

*Que la vie et l'homme soient devenus objets
de recherche et non plus de révélation, peu l'acceptent.*

François Jacob
Le jeu des possibles.
Essai sur la diversité du vivant (1981).

Georges TEISSIER : six textes sur l'Évolution

André TOULMOND¹

Professeur honoraire à [l'Université Pierre et Marie Curie](#),
Directeur de la Station Biologique de Roscoff de 1994 à 2003

Première édition : 2012
Révisée en janvier 2013

Avant-Propos

En 2011, un sondage IPSOS-Reuters effectué dans 24 pays nous a appris que, parmi les français, 55% se déclarent évolutionnistes (E), 9% créationnistes (C), et 36% sans opinion tranchée. La valeur du rapport E/C est de 6,1. Il nous place en troisième position derrière la Belgique (7,6) et la Suède (6,8). Viennent ensuite le Japon (6,0), la Chine (5,8), l'Allemagne (5,4) et l'Espagne (4,8). La Grande-Bretagne, patrie de Darwin, n'arrive qu'en huitième position (4,6), loin devant les États-Unis d'Amérique (0,7), qui font partie des sept pays sondés présentant un rapport E/C inférieur à 1. L'Arabie saoudite ferme la marche (0,1).

Aux États-Unis, pays de haute culture scientifique et technologique, 40% des individus interrogés se réclament d'une doctrine non rationnelle, le créationnisme, que ce soit sous sa forme la plus radicale (interprétation littérale de la Bible) ou sous la forme plus récente du « dessein intelligent » (néo-crétionnisme), dont les adeptes confondent faits et opinions, science et croyance, et considèrent que darwinisme et créationnisme sont deux théories également scientifiques qu'il faudrait mettre en concurrence. Leur nombre progresse un peu partout dans le monde, incluant quelques savants qui refusent de reconnaître que le monde décrit par la science ne peut être comparé au monde décrit selon un dogme.

Une situation similaire a longtemps prévalu en France. Jusque dans les années dix-neuf cent quatre-vingt, pour des raisons diverses et souvent scientifiques, un nombre significatif de biologistes français parmi les plus influents refusaient de reconnaître la valeur explicative de la théorie darwinienne de l'Évolution. Il m'a donc semblé utile de rassembler, pour l'information du plus grand nombre et sous une forme facilement accessible, six articles publiés entre 1938 et 1962 par Georges Teissier², un biologiste qui fut pendant toute sa carrière scientifique, et contre toutes les croyances, matérialistes ou non matérialistes, un rationaliste combatif et un darwinien convaincu.

¹. <toulmond@sb-roscoff.fr>

². Un biologiste engagé dans son siècle, Georges TEISSIER (1900-1972).

<http://www.sb-roscoff.fr/station-biologique-de-roscoff/histoire-et-patrimoine-sbr.html>

Introduction

Georges Teissier (1900-1972) a publié entre 1938 et 1962 six articles parfois polémiques dans lesquels il affiche de manière militante son adhésion au darwinisme. Ces textes offrent un bon aperçu des controverses transformistes qui persistèrent en France jusque dans les années dix-neuf cent quatre-vingt. Ils présentent également de manière simple le mécanisme de l'Évolution proposé par Charles Darwin en 1859, mécanisme certes encore incomplètement compris mais conforté et précisé depuis par les travaux de cohortes de chercheurs. Il faut se rappeler qu'en 1938, et encore en 1962, les biologistes français acquis aux thèses darwiniennes étaient considérés par beaucoup de leurs collègues, au mieux comme des originaux, au pire comme les tenants d'une religion fondée sur l' "*Origine des espèces*". D'où la nécessité pour Teissier de rappeler, à plusieurs reprises, les principes de la théorie darwinienne à une communauté scientifique française incapable de se débarrasser d'un vieux réflexe fixiste ou se réfugiant, non sans arrières pensées, dans un lamarckisme dépassé. Il résume assez bien l'attitude de ses collègues en trois phrases de son article de 1945 : "*Si aucun biologiste sérieux ne doute plus aujourd'hui de la réalité de l'Évolution, beaucoup croient encore de bonne foi ... que son mécanisme reste inconnu*". Il ajoute plus loin (et plus sévèrement) : "*Un des plus grands mérites des fondateurs du transformisme est, en effet, d'avoir compris qu'il n'était pas possible de limiter la portée de l'évolution, une fois admis son principe, **et que celle-ci devait tout expliquer, ou rien**. Mais cette hardiesse a épouvanté bien des esprits timorés qui ont cherché à concilier un fixisme inavoué et un évolutionnisme vidé du meilleur de sa substance. Il n'est pas d'attitude intellectuelle moins raisonnable*".

Les articles, et les journaux dans lesquels ils ont été publiés.

Les six articles (voir encadré ci-dessous) ont été publiés en français, dans des revues d'analyse et de synthèse de diffusion relativement modeste, destinées en priorité à un public averti mais pas forcément féru de biologie : intellectuels rationalistes, marxistes, communistes ou sympathisants (*La Pensée, revue du rationalisme moderne*) ; intellectuels positivistes souhaitant lutter (déjà!) contre les méfaits d'une spécialisation de plus en plus étroite en sciences (*Scientia, rivista internazionale di sintesi scientifica*, journal italien fondé en 1907 à Bologne) ; biologistes à la recherche d'articles de synthèse dans leur discipline (*L'Année biologique*). Trois textes (n°1, 4 et 5) sont en fait les retranscriptions de conférences données dans des colloques au cours desquels s'affrontèrent des thèses transformistes parfois irréconciliables.

Pour évaluer et comprendre ces articles, écrits dans une langue et un style souvent remarquables, il faut les replacer dans le contexte scientifique de l'époque, et admettre qu'ils sont quasi exclusivement destinés à un public franco-français qu'il s'agit de convaincre de la valeur de la théorie darwinienne. D'où leur caractère à la fois pédagogique (les faits sont exposés de manière très simple, avec rappel des fondamentaux de la génétique par exemple) et polémique (il s'agit d'une argumentation de combat, les opposants à la théorie étant clairement visés, voire nommés, et leur attitude dénoncée avec force). Il ne faut donc pas s'étonner du caractère un peu inhabituel du format de ces textes, format qui n'est pas celui des articles de la littérature scientifique dite « primaire ». Par exemple, la bibliographie est extrêmement succincte, voire inexistante, ce qui peut diminuer le poids de l'argumentation, Teissier apparaissant au lecteur non averti comme le penseur isolé défendant une thèse quasi personnelle. D'aucuns pourront même accuser Teissier de n'avoir pas réellement pris

connaissance de l'abondante littérature publiée entre 1930 et 1960 et qui constitue le socle de la théorie synthétique de l'Évolution.

Enfin, pour comprendre l'âpreté d'un débat qui aurait dû n'être que scientifique, on doit également prendre en compte le contexte politique voire religieux de l'époque. Sympathisant puis communiste déclaré pendant et après la seconde guerre mondiale, Teissier avait à convaincre, dans son public, des collègues dont beaucoup avaient, en ce qui concerne l'organisation de la société, une vision différente de la sienne³.

- 1- En marge de l'encyclopédie française : une controverse sur l'évolution. 4. Intervention de M. Georges Teissier. *Revue trimestrielle de l'Encyclopédie française*. 1938, **3** : 11-14.
- 2- La théorie de la "sélection naturelle" a cent ans. *La Pensée, revue du rationalisme moderne*. 1939, **1** : 112-113.
- 3- Mécanisme de l'évolution. *La Pensée, revue du rationalisme moderne, Nouvelle Série*. 1945, **2** : 3-19 et **3** : 15-31.
- 4- Quelques remarques sur l'évolution. *La Pensée, revue du rationalisme moderne, Nouvelle Série*. 1947, **15** : 18-20.
- 5- Transformisme d'aujourd'hui. *L'Année biologique*, 1962, 4^e Série, T. 1, **7-8** : 359-374. Cet article a également été publié aux Éditions de la Station biologique de Roscoff.
- 6- Enchaînement des générations et évolution. *Scientia, rivista internazionale di sintesi scientifica*. 1962, 6^e série, 56^e année, 1-7.

