément avec des individus non transformés. Il n'en est rien, cependant. Quelque grand que soit le nombre des êtres semblables à lui, et si petit que soit le nombre des êtres dissemblables que met au monde un individu isolé, on peut toujours, en admettant que les diverses générations se propagent suivant les mêmes rapports, trouver un nombre de générations au bout desquelles la totalité des individus variés dépassera celle des individus inaltérés. »

Cette loi est susceptible d'une démonstration mathématique, et nous l'étudierons plus tard avec soin (1).

Ainsi la continuité ou même la périodicité d'action d'un facteur primaire tel que, par exemple, une variation de milieu, voilà la condition nécessaire et suffisante pour qu'une variété ou une espèce prennent naissance sans le concours d'aucun facteur secondaire.

Loin d'opposer, comme on l'a fait trop souvent, le darwinisme au lamarckisme, il convient donc de restituer à chacun des grands fondateurs de la doctrine de l'évolution la part qui lui revient. Lamarck a jeté les premières bases de l'étude des facteurs primaires, tout en reconnaissant l'importance du facteur secondaire de l'hérédité. Darwin a fait connaître les plus importants des facteurs secondaires, la sélection naturelle et la sélection sexuelle. Parmi les facteurs primaires, il a insisté souvent sur l'usage des parties et la corrélation de croissance; mais, en général, il n'a abordé qu'avec une extrême réserve l'étude de l'action des milieux.

Les progrès réalisés dans les sciences physiques et biologiques depuis le commencement de ce siècle nous permettent de reprendre aujourd'hui cette étude avec quelque chance de succès, et en évitant les erreurs et les exagérations qui avaient effrayé Darwin.

Déjà plusieurs naturalistes, notamment Smankevitsch, Semper, Packard, ont fait dans ce sens de très sérieuses tentatives, et il est à souhaiter que la jeune

(1) C'est dans la *Revue scientifique* que Delbœuf a publié cette loi si remarquable (t. XIX, 1877, p. 669), et je me suis efforcé, peu de temps après, d'en faire ressortir l'importance (*loc. cit.*, p. 771). Il est étonnant que la loi Delbœuf ait passé inaperçue de la plupart des naturalistes. Elle aurait pu jeter une vive lumière dans les controverses si intéressantes qui ont été récemment soulevées dans le journal anglais *Nature*, à propos de la *sélection physiologique* de Romanes.

génération de biologistes se lance de plus en plus dans cette voie féconde.

Toutefois, il convient de poursuivre également l'étude si complexe des facteurs secondaires, dont le mode d'action est loin d'être toujours parfaitement élucidé.

Les leçons qui vont suivre seront consacrées à l'étude des facteurs primaires et secondaires du transformisme, et nous grouperons ces facteurs comme l'indique le tableau ci-joint :

I. FACTEURS PRIMAIRES.	directs.	Milieu cosmique : climat, lumière, température, sécheresse et humidité; composition physique et chimique du sol et des eaux, état mécanique du milieu, vent, mouvement des eaux, etc.
		Milieu biologique : alimentation, parasitisme, symbiose, etc.
II. FACTEURS SECONDAIRES.	indirects.	Réaction éthologique contre le milieu cosmique : adaptation, convergence.
		Réaction contre le milieu biologique : mimétisme, etc.
		Hérédité.
		Concurrence vitale et sélection naturelle.
		Concurrence sexuelle et sélection sexuelle.
		Ségrégation, amitié.
		Sélection physiologique.
		Hybridité, etc.

Nous sommes loin de prétendre que cette classification soit absolument parfaite. Nous la donnons comme un premier essai de groupement, pour mettre quelque lumière dans un sujet qui n'a pas été, jusqu'à présent, exposé d'une façon didactique. Or il n'est pas facile de coordonner des matières aussi complexes et aussi enchevêtrées que celles dont nous entreprenons l'étude.

Tel facteur primaire, par exemple, pourra agir tantôt comme modificateur individuel, tantôt comme modificateur spécifique, suivant les circonstances. C'est ce qui a lieu, en particulier, pour le facteur éthologique. Le genre de vie d'un animal agit, le plus souvent, en modifiant directement certaines parties de l'organisme de cet animal dont l'usage est devenu plus fréquent : augmentation du volume de certains muscles, développement de certaines glandes, etc.