Article n°1 (1938)

"Le 6 mai 1938, sous les auspices de l'Association des Maisons de la culture, une vaste réunion présidée par Louis Lapicque mettait aux prises à la Sorbonne quelques biologistes qualifiés ... avec l'éminent savant qu'est Paul Lemoine ". C'est en ces termes que Lucien Febvre⁴ entame la présentation des cinq textes issus du colloque et réunis sous le titre général "Une controverse sur l'évolution". Paul Lemoine⁵ (1878-1940), nommé en 1920 à la chaire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle, fut chargé de la coordination du Tome V de l'*Encyclopédie française* ayant pour titre "Les êtres vivants", et il en signa les conclusions. Pour connaître les raisons de la confrontation organisée par Lucien Febvre, il suffit de citer le début de l'intervention de Paul Lemoine : "Je fais ici figure d'hérétique. J'ai commis une faute grave, celle de douter de la réalité de la théorie de l'évolution, et cette faute est d'autant plus grave que j'étais évolutionniste convaincu, que j'ai changé d'opinion, que je suis donc convaincu d'apostasie. Pour ma défense, laissez-moi exposer les raisons pour lesquelles je ne crois plus à la théorie intégrale de l'évolutionnisme — sans être, pour cela, devenu ni fixiste ni créationniste". C'est, de la part de Lemoine, placer délibérément le débat dans un contexte quasi religieux, ce qu'il confirme un peu plus loin en faisant remarquer "que l'acceptation de l'évolution est actuellement une

³. Les six articles ont été pensés, rédigés et publiés dans un intervalle de temps (1938-1962) qui correspond à la fin du Front populaire (1936-1938), à la seconde guerre mondiale (1939-1945) et aux dix-sept premières années de la guerre froide (1945-1989 — année de la chute du mur de Berlin).

⁴. Historien, co-fondateur avec Gaston Berger et Anatole de Monzie de l'*Encyclopédie française*, créée en 1932.

⁵. <file:///localhost/.http://www.annales.org/archives:x:lemoine4.html>

mystique", et en développant une argumentation qui sur certains points pourrait être qualifiée de créationniste.

Face à lui, quatre biologistes, évolutionnistes déclarés, qui abordent la question de l'évolution de manière très personnelle, ce qui permet d'avoir un aperçu des idées et de l'ambiance intellectuelle qui avaient cours en France en 1938. Leurs interventions méritent un rapide examen.

Louis Lapicque⁶ (1866-1952), médecin et neurophysiologiste, préside la réunion avec prudence et diplomatie. Pour lui, l'évolution se lit dans la filiation. Il explique la taille du cerveau humain par une mutation simple (doublement du nombre des cellules nerveuses), mais répétitive dans la lignée des Mammifères. Il admet la sélection naturelle sans employer cette expression, et ce cite jamais Darwin. Dans sa conclusion, il regrette le contexte religieux de la controverse : " ... *la théorie de l'évolution, c'est une lumière dans une direction qui me paraît être celle de la vérité, et je crois que, sans la passion religieuse ou philosophique qui voudrait situer l'Homme en dehors de l'animalité, il y a longtemps qu'on n'en discuterait plus* ".

Pierre-Paul Grassé⁷ (1895-1985), zoologiste, réfute les thèses développées par Lemoine, en développe de différentes, et profite de l'occasion qui lui est donnée pour donner une opinion, disons patriotique, peut-être assez répandue chez les biologistes français de cette époque : "*Pour en revenir au darwinisme ... je n'en dirai qu'un mot : le transformisme est fils de la France plutôt que fils de l'Angleterre*". Il rappelle les travaux de Buffon et de Lamarck, effectués bien avant ceux de Darwin, et conclut son intervention par une phrase qui laisse perplexe : "*Je ne suis pas certain que l'avenir ne nous ramène pas vers les solutions lamarckiennes de l'influence du milieu plutôt que vers les solutions darwiniennes qui, isolant si fortement l'organisme de son milieu, en font en quelque sorte une monade sans porte ni fenêtre sur le monde extérieur* ".

Marcel Prenant⁸ (1893-1983), zoologiste et marxiste, affirme d'emblée son opinion : " ... *à mon avis, la théorie de l'évolution n'a jamais été aussi solidement établie qu'aujourd'hui. Elle a reçu des preuves telles qu'à l'heure actuelle on pourrait presque dire que, de théorie, elle s'est changée en fait. En second lieu, l'interprétation que l'on peut en donner, si elle est vraiment scientifique, ne peut être qu'essentiellement darwinienne* ". Après avoir longuement insisté sur l'existence et le rôle des mutations — qui peuvent expliquer aussi bien la micro que la macroévolution — il utilise les données de la paléontologie, de l'histologie, de la chimie, de la biochimie, de l'embryologie et de la biogéographie pour réfuter l'argumentaire de Lemoine. Il rejette pour terminer les théories, non basées sur des faits d'observation, proposées en remplacement de l'évolution darwinienne : la génération spontanée à partir de la matière inerte (invocée par Lemoine), l'évolutionnisme créationniste, « l'élan vital » bergsonien, et la tendance interne à l'adaptation de l'évolutionnisme lamarckien.

L'intervention de Georges Teissier débute par quatre phrases brèves, annonciatrices d'une approche originale du problème : "*Il s'agit d'expliquer l'évolution. De l'expliquer et non de la décrire. De l'expliquer avec des arguments scientifiques. Pour cela nous devons nous appuyer sur des faits ... établis au laboratoire* ". On ne peut être plus clair. Pour résumer, Teissier va parler essentiellement de mutations, de celles que l'on

⁶. http://fr.wikipedia.org/wiki/Louis_Lapicque

⁷. http://fr.wikipedia.org/wiki/Pierre-Paul_Grass%C3%A9

⁸. http://fr.wikipedia.org/wiki/Marcel_Prenant

peut observer de nos jours dans la nature, de celles qui interviennent communément au laboratoire chez la Drosophile, des expériences effectuées sur cette mouche en milieu confiné, dans les fameuses « cages à populations » qu'il a mises au point en 1930 au laboratoire de Zoologie de l'ENS avec Philippe L'Héritier. À ce propos il évoque (sans se citer !) les expériences⁹ réalisées récemment à Roscoff, en milieu semi-confiné, sur le mutant « *vestigial* » de la Drosophile, expériences par lesquelles est testée positivement l'hypothèse de Darwin expliquant la perte du vol chez beaucoup d'insectes vivant au bord de la mer (cf. Annexe 2). Toutes ces observations et expériences démontrent pour Teissier l'existence et le rôle de la sélection naturelle dans l'évolution, qu'elle soit conservatrice ou créatrice. Dans son intervention, l'expression est d'ailleurs utilisée dix fois, et Darwin est cité nommément neuf fois. Teissier conclut sur une affirmation : l'évolution est fille des jeux du hasard et de la sélection naturelle.

Articles n°2 (1939), 3 (1945) et 4 (1947).

Avant de parler du contenu de ces articles, attardons-nous un instant sur le choix fait par Teissier de les publier dans *La Pensée*, revue d'inspiration marxiste, fondée en 1939 par Paul Langevin (1872-1946), physicien célèbre qui apporte sa caution scientifique, et Georges Cogniot (1901-1978), écrivain et philosophe¹⁰ (cf. Annexe 3). C'est ce dernier qui, en fait, inspire et dirige la publication. Membre du Parti communiste français dès son entrée à l'École normale supérieure en 1921, il participa jusqu'à son décès à tous les combats du Parti comme membre du Comité central, député puis sénateur, rédacteur en chef de *L'Humanité*. Teissier étant lui aussi membre du Parti, et membre du Comité directeur de *La Pensée* à partir de 1944, il était normal qu'il contribue à la vie de la revue en y publiant certaines de ses œuvres. J'ai évoqué dans un précédent article¹¹ les relations compliquées et parfois ambiguës que Teissier entretenait avec le Parti. Or ces trois papiers traitent, de manière militante, de thèmes (l'évolution darwinienne, la sélection naturelle, la génétique, ...) condamnés par l'orthodoxie stalinienne et par les thèses anti-darwiniennes de Lyssenko, thèses soutenues à cette époque par un Parti communiste grand pourfendeur de la « *pseudoscience bourgeoise* ». On peut conclure ce paragraphe introductif de manière optimiste en saluant l'ouverture d'esprit du directeur de la revue (Cogniot) et la capacité de résistance du scientifique agnostique (Teissier) face aux dogmes quels qu'ils soient.

L'article n°2 de 1939 est très court (2 pp.). Teissier y évoque le quasi centenaire, non célébré, de la découverte simultanée par Darwin du livre de Thomas Malthus (*Essai sur le principe de population, 1798*) et de la possibilité d'existence d'une « sélection naturelle ». Il en profite pour rappeler l'importance de l'œuvre du maître et pour afficher à nouveau son adhésion totale à la théorie de la sélection naturelle, moteur de l'Évolution.