Mais il arrive aussi que l'éthologie de l'adulte agit secondairement sur le produit. C'est ce que j'ai montré, par exemple, pour les ascidies du genre Molgule, dont les espèces fixes ont un têtard mobile, tandis que les espèces libres présentent un embryon anoure. Le mode de placentation des mammifères herbivores, ruminants et pachydermes, et les caractères du jeune à la naissance, sont de même liés au genre de vie que mènent ces animaux. On peut dire que, dans ce cas, il s'agit de modifications fixées et dont l'étude doit être rattachée à celle des facteurs secondaires; mais il n'est pas douteux que, dans nombre de circonstances, un changement dans les mœurs de l'adulte détermine immédiatement et actuellement une modification de l'embryon.

Dans d'autres cas encore il devient très difficile de distinguer nettement ce qui revient aux facteurs primaires et ce qui dépend des facteurs secondaires dans la formation d'une espèce ou d'une variété.

Chacun sait, par exemple, qu'une certaine quantité de chaleur est nécessaire pour le développement des œufs de la plupart des animaux. Dans un œuf de poule, il y a tout ce qu'il faut pour faire un poulet, à la condition qu'on y ajoute une certaine température. Chez certains insectes, le ver à soie ordinaire en particulier, la condition de température nécessaire à l'éclosion des œufs ne se trouve réalisée qu'une fois par an, dans notre pays du moins. Mais dans le midi de l'Europe, où le climat est plus chaud, cette condition peut être réalisée jusqu'à trois fois dans une année, d'où la formation d'une race dite *Trevoltini*, dont l'origine est bien nettement due au facteur primaire température. Cette race est, d'ailleurs, purement physiologique.

Or, chez d'autres lépidoptères, où la même particularité de plusieurs générations annuelles se présente également, il se trouve que la deuxième génération, ne se développant pas dans les mêmes conditions que la première, présente avec celle-ci des différences morphologiques considérables. Tel est le cas de *Vanessa levana-prorsa*, qui doit même à ce fait intéressant le double nom qu'on lui a donné. Les chenilles qu'on trouve en juin éclosent en juillet et en août et donnent la variété *Prorsa*; celles trouvées en automne passent l'hiver et produisent la variété *Levana*.

Il n'y a aucun doute que la température soit encore, dans cette circonstance, le seul agent modificateur, car Berce a obtenu la variété *Porima*, intermédiaire entre *Prorsa* et *Levana*, en élevant une certaine quantité de chenilles trouvées en septembre et en tenant les chrysalides à une chaleur artificielle pendant l'hiver. D'autre part, Weissmann a pu obtenir la variété *Levana* en tenant dans une glacière des chrysalides qui, normalement, devaient donner la *Prorsa*.

Supposons qu'au lieu de se passer dans une même localité, ces phénomènes aient été observés en divers points distants l'un de l'autre, on n'aurait pas manqué d'attribuer au facteur secondaire de la ségrégation une variation qui n'est due en réalité qu'au facteur primaire température.

Il n'est pas toujours commode non plus de distinguer à quel moment de l'existence des individus (embryon ou adulte) s'est fait sentir l'action modificatrice qui a transformé la race et créé des formes nouvelles. Parfois même, on peut prendre pour des formes adultes convergentes des espèces en voie de disjonction embryonnaire.

Nous trouvons communément, sur les côtes de la Manche, dans les eaux saumâtres, une espèce de *Palaeomon* (*Palaeomonetes varians*), très voisin de la crevette rose qui figure sur nos tables. La même espèce se retrouve dans les lacs d'eau douce (voisins de la mer) de

l'Italie méridionale. Or des femelles de cette espèce, provenant des environs de Naples, comparées avec celles que l'on peut recueillir dans le vieux port de Wimereux, présentent avec ces dernières une différence très étonnante au moment de la gestation. Deux femelles, l'une de Naples, l'autre de Wimereux, prises au hasard, mais à peu près de même taille (4 centimètres environ de l'extrémité du rostre à celle de la queue), incubent, la première des œufs larges de 3 demi-millimètres ; la seconde des œufs mesurant un peu plus d'un demi-millimètre seulement. Comme conséquence, tandis que la femelle de Wimereux portait 321 œufs environ, celle de Naples n'en avait que 25, et néanmoins cette dernière paraissait la plus chargée.