L'article n°3 publié en 1945 (30 pp.) a été en fait rédigé en 1943, en pleine guerre mondiale. La France est alors pratiquement coupée du monde scientifique anglo-saxon, ce qui explique l'absence de références à des travaux postérieurs à 1939 (cf. également l'article n°4). Dans sa brièveté le titre (*Mécanisme de l'Évolution*) est affirmatif :

⁹. L'Héritier P., Neefs Y., Teissier G., 1937. Aptérisme des Insectes et sélection naturelle. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 204 : 907-909.

¹⁰. http://fr.wikipedia.org/wiki/Georges_Cogniot

¹¹. Un biologiste engagé dans son siècle, Georges TEISSIER (1900-1972).

<http://www.sb-roscoff.fr/station-biologique-de-roscoff/histoire-et-patrimoine-sbr.html>

l'Évolution existe et on peut en décrire les rouages de manière scientifique. L'emploi du singulier indique également que l'auteur est convaincu que le processus évolutif est unique et s'applique dans tous les cas possibles, qu'il s'agisse de micro- ou de macroévolution. Le texte, très didactique, est un véritable cours qui fait le point sur les connaissances de l'époque mais qui annonce aussi l'existence d'une « *théorie moderne de l'évolution* », fondée sur la génétique et ses modèles, et en particulier sur ce qu'il appelle la génétique évolutive.

Dans une introduction qui souligne les difficultés que soulève l'étude de l'évolution — *le problème est d'une échelle démesurée par rapport à tout autre problème biologique* — Teissier rappelle le caractère arbitraire du découpage systématique et la nécessité de définir l'espèce comme une « *collectivité mouvante d'êtres qui naissent et qui meurent* ». Le premier chapitre reprend ensuite les principes de base du darwinisme, fondés sur l'observation du mécanisme utilisé par l'homme pour sélectionner des variétés nouvelles de plantes ou d'animaux. Teissier souligne ensuite l'apport de la génétique dans la recherche d'arguments permettant d'étayer la théorie de la sélection naturelle, problème qui fait l'objet du deuxième chapitre, dans lequel sont développés les « *fondements logiques de l'hypothèse* », les notions de « *sélection conservatrice et sélection novatrice* » ainsi que le rôle de la fixité ou non des conditions du milieu. Vient ensuite l'analyse et la réfutation des « *erreurs fixistes* », fondées sur l'existence de la sélection conservatrice et déniaient au hasard la possibilité de sélectionner les individus « *les plus aptes* » au sein d'une génération. Le troisième chapitre traite des « *données de l'expérience* ». Teissier reprend les exemples classiques en matière de variations héréditaires, de valeur sélective de certains caractères face aux modifications du milieu (il cite à nouveau ses propres expériences faites à Roscoff sur le mutant *vestigial* de *Drosophile*), des mécanismes « *qui, en assurant l'isolement sexuel d'une espèce naissante, lui donnent son autonomie, et sans lesquels le monde vivant ne serait qu'un chaos de formes indécises* ». Le quatrième et dernier chapitre traite logiquement de « *la naissance des espèces* ».

L'article n°4 est publié en 1947 dans le fascicule n°15 de *La Pensée*, entre un texte de l'anglais John Burton Sanderson Haldane¹² (*Le mécanisme de l'évolution*) et celui d'un autre ami et collègue déjà évoqué, Marcel Prenant (*À propos d'un colloque sur l'évolution*)¹³. Dans son article, Haldane critique celui que Teissier a publié en 1945 et dont, soit dit en passant, il a assuré la traduction et la publication dans la revue "*Modern Quarterly*". Teissier répond en trois pages aux critiques amicales mais non dénuées d'arrière-pensées politiques de Haldane, en restant sur le plan strictement scientifique. Mais, surtout, il profite de l'interpellation pour confirmer sa vision du mécanisme de l'Évolution en s'appuyant sur les ouvrages de Dobzhansky, Mayr et Simpson parus pendant la guerre et dont il a pu prendre connaissance après la libération de la France. Il se félicite également de la publication du premier numéro d'une revue américaine, *Evolution*, ce qui lui permet de conclure : "*Le darwinisme commence une nouvelle carrière, plus glorieuse encore et plus féconde que la première*".

¹². [http://en.wikipedia.org/wiki/J. B. S. Haldane](http://en.wikipedia.org/wiki/J._B._S._Haldane)

¹³. Ce colloque international, tenu du 17 au 23 avril 1947 à la Sorbonne, fut l'un de ceux qui furent organisés en France par le CNRS et la Fondation Rockefeller pour confronter, sur des sujets précis, les opinions et les expériences de savants que la guerre avait longtemps isolés. Rappelons que Teissier a été directeur du CNRS de 1946 à 1950.

Article n°5 (1962).

Il reprend en quatorze pages le texte d'une conférence donnée par Teissier le 5 décembre 1961 à Paris. La Maison des Sciences avait organisé, en 1961, un cycle de sept conférences consacrées à l'Évolution. *L'Année biologique* en publia six : *Le passé du transformisme* (Jean Rostand¹⁴, pp. 339-357) ; *Transformisme d'aujourd'hui* (Georges Teissier, pp. 359-374) ; *Les incertitudes de l'Évolution* (Pierre-Paul Grassé, pp. 375-388) ; *L'origine du phylum des Mammifères* (Charles Devillers, pp. 389-406) ; *Paléontologie et théories modernes de l'Évolution* (Jean-Pierre Lehman, pp. 407-419) ; *L'origine de l'Homme et la paléontologie* (Jean Piveteau, pp. 421-436). Tous ces auteurs admettent, en 1962, le fait de l'évolution, mais deux d'entre eux contestent très explicitement la valeur scientifique du darwinisme. La formulation est courtoise mais ferme. Rostand écrit, p. 356 : « Conte de fées pour grandes personnes, lamarckisme et darwinisme ont eu leur rôle historique ; ils ont servi à imposer la vérité du transformisme, mais, ... nous n'avons plus besoin maintenant, pour croire à l'évolution, de croire à l'influence du milieu ou à la sélection naturelle ». Et Grassé précise (p. 387) : « J'envie ceux qui ont trouvé dans la seule science actuelle la paix de leur conscience de savant et qui, dans leur temple intérieur, ont su placer leur dieu anglo-saxon ». Il publiera en 1980 un ouvrage¹⁵ dans lequel il considère que darwinisme, marxisme et sociobiologie ne sont que des idéologies.

Evidemment, la position de Teissier est tout à fait différente. Après avoir ironisé sur les raisons de la non célébration en France, en 1959, du centenaire de l' « *Origine des espèces* », sur l'adoption par les biologistes français d'un néolamarckisme « à la française », sur les querelles qui aboutirent hélas, d'après lui, à un renouveau en France des théories vitalistes et finalistes, il s'affirme comme l'un de ces jeunes gens (*une vingtaine, au compte de Simpson ...*) qui, dans les années vingt, ne « *désiraient pas parler de l'Évolution mais voulaient l'étudier par l'expérience et par le raisonnement* ». Sans nier l'existence de difficultés et d'incertitudes, son adhésion à la " Théorie synthétique de l'Évolution " — issue des recherches en systématique, en paléontologie, en écologie, en statistique, en biométrie et en génétique¹⁶ — est totale. Il s'en revendique même comme l'un des artisans. Il s'attache en particulier aux méthodes et aux résultats de la génétique évolutive, qu'il finit par nommer « génétique des populations » : partant des bases de la génétique mendélienne, elle permet d'expliquer comment la sélection conservatrice et la sélection novatrice, agissant ensemble sur une population, sont les moteurs d'une évolution dirigée qui, dans certaines circonstances, conduit à la séparation de races puis d'espèces nouvelles. Après avoir insisté une nouvelle fois sur le caractère contingent des coupures systématiques, Teissier réaffirme l'existence d'un processus unique expliquant aussi bien la micro que la macroévolution. Sa conclusion est une réponse à Jean Rostand, cité plus haut : « *Est-il bien nécessaire, pour conclure, de répéter que nous persistons et persisterons à penser que l'évolution a commencé et finira avec la vie, qu'elle est explicable par les moyens normaux de la science et que, depuis les tout premiers commencements et jusqu'à la fin des temps, elle a été et elle sera gouvernée par le hasard et par la sélection. J'oubliais : nous ne "dédarwinisons" pas* ».

¹⁴. http://fr.wikipedia.org/wiki/Jean_Rostand

¹⁵. P.-P. Grassé. *L'homme en accusation. De la biologie à la politique*. 1980, Albin Michel, 354 pp.

¹⁶. Teissier en profite au passage pour décocher une flèche aux généticiens des années dix-neuf cent vingt, mutationnistes stricts, « *fiers de leur science et dédaigneux de celle des autres* ».

Article n°6 (1962).

Il est particulièrement intéressant car, en un peu plus de six pages, Teissier s'en prend à ceux de ses collègues qui — à l'exemple de Rostand et de Grassé cités ci-dessus — ne se réclament plus d'un fixisme tel qu'on le définissait au XVIII^e siècle, mais sont en fait les tenants non avoués du même « évolutionnisme créationniste » auquel adhéraient Milne-Edwards cent ans plus tôt. Pour ces auteurs, la théorie darwinienne, si elle peut à la rigueur expliquer la microévolution (la séparation de races, voire à la limite la formation de nouvelles espèces), elle ne peut rendre compte d'une macroévolution responsable selon eux de la naissance de nouveaux plans d'organisation (archétypes) correspondant aux grandes coupures de la systématique linnéenne (les phylums ou embranchements). Dans un passage remarquable, Teissier prend l'exemple de la filiation patrilinéaire de l'un quelconque des représentants actuels de l'espèce humaine pour montrer que, si le mécanisme de l'Évolution est considéré sur une durée suffisamment longue, tout n'est que continuité. Il est en effet impossible de concevoir une rupture dans la suite des générations qui ont conduit à l'Homme moderne à partir d'ancêtres « Poissons », descendant eux-mêmes d'organismes invertébrés, « *de ces bêtes qu'on mange ou qu'on écrase* » selon l'expression de Rostand. Inutile d'imaginer des « sauts évolutifs » d'origine et de nature inconnues et inconnaissables. Teissier conclut l'article par une phrase qui résume parfaitement le débat : « *Il ne faut pas avoir peur des archétypes : ils n'existent pas* ».

On remarquera par ailleurs que ce combat de Teissier contre ce qu'il nomme « l'évolutionnisme créationniste » préfigure, cinquante ans à l'avance, celui des darwiniens actuels contre les tenants du « dessein intelligent ».

Conclusion.

Teissier a été très tôt convaincu par la théorie darwinienne de l'évolution, à une époque (le début des années dix-neuf cent vingt) où " *le domaine jadis florissant des recherches transformistes était devenu un désert que l'on évitait de traverser autrement qu'en touriste pressé, et auquel il n'était pas décent de trop s'intéresser* " (cf. article n°5). Dans un carnet manuscrit daté de mai 1918, présent dans les archives de la Station Biologique de Roscoff, Teissier¹⁷ consacre trente-cinq pages de notes à l'analyse de l'ouvrage publié par Hugo de Vries en 1905 : *Species and varieties: their origin by mutation*. On peut penser que c'est à cette époque qu'il a découvert les théories évolutionnistes et qu'il a adhéré au darwinisme. Le contexte était alors peu favorable : les biologistes français étaient majoritairement anti-darwiniens, au mieux indifférents. Les rares darwiniens français de la fin du XIX^e et du début du XX^e siècle avaient disparu (comme Giard) ou avaient abandonné leurs recherches dans le domaine de l'Évolution (comme Cuénot). Il a fallu au jeune Teissier un certain courage et une grande force de conviction pour s'affirmer darwinien si tôt, dans un monde universitaire essentiellement lamarckien, et pour persévérer dans cette opinion en dépit de toutes les pressions idéologiques. On peut trouver dans cette attitude l'une des raisons de son entrée tardive à l'Académie des sciences, en 1967, après quatre tentatives infructueuses.

Il faut aussi souligner que les deux derniers textes de Teissier, publiés en 1962, portent la marque de la fin d'une époque. Les arguments qu'il utilise dans sa controverse avec Grassé par exemple commencent, si l'on peut dire, à dater. Ni Teissier, ni Grassé, comme d'ailleurs beaucoup de biologistes français contemporains, ne semblent avoir

¹⁷ . Il est alors âgé de 18 ans et prépare le concours d'entrée à l'ENS Ulm, section des mathématiques.

mesuré l'importance de quelques découvertes qui allaient révolutionner les études sur l'Évolution. La description de la structure en double hélice de l'ADN en 1953 (Watson et Crick) et celle du principe du code génétique en 1957 (Crick et Brenner), vont conduire au décryptage du code génétique universel en 1966 (Nirenberg et Khorana), à la génétique et à la phylogénie moléculaire, et à l'établissement d'une filiation du vivant fondée sur des faits et non plus seulement sur l'idée juste que s'en faisait Teissier avec sa filiation patrilinéaire imaginée. Ce qui peut être considéré comme une absence de vision est d'autant plus étonnant que Teissier, il faut le rappeler, fut à l'origine de la création en 1946 de la première chaire de Génétique de la Sorbonne, qu'il fut l'un des enseignants du certificat de Génétique créé la même année, et qu'il avait depuis 1938 comme beau-frère un certain Jacques Monod. Ce dernier, Prix Nobel de Physiologie ou Médecine en 1965 avec François Jacob et André Lwoff pour ses travaux en biologie et génétique moléculaires, devait bien, de temps à autres, discuter des progrès de ses recherches avec Teissier.

Teissier fut cependant visionnaire sur un point très important. Les nouveaux domaines de la biologie n'auraient pu se développer sans l'informatique, à l'époque discipline émergente au même titre que la biologie moléculaire. Mathématicien de formation, biométricien, généticien des populations, Teissier concède (*cf.* article n°5) que les calculs théoriques développés par cette dernière discipline sont de plus en plus complexes. Mais, dit-il "*... on peut cependant toujours en venir à bout avec, s'il le faut, l'aide d'un calculateur électronique qui permet, sans peine excessive, de comparer les conséquences de diverses hypothèses également plausibles*". En 1965, le laboratoire de Zoologie de Paris, dont il était directeur, fit l'acquisition d'un exemplaire du premier des ordinateurs programmables¹⁸ mis sur le marché. Ce « calculateur électronique » remplaça les calculatrices mécaniques puis électro-mécaniques que Teissier avait abondamment utilisées jusqu'alors. Pour l'anecdote, cet ordinateur à proprement parler extraordinaire pour l'époque, qui pesait une quinzaine de kilogrammes et avait coûté l'équivalent de plus de 6000 euros, était capable de réaliser les quatre opérations arithmétiques et l'extraction des racines carrées.

Remerciements

A Wikipedia, Jean-Paul Truchot et Marielle Guichoux.

Avertissement

Dans les pages qui suivent, les notes infrapaginales sont celles des textes de Georges Teissier, à l'exception des notes n° 19 (page 14) et 24 (page 50).

¹⁸ . http://en.wikipedia.org/wiki/Programma_101

Article n°1 publié dans :

Revue trimestrielle de l'Encyclopédie française. 1938, 3 : 11-14.

EN MARGE DE L'ENCYCLOPEDIE FRANÇAISE : UNE CONTROVERSE SUR L'EVOLUTION.

4. Intervention de M. Georges TEISSIER,

Professeur à la Faculté des Sciences.

Il s'agit d'expliquer l'évolution. De l'expliquer et non pas de la décrire. De l'expliquer avec des arguments scientifiques. Pour cela nous devons nous appuyer sur des faits que nous connaissons, des faits établis au laboratoire. Nous sommes très mal placés pour étudier l'évolution. L'homme ne vit pas assez longtemps. Nous sommes aussi mal placés pour étudier l'évolution d'une espèce que le serait un animal qui vivrait quelques secondes pour étudier le cycle des saisons : c'est l'ordre de grandeur des proportions. Ces grosses difficultés font que nous ne pouvons pas espérer étudier scientifiquement, de façon précise, une évolution de quelque ampleur.

On vous a parlé de l'origine d'un embranchement, de l'origine d'un groupe, on a jonglé avec des millions d'années. Je me situerai sur une échelle de temps beaucoup plus modeste : on étudie expérimentalement l'évolution depuis quelques dizaines d'années et c'est avec ce chiffre de dix ans qu'il faudra que je me tire d'affaire. Ne vous attendez donc pas à ce que je vous explique comment un être qui ressemblait peut-être à un Poisson est devenu un jour un Homme, mais si je vous explique comment une espèce qui était noire est devenue blanche ou qui était blanche est devenue noire, ce sera déjà, croyez-moi, un beau résultat. Après? Je pense comme PRENANT qu'avec le temps on fait beaucoup de choses, et qu'en accumulant de petits changements on arrivera à de grands changements. Jusqu'où ira-t-on? Je ne sais pas. Ce que je vais essayer de vous expliquer, c'est comment une variété de Mouches peut passer à une autre variété de Mouches. C'est beaucoup plus limité, mais permettez-moi de penser que c'est beaucoup plus sûr.

On a cité des biologistes qui disaient que l'évolution est très ralentie ; pour d'autres, l'évolution se produirait par phases explosives ... Si vous voulez bien, ne tenons compte que de ce que l'on voit tous les jours.

Ce que nous voyons tous les jours, c'est une nature qui semble extrêmement stable. Seulement l'étude expérimentale, l'analyse au laboratoire découvre dans chaque espèce des centaines, des milliers de ces mutations dont vous parlait PRENANT tout à l'heure. Chaque fois que l'on s'est donné la peine d'étudier une espèce, de l'élever en nombre assez grand, on s'est aperçu qu'il existait des mutations, que telle espèce insignifiante de Mouche qui avait des yeux rouges pouvait quand on l'élevait montrer des yeux blancs, des yeux roses, des ailes longues ou courtes, un corps noir ou rouge, etc. Même si nous n'avions pas ces expériences récentes, nous devrions tous être convaincus que les espèces animales et végétales sont tout à fait plastiques. Songez seulement au Chien : est-il rien de plus différent que les différentes races de Chiens? Et pourtant c'est l'Homme qui les a fabriquées à partir d'un animal qui ressemblait plus ou moins à un

Loup. J'en dirai autant pour tous les animaux domestiques, pour toutes les variétés de plantes cultivées.

Comment l'homme a-t-il obtenu ce résultat? Comment l'homme a-t-il créé, à partir de formes qui n'étaient pas ce qu'elles sont devenues, les formes que nous connaissons maintenant? C'est cette simple question que s'est posée DARWIN lorsqu'à la suite de ses voyages il lui est venu des doutes sur la fixité de l'espèce. Il s'est demandé comment pouvaient se créer les espèces, et il a pensé tout naturellement que le meilleur moyen de s'en rendre compte était d'étudier la façon dont les hommes font les races nouvelles dont ils ont besoin. Il a donc étudié ces faits empiriques pratiqués par les éleveurs depuis des millénaires, et il en a déduit des règles d'une grande sagacité qui ont été confirmées avec une absolue certitude. Si on isole un individu porteur de tel ou tel caractère et qu'on étudie sa descendance, on arrivera, en suivant certaines règles dans les croisements, à réisoler des descendants portant le caractère qui nous a intéressés ; en croisant entre eux les animaux portant ce caractère, on isolera une race pure. Donc trois phases : trouver un animal portant le caractère qui nous intéresse, pratiquer des croisements appropriés, faire une sélection sur les produits de ces croisements et élever enfin l'animal en race pure.

Ces techniques de la sélection artificielle ont donné des résultats magnifiques, les résultats que nous connaissons. L'hypothèse de DARWIN a été que la nature opère elle aussi par sélection et qu'elle choisit entre les êtres vivants à chaque génération ceux qui doivent transmettre leurs qualités à leurs descendants ; quand il parle de la nature, il entend bien la nature matérielle et non pas quelque divinité cachée sous ce vocable. Cette sélection naturelle est le grand principe de DARWIN et l'essence du darwinisme ; c'est pourquoi toutes les critiques que l'on a faites au darwinisme portaient d'abord sur l'existence de la sélection naturelle qui en est la pierre angulaire.

DARWIN dit ceci : « À chaque génération, dans chaque espèce il naît beaucoup plus d'individus qu'il n'en peut arriver à l'âge adulte ; il faut de toute nécessité qu'un grand nombre meure. Ceux qui survivront seront ceux qui possèdent certaines qualités, seront ceux qui sont les plus aptes ». Et l'on a beaucoup discuté sur ce qu'il voulait dire par là : c'est d'une extrême simplicité ; il n'a jamais donné aux mots « les plus aptes » un sens métaphysique ; il s'agit d'une chose concrète. S'il se trouve que dans l'espèce considérée les jeunes périssent en grand nombre par le froid, le plus apte sera celui qui résistera le mieux au froid ; s'il se trouve qu'ils sont dévorés en grand nombre par des ennemis, les plus aptes seront ceux qui auront une couleur leur permettant de passer inaperçus ou qui courront très vite, ou qui seront particulièrement habiles à chasser.

Tel est l'énoncé du darwinisme, l'énoncé de la sélection naturelle. Ce principe se vérifie-t-il dans la nature? C'est ce que je vais essayer de prouver ; mais auparavant je voudrais faire justice de deux objections que l'on adresse à la théorie, deux objections qui satisfont beaucoup de biologistes, mais qui, je l'avoue, ne me convainquent en aucune façon.

La première est que – personne ne le nie – il meurt un nombre énorme de jeunes. Mais on prétend que ces morts se font au hasard, et voilà l'argument textuel que l'on trouve dans les livres depuis une trentaine d'années : soit une mare dans laquelle se trouvent quelques milliers de têtards ; il y a des têtards qui ont une queue longue, d'autres une queue courte, il y en a de plus clairs, de plus sombres, il y en a peut-être de plus intelligents. La mare se dessèche, ils meurent tous. À quoi leur a servi la longueur de leur queue, leur intelligence, leur capacité digestive? À rien, la mare se dessèche, ils

sont tous morts. Cette objection a été reprise d'une autre façon : une Baleine ouvre sa gueule et avale d'un coup quelques dizaines de milliers de Copépodes. Si l'un d'eux est doué de vertus spéciales, cela ne l'empêche pas d'être mangé. Certes, mais est-ce à dire que la sélection naturelle n'existe pas? Dans un même accident de chemin de fer peuvent périr des gens bien portants et d'autres avec un cancer qui les aurait fait périr peu de jours plus tard ; on ne saurait en conclure que le fait d'avoir un cancer ou de ne pas en avoir est sans importance.

Une deuxième objection, qui peut sembler plus sérieuse et demande un examen technique, est que les différences morphologiques, les différences qui servent à distinguer les espèces, celles que l'on trouve dans les faunes et les flores, sont vraiment de très peu d'importance. Si vous ouvrez une flore, vous trouvez que deux espèces voisines se distinguent à ce que l'une a quelques poils de plus sur le pétiole que l'autre. Qu'est-ce que cela peut bien faire et en quoi cela peut-il assurer la survie d'une espèce plutôt que d'une autre? D'accord, mais si vous lisez un catalogue d'horticulteur, vous rencontrez beaucoup d'espèces de fleurs décrites avec des variétés, et vous trouvez : fleurs rouges, fleurs blanches, hâtives ou tardives, fragiles ou robustes. Ce sont là des qualités précieuses qui peuvent assurer une survie : elles se trouvent corrélatives du caractère morphologique qui n'a pas d'importance pour la vie de la plante elle-même, mais qui est la marque d'un caractère physiologique plus profond.

Cela dit, j'en viens à ce que je considère comme l'essentiel.

Si l'on admet que la sélection naturelle joue, et fortement, il faut aussi admettre qu'une espèce actuelle, pourvu qu'elle comporte un nombre assez grand d'individus (c'est-à-dire la majorité des espèces en moyenne assez bien adaptées) survit à cette lutte dont parle DARWIN, qu'elle en triomphe. D'où cette conséquence importante : s'il se présente dans cette espèce une mutation, une de ces innombrables mutations qui naissent chaque jour comme le disait PRENANT, elle a toutes chances d'être défavorable. Mais il peut aussi arriver que cette modification soit avantageuse ; dans ce cas-là, l'espèce pourra se modifier.

Une deuxième conséquence de la théorie darwinienne est que, si les conditions extérieures changent, il peut se faire que les adaptations de l'espèce étudiée ne soient plus aussi favorables. Telle espèce bâtie pour résister à un climat froid et humide ne sera plus capable de résister aussi bien à un climat chaud. Dans ces conditions, il peut se faire qu'une mutation soit la bienvenue et qu'elle améliore les conditions de l'espèce.

La sélection naturelle a donc deux aspects entièrement différents et qui semblent jouer en sens opposés ; elle est conservatrice en ce sens qu'elle maintient le type moyen de l'espèce tant que les conditions extérieures ne changent pas ; elle peut être créatrice lorsque les conditions extérieures changent.

Tel est le principe de la sélection naturelle énoncé par DARWIN et telles sont ses conséquences. Il a été vérifié chaque fois qu'il a été étudié, c'est-à-dire, il faut le reconnaître, assez rarement. La sélection conservatrice, c'est celle qui est la mieux connue, sur laquelle existent des études expérimentales récentes. Si l'on fait une population artificielle comprenant des quantités de mutations de cette petite Mouche, la *Drosophile*, dont nous parlons constamment, du type normal, sauvage, on constatera dans le nombre des individus aberrants, mais que le type qui l'emporte au bout d'un certain temps est le type normal. Si la sélection cesse, au contraire peuvent se multiplier les anomalies, les singularités apparues par mutation et nous en avons de nombreux exemples historiques : ainsi les Lapins de la Nouvelle-Zélande.

Les Lapins, ayant été introduits en Nouvelle-Zélande, se sont trouvés là sans ennemis, sans Oiseaux de proie capables de les dévorer. Ils se sont multipliés en grand nombre et l'on a vu apparaître des Lapins de toutes les couleurs, chose que l'on ne voit jamais là où les Lapins qui ont des couleurs trop voyantes se font fâcheusement remarquer par leurs ennemis. De même chez presque tous les Mammifères apparaissent de temps en temps des animaux de teinte claire, isabelle ou blancs, qui dans nos pays ont une couleur trop voyante et sont aussitôt éliminés. Mais les Taupes, vivant sous terre, peuvent avoir une peau de couleur très claire et l'on trouve parfois des colonies importantes de Taupes d'une couleur isabelle claire que l'on ne rencontre jamais chez un autre Mammifère.

Enfin, l'Homme, l'Homme lui-même est un exemple de ce qui arrive lorsque cesse la sélection naturelle. Comme elle n'existe plus chez lui, il peut se permettre d'avoir une quantité d'infirmités intolérables à l'état sauvage. Le nombre de paires de lunettes que l'on peut voir dans cette assemblée est une démonstration du fait que, la sélection cessant, il peut s'introduire dans une espèce un certain nombre de caractères nouveaux — qui peuvent être désavantageux pour leurs porteurs.

La sélection créatrice est plus difficile à mettre en évidence, et je ne voudrais pas donner trop d'exemples parce que chacun mériterait une discussion assez longue. Il y a cependant quelque chose d'assez clair et qui a été mis en évidence avec certitude ; si l'on cultive un mélange d'Avoines non sélectionnées, on a côte à côte, dans le même champ, une quantité de races d'Avoines très voisines et peu discernables. L'expérience a été faite avec des Avoines récoltées en nos pays et semées en Scandinavie où le climat est plus rude. On a recueilli tous les ans les graines et on les a ressemées sur place. Il est arrivé qu'un certain nombre de races qui craignaient le froid ont disparu et qu'ont subsisté les races qui ne craignaient pas le froid. Une évolution en sens inverse s'est produite dans les pays chauds et on a obtenu, à partir d'un mélange de graines homogènes, un tri qui a séparé deux populations en leur donnant des caractères différents.

Citons un fait d'évolution récemment observé, le seul même qui ait été observé à notre époque par les naturalistes : il se trouve que depuis un demi-siècle environ, dans la plupart des districts industriels d'Angleterre d'abord, puis ensuite d'Allemagne, toute une série d'espèces de Papillons qui étaient de couleur grise sont devenus noirs, de plus en plus foncés et ceci de façon progressive. Au début, les variétés noires étaient rarissimes et maintenant c'est le type de l'espèce grise qui l'est devenu. On a tenté d'expliquer cette évolution de différentes façons : les fumées industrielles déposent divers produits, en particulier du manganèse, sur les plantes, et lorsque les chenilles les mangent, ces produits, par intoxication, les feraient noircir. C'est possible, cela n'a pas été prouvé.

On a établi plus récemment que, pour une raison fortuite, le fait d'être noir chez plusieurs espèces de ces Papillons s'accompagne d'une vigueur spéciale : si on les élève en captivité, ces animaux noirs sont plus vigoureux que les autres ; donc lorsqu'ils n'ont pas d'ennemis à craindre, ils doivent l'emporter sur les autres. Pourquoi ne le font-ils pas dans la nature? Probablement parce que leur couleur, moins semblable à celle des écorces, attire davantage l'attention des Oiseaux et qu'ils sont dévorés en plus grand nombre. De sorte qu'ils ont deux qualités qui se compensent : ils sont trop visibles d'une part, ils sont plus vigoureux de l'autre. Suivant les circonstances, qui augmentent ou diminuent le rôle de l'un des deux facteurs contradictoires, leur nombre doit augmenter

ou diminuer. Lorsque, dans les districts industriels, le nombre des Oiseaux diminue, les Papillons peuvent se donner le luxe d'être noirs ...

De fait, dans de grandes forêts comportant un mélange de Bouleaux et de Pins, se trouvait une de ces espèces de Papillons. Pour des raisons d'économie rurale on a séparé en deux les districts ; dans l'un il y a des Pins et dans l'autre des Bouleaux : en peu d'années, les animaux clairs se sont trouvés sur les arbres clairs, et les foncés sur les foncés.

Tout ceci peut prêter à discussion, mais l'un des exemples qui me paraissent le plus net a été donné par DARWIN et a été tourné en dérision constamment : il se trouve qu'au bord de la mer un très grand nombre d'Insectes n'ont pas d'ailes ou ont des ailes atrophiées, et sont incapables de voler. DARWIN disait : c'est extrêmement simple ; le premier Insecte de petite taille qui vole au bord de la mer où le vent est fort risque d'être entraîné dans la mer où il se noiera, et dans ces conditions il aura peu de descendance. Si, dans une espèce, se trouvent des individus qui ont tendance à voler et d'autres qui ont tendance à ne pas voler, ces derniers survivront plutôt. Cette explication a paru ridicule, probablement parce qu'elle était trop simple, et jusqu'à une date récente on n'avait pas essayé de la vérifier.

On peut la vérifier en mêlant la *Drosophile* ailée avec une race spéciale qui n'a pas d'ailes ou des ailes très courtes, qu'on appelle *Vespigale*¹⁹, qui vit deux fois moins longtemps et pond deux fois moins d'œufs ; les larves sont beaucoup moins vigoureuses. Un œuf de *Drosophile* normale mis dans les mêmes conditions qu'un œuf de *Drosophile Vespigale* a cinquante fois plus de chances d'arriver à bien. C'est dire que cet animal est handicapé lorsqu'on le met en concurrence dans un milieu clos ; au bout de très peu de temps il n'y a plus de *Vespigales*, elles ont disparu. Mais si on fait cet élevage en plein air, à un endroit où le vent souffle, on constate le contraire : le vent enlève les animaux qui essaient de voler. Les *Vespigales* le voudraient bien peut-être ; seulement, comme elles en sont incapables, elles restent sur la nourriture et leur infirmité obtient un utile résultat en très peu de temps. On arrive à avoir en deux ou trois générations un pourcentage de 50 ou 60% de *Mouches Vespigales*, pourcentage impossible à obtenir dans toute autre circonstance. Cet exemple de sélection naturelle vérifie une proposition de DARWIN qui avait paru ridicule.

Disons comment les naturalistes actuels qui étudient l'évolution sur la matière vivante, sur des animaux en grand nombre, se représentent la manière dont a pu se faire l'évolution.

Une espèce occupe sur la surface de la terre une aire plus ou moins grande : cette aire n'est jamais absolument continue ; on peut toujours distinguer dans cette vaste population des sous-populations plus ou moins restreintes. C'est à l'intérieur des sous-populations peu étendues que peut se faire l'évolution. S'il se produit une mutation favorable, si une de ces petites populations est placée dans de telles conditions qu'un mutant devienne favorable (p. ex. une colonie de *Drosophiles* exposée au vent où apparaît la mutation *Vespigale*), il se trouvera que cette mutation s'y fixera par le jeu de

¹⁹. = *vestigiale*. L'organisateur du colloque, Lucien Febvre, précise dans son introduction que les textes publiés sont issus d'une sténographie prise au cours des débats. Le procédé a bien conservé l'aspect « conversation » de l'allocation de Teissier. L'utilisation répétée du mot « *Vespigales* » relève manifestement d'une erreur de transcription et montre que Teissier n'a pas eu accès aux épreuves du texte imprimé. (A.T.).

la sélection naturelle. Au sein de la vaste espèce naîtra une petite population qui aura ses caractères personnels. Pendant ce temps, d'autres en auront fait autant et l'espèce se sera diversifiée en une série de races géographiques, de races locales, bien qu'elle ait été homogène à l'origine. C'est ce que l'on constate. Il arrive que chacune de ces races locales reste dans son coin : il peut exister une race de Poissons dans l'Atlantique, une dans la Méditerranée, une dans la mer du Nord ; elles ne se rencontrent pas, elles coexistent comme autant d'espèces différentes. Mais supposez que quelque changement des conditions se produise, que la Méditerranée devienne plus froide ou l'Atlantique plus chaud, une des races pourra se trouver moins bien adaptée à ces nouvelles conditions, et l'autre, qui ne songeait pas à quitter son territoire, pourra se substituer à elle.

C'est ainsi que s'est faite probablement l'évolution. Au sein de très petites populations sont nés un jour quelques mutants que les circonstances ont favorisés. Petit à petit, ils ont gagné l'ensemble de cette petite population. Il y a eu d'innombrables échecs, il y a eu quelques succès. À partir de là, certaines de ces petites populations que le hasard avait favorisées, qui avaient hérité de qualités, de vigueurs spéciales, se sont substituées aux autres qui s'éteignaient progressivement.

Ainsi le hasard et la sélection ont joué leur rôle tour à tour ou simultanément, et c'est probablement ce mélange de fortuit et de rigoureux qui donne à la nature vivante son aspect actuel : finalité stricte dans certains cas qui traduisent des adaptations inévitables, et, en même temps, traits inutiles, ou même absurdes, qui traduisent l'intervention du hasard. Suivant la tournure de leur esprit, les uns s'intéressent plutôt au premier aspect, les autres au second. Mais les deux coexistent. Le hasard a joué un rôle au même titre que la sélection naturelle.

Article n°2 publié dans :

La Pensée, revue du rationalisme moderne (1939, 1 : 112-113).

LA THEORIE DE LA “SELECTION NATURELLE” A CENT ANS.

Georges TEISSIER

Les biologistes auraient pu célébrer, il y a quelques mois, le centenaire de la naissance du Darwinisme. Nous savons en effet, par Darwin lui-même, que la notion de “sélection naturelle” lui est apparue brusquement en octobre 1838 alors qu’il lisait pour se distraire le livre sur la population de Malthus.

Darwin avait alors 29 ans. Deux ans plus tôt, le *Beagle* sur lequel il avait fait le tour du monde, était rentré à Falmouth, rapportant de précieuses collections d’animaux, de plantes et de roches, qui, distribuées entre les mains de spécialistes, devaient donner lieu dans les vingt années qui suivirent à d’importantes études. Mais Darwin avait apporté de son voyage bien autre chose que les matériaux qui devaient lui permettre de construire sa monumentale “Monographie des Cirripèdes” et ses ouvrages sur les “récifs coralliens” et les “îles volcaniques”. Il était bien trop profondément original pour se contenter du travail consciencieux et banal du naturaliste descripteur. Son esprit était, comme il le dit lui-même, une “espèce de machine propre à extraire des idées générales d’une grande foule de faits” et le portait à réfléchir avec intensité à des problèmes que ses contemporains naturalistes ne songeaient même pas à se poser. Et ce qu’il rapportait de plus précieux de son voyage, c’était, avec les notes où il avait consigné au jour le jour ses observations et ses réflexions sur la faune et la flore des pays qu’il avait traversés, un problème qui devait devenir pour lui une hantise.

Toutes les observations qu’il avait faites en Amérique du Sud l’avaient convaincu que les espèces animales ne sont ni indépendantes les unes des autres, ni immuables, et que le monde vivant n’est intelligible que si l’on admet que les espèces d’un même groupe ont évolué à partir d’un ancêtre commun. Il avait retrouvé ainsi l’idée d’évolution que d’autres, plus ou moins clairement, avaient eue avant lui. Mais plus soucieux de rigueur que le plus illustre de ses devanciers, Lamarck, il ne se satisfait pas du mécanisme simpliste qu’avait imaginé celui-ci. Il croit, et c’est là son plus beau titre de gloire, que le problème de l’origine des espèces peut être résolu par la méthode expérimentale.

Tout naturellement, son attention se porte sur les animaux domestiques, dont chaque espèce représente d’innombrables races très dissemblables. Il commence à étudier en homme de science des faits que connaissent tous les éleveurs et horticulteurs, mais que les naturalistes n’avaient pas jugés dignes de leur attention. Bien vite, il est convaincu que la sélection représente la clé du succès qu’a rencontré l’homme pour créer des races utiles d’animaux et de plantes. Il a les meilleures raisons de croire que n’importe quelle espèce pourrait donner des formes nouvelles si elle était soumise à une sélection convenable.

Et il sait que cette sélection doit exister en l’absence de l’homme, en l’absence de tout esprit qui la dirige. Il se demande comment le simple jeu des forces matérielles

aveugles peut réaliser ce que fait l'homme volontairement. Il sait que, s'il découvre le secret de la "sélection naturelle", le monde vivant deviendra intelligible.

Or ce principe qu'il eût peut-être cherché longtemps encore sans le trouver, voici que le hasard le lui apporte. Un jour lui tombe entre les mains un livre déjà vieux de quarante ans, l' "*Essay on the Principle of Populations*" de Thomas Robert Malthus.

La thèse défendue par Malthus est trop connue pour qu'il soit utile de l'examiner ici. On sait aussi combien elle est critiquable et à quel point la réalité a démenti cette affirmation que les moyens de subsistance croissent nécessairement au cours des générations successives avec une extrême lenteur. Le fait qui nous intéresse seul ici est que la lecture de Malthus est, pour Darwin, une véritable révélation. Il transpose immédiatement dans le monde animal les calculs que Malthus faisait pour l'homme et aperçoit les conséquences capitales de la tendance qu'a toute espèce animale à s'accroître en proportion géométrique.

Il s'étonne en découvrant combien peu d'individus de chaque espèce réussissent à chaque génération à échapper aux causes de destruction nombreuses et diverses qui les menacent. Et soudain, il pense que cette "lutte pour la vie" à laquelle il n'avait jamais songé pourrait être la sélection naturelle en action, la clef du problème de l'évolution. Il sait par ses études sur la variation que les jeunes d'une même génération diffèrent tous les uns des autres et il lui paraît évident que l'immense massacre que font chaque année les carnivores, les intempéries, la famine ... ne doit pas être livré entièrement au hasard. Il doit frapper, avant les autres, les faibles, les éclopés, les maladroits ; seuls survivront les mieux adaptés, les "plus aptes".

Darwin est enfin arrivé à formuler une théorie sur laquelle il peut travailler ; mais il est si désireux d'éviter tout parti pris, tout préjugé qu'il décide de ne rien publier avant longtemps. Ce n'est que vingt ans plus tard que, à son corps défendant d'ailleurs, il fait paraître l'Origine des Espèces.

On célébrera sans doute en 1959 le centenaire de ce grand évènement. Mais ceux qui se réclament de la pensée darwinienne peuvent dès maintenant commémorer la naissance d'une des idées les plus fécondes qu'un savant ait jamais données à l'humanité.

Article n°3 publié dans :

La Pensée, revue du rationalisme moderne (1945, 2 : 3-19 et 3 : 15-31).

MÉCANISME DE L'ÉVOLUTION

par GEORGES TEISSIER

Si aucun biologiste sérieux ne doute plus aujourd'hui de la réalité de l'évolution, beaucoup croient encore de bonne foi, faute d'avoir étudié eux-mêmes la question, que son mécanisme reste inconnu. D'autres, imbus d'indéfendables préjugés, vont plus loin et affirment même qu'il est inconnaissable, les "forces évolutives" qui ont sans doute agi dans un lointain passé ayant depuis longtemps disparu de notre monde affaibli.

Rien n'excuse cette attitude irrationnelle et rien ne justifie ce pessimisme systématique. La question de l'origine des espèces demandera, certes, beaucoup d'efforts encore avant que l'on soit en droit de la considérer comme suffisamment résolue, mais elle ne diffère pas en cela de beaucoup d'autres problèmes biologiques et ce que nous savons d'elle actuellement est déjà fort important. Nous disposons d'une théorie cohérente dont chaque point peut être justifié par un grand nombre de faits concordants ou par des expériences décisives, et nous avons même réussi à créer quelques espèces, aussi authentiques que celles que décrivait Linné. On verra, dans ce qui va suivre, comment des faits d'acquisition récente, dont beaucoup sont connus depuis moins de quinze ans, sont venus s'intégrer tout naturellement dans les cadres d'une doctrine vieille de trois quarts de siècle, et pourquoi le darwinisme est plus vivant aujourd'hui que jamais.

La première partie de la présente étude, que l'on trouvera ci-après, adopte le mode de présentation traditionnel dans l'exposé des théories de l'évolution ; je me suis seulement efforcé d'apporter une particulière rigueur dans l'analyse des conséquences des principes posés par Darwin. Dans la deuxième partie, qui paraîtra ultérieurement, on trouvera une justification expérimentale des propositions apportées dans la première et, pour conclure, l'esquisse du mécanisme de l'évolution qu'annonce le titre de ce travail.

Pour bien faire, il eût fallu développer plus longuement la partie qui traite des faits qui légitiment toute l'argumentation ; il eût été utile de citer un plus grand nombre d'exemples et surtout d'étudier avec plus de détails chacun de ceux qui ont été retenus, mais cet exposé aurait paru trop technique au plus grand nombre des lecteurs. Il eût fallu aussi esquisser, plus complètement que je n'ai pu le faire dans le peu de pages dont je disposais, le merveilleux essor de la génétique évolutive, forme militante du darwinisme d'aujourd'hui. Pour suppléer, dans une certaine mesure, à ces lacunes, j'ai donné en appendice quelques références qui permettront à ceux qui le désireraient de compléter leur documentation, étant malheureusement entendu que, dans cet index bibliographique comme dans le texte même, il a été à peu près impossible de faire état de travaux postérieurs à 1939.

Les obstacles que rencontre, dès son début, l'étude de l'évolution tiennent à sa nature même : de quelque côté qu'on l'envisage, le problème est d'une échelle démesurée par rapport à tout autre problème biologique.

La première et fondamentale difficulté est dans la durée même de l'évolution, qui a commencé il y a deux ou trois milliards d'années et se poursuit encore. Bien que ses modalités aient été infiniment variables d'un groupe à l'autre, on peut dire, en n'attachant à ces chiffres que la valeur d'un simple ordre de grandeur, qu'une espèce persiste d'ordinaire pendant quelques centaines de milliers de générations. A l'échelle de la durée d'une vie humaine, l'évolution est très lente et rien n'autorise à croire qu'elle ait jamais été plus rapide. Un naturaliste transporté aux temps secondaires ou primaires y trouverait une nature apparemment aussi stable que celle que nous avons sous les yeux. L'homme est aussi mal placé pour étudier l'évolution que le serait un être ne vivant que quelques secondes pour étudier le cycle annuel des saisons. Dans les cas les plus favorables, il ne peut suivre, dans les 25.000 ou 30.000 jours qui lui sont accordés, que quelques dizaines ou centaines de générations des espèces qui l'intéressent, et n'a que des chances infimes de les voir évoluer sous ses yeux. Bien plus, les très rares changements qui se produisent de nos jours dans le règne animal ou dans le règne végétal ne peuvent pas être reconnus avec certitude, faute d'un inventaire réellement complet de la faune et de la flore. On connaît, par exemple, plus de 10.000 espèces de poissons, et il est vraisemblable que tous les dix, tous les vingt ou tous les cinquante ans, apparaît dans ce groupe une forme vraiment nouvelle. Comment pourrions-nous nous en apercevoir, puisque les spécialistes décrivent chaque année quelques centaines d'espèces évidemment anciennes, mais restées inconnues?

Une deuxième difficulté, assez effrayante il faut le reconnaître, est l'ampleur même de l'évolution qui a conduit, à travers d'innombrables formes, d'un être ultramicroscopique, plus simple que le plus simple des microbes, à des êtres aussi complexes et aussi fondamentalement différents qu'un oursin, une pieuvre, une abeille, ou un homme. Assurément, à côté de ces prodigieux changements de forme, de structure, de fonction, les faibles modifications de la nature auxquelles l'homme a assisté ou qu'il a provoquées ne sont que bien peu de chose. Et pourtant, nous devons croire que si ces minimales changements étaient complètement expliqués, le problème de l'évolution serait bien près de sa solution.

Un des plus grands mérites des fondateurs du transformisme est, en effet, d'avoir compris qu'il n'était pas possible de limiter la portée de l'évolution, une fois admis son principe et que celle-ci devait tout expliquer, ou rien. Mais cette hardiesse a épouvanté bien des esprits timorés qui ont cherché à concilier un fixisme inavoué et un évolutionnisme vidé du meilleur de sa substance. Il n'est pas d'attitude intellectuelle moins raisonnable, et une évolution assez puissante pour transformer les espèces mais trop faible pour briser les cadres de l'embranchement, de la classe, de l'ordre, de la famille, ou même du genre, est proprement inconcevable. Les cadres systématiques, que prétendent infranchissables les partisans d'un transformisme limité, n'ont, en effet, aucune existence objective et la barrière que certains veulent placer à la limite de l'embranchement et d'autres à celle du genre ou de la famille, est aussi illusoire dans un cas que dans l'autre. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer la table des matières de deux traités de zoologie, contemporains mais œuvres de deux écoles différentes. On y verra une même famille placée dans deux ordres différents, le même ordre changé de classe ou même d'embranchement. Ces divergences d'opinion ne sont pas l'effet de fantaisies individuelles, mais traduisent l'embarras très réel où se trouvent tous les

naturalistes devant certains êtres "énigmatiques". C'est un fait que le Balanoglosse a une forme de ver, un développement d'échinoderme et plusieurs traits d'organisation des prochordés, c'est-à-dire, à peu de chose près, des vertébrés. C'est un fait que le Périplate unit à d'incontestables caractères de ver, de non moins incontestables caractères d'arthropode. C'est un fait encore que l'*Archeopteryx* est presque autant reptile qu'oiseau. Où classer ces êtres composites, nombreux dans les faunes disparues et dont beaucoup subsistent dans la nature actuelle? La solution à laquelle s'arrête le zoologiste comporte toujours, quelle qu'elle soit, une large part d'arbitraire et la tendance actuelle à scinder les vieux embranchements en "clades" de plus en plus nombreux, à multiplier les classes et les ordres, ne fait que souligner les difficultés croissantes du problème de la classification. Ces contradictions et ces incertitudes sont inévitables parce que nulle part dans la nature n'existent ces limites strictes que postule implicitement tout essai de classification. Elles ne diminuent pas la zoologie ou la botanique, qui font de leur mieux en sachant que leur œuvre est et restera nécessairement imparfaite, mais condamnent formellement toutes les théories fragmentaires de l'évolution. Il n'y a pas une "macroévolution" et une "microévolution" justiciable de deux explications différentes, dont une doit rester éternellement inaccessible, il y a l'évolution, que nous pouvons expliquer.

Il en sera de la biologie comme il en a été de la géologie. Celle-ci est devenue une véritable science du jour où elle a compris que toutes les transformations qu'a subies dans le passé la surface de la terre pouvaient être expliquées entièrement par les phénomènes actuels. Nous savons aujourd'hui que d'immenses chaînes de montagnes se sont élevées et ont été arasées, qu'elles ont été remplacées par d'autres montagnes qui, à leur tour, ont été détruites, sans qu'aient agi d'autres forces que celles qui, jour après jour, modèlent la surface de la terre. De même, dans le problème qui nous occupe, il nous faut, pour faire œuvre scientifique, poser en principe qu'il n'a jamais existé d'autres "forces évolutives" que celles qui, agissant sous nos yeux, modifient avec une infinie lenteur les êtres qui nous entourent. Il n'est guère possible dans une vie humaine de voir apparaître mieux que des races nouvelles, mais les mécanismes qui donnent naissance à ces races sont, à n'en pas douter, ceux-là mêmes qui, agissant pendant des centaines ou des milliers de siècles, ont créé et créeront encore des espèces et des genres nouveaux. Nous devons même admettre que, les milliers de siècles succédant aux milliers de siècles, ces mêmes mécanismes ont pu créer des ordres, des classes et même des embranchements aussi dissemblables que ceux que nous voyons vivre aujourd'hui.

Ainsi se trouve ramené à la mesure des forces humaines le grand problème de l'évolution. La première tâche, la plus urgente, celle qui doit permettre de comprendre le mécanisme des plus grandes transformations, est l'analyse précise des facteurs qui transforment les races. Cette analyse doit naturellement être conduite par les méthodes en usage dans toutes les sciences expérimentales. Aussi doit-elle écarter *a priori* non seulement, comme nous l'avons déjà dit, tout recours à des facteurs évolutifs mystérieux actuels ou passés, mais même les interprétations lamarckiennes qui, dans leurs principes, comme dans leurs conséquences, sont expressément contredites par l'expérience. La seule solution acceptable reste, après trois quarts de siècle, celle qu'a développée Darwin dans l'*Origine des espèces*.

Ceux qui étudient l'évolution dans les livres ou dans les musées ont d'elle les conceptions les plus différentes. Mais tous ceux qui ont étudié le problème en biologistes, et non en anatomistes, ceux qui ont compris qu'une espèce n'était pas une série de spécimens rangés dans une boîte, non plus qu'une collection de lignées pures