Le développement du *Palaemonetes* de Naples a été suivi d'une façon très complète par P. Mayer. J'ai pu, de mon côté, étudier l'ontogénie des *Palaemonetes* de Wimereux, et Boas a fait, de son côté, des observations analogues dans la mer du Nord. De ces recherches, il résulte que l'évolution de la forme d'eau douce, dont les œufs sont chargés d'un vitellus plus abondant, est abrégée et condensée par rapport à celle des types d'eau saumâtre. Il est intéressant de remarquer que, chez l'écrevisse fluviale, les œufs sont également très volumineux et le développement plus direct que chez les types voisins habitant les mers. L'observation pourrait être étendue à bien d'autres animaux d'eau douce appartenant à des groupes très divers (Planaires, Oligochètes, etc.). La cause déterminante de cette modification doit être cherchée, sans doute, dans ce fait que la concurrence vitale a changé de forme dans les eaux douces ; il y a avantage, pour les animaux qui habitent ce milieu plus restreint, à mettre au monde un petit nombre de jeunes bien développés plutôt qu'une multitude d'embryons qui périraient faute de nourriture.

Un fait tout à fait analogue a été observé par le zoologiste russe Portchinsky sur *Musca corvina*. Dans le nord de la Russie, cette mouche coprophage pond généralement 24 œufs assez gros, d'où sortent des larves qui traversent deux phases distinctes d'évolution. En Crimée et dans le sud de la Russie, où les insectes coprophages sont plus abondants, la même mouche ne pond plus qu'un œuf unique, très volumineux, donnant une larve parvenue d'emblée à sa dernière phase évolutive.

Mais il existe, parmi les insectes, un certain nombre d'espèces que les entomologistes ne peuvent distinguer que par leurs larves et qu'ils considèrent cependant comme des types spécifiques bien distincts.

Dans quelques-uns de ces cas, on peut admettre certainement que la convergence due à l'adaptation aux milieux et à la sélection a produit, chez les formes adultes appartenant à des souches différentes, une similitude purement morphologique. Mais on voit par ce qui précède que, dans d'autres circonstances, les

agents modificateurs ont pu porter leur action sur les embryons sans modifier les adultes, et que certaines espèces peuvent arriver, par ce processus, à se diviser en deux sans modification des adultes.

J'ai voulu seulement, par ces quelques exemples, donner une idée des difficultés sans nombre qui entourent l'étude des facteurs du transformisme. Les faits observés sont nombreux et ils le deviennent chaque jour davantage ; mais on s'est peu préoccupé, jusqu'à présent, de systématiser les connaissances acquises et de poser nettement les problèmes qui surgissent à chaque pas. C'est ce que nous nous efforcerons de faire au cours de nos prochaines leçons.

Qu'il me soit permis, en terminant, d'attirer une fois de plus l'attention de la ville de Paris et de l'État sur l'utilité qu'il y aurait d'annexer à la chaire d'évolution des êtres organisés un laboratoire de transformisme expérimental, où ces importantes questions pourraient être abordées avec toute la précision que comporte la science moderne.

A. GIARD.

CONGRÈS SCIENTIFIQUES

La Convention du mètre et la construction des prototypes internationaux du mètre et du kilogramme.

Au milieu des nombreux congrès scientifiques qui ont eu lieu à Paris pendant ces derniers mois, la Conférence internationale des Poids et Mesures a passé presque inaperçue, malgré son caractère officiel bien marqué par la présence des représentants diplomatiques des nombreux États participants. Cependant l'œuvre que cette conférence a sanctionnée est d'une importance capitale ; la date de septembre 1889 restera comme une date mémorable dans les annales de la science, car elle marque l'achèvement du programme tracé il y a bientôt un siècle par les promoteurs du système métrique.

La Conférence générale des Poids et Mesures, composée des représentants diplomatiques et des savants les plus distingués des États civilisés, a pris livraison, au nom de ces États, des étalons prototypes du mètre et du kilogramme à la construction desquels le Bureau international des Poids et Mesures a travaillé pendant plus de dix ans. Par un de ces curieux effets dont le hasard a le secret, une Conférence internationale officielle consacre ainsi, dans cette année du Centenaire, une des innovations qui a eu le plus d'influence sur le développement de la science et de l'industrie, innovation que l'on doit aux mesures législatives de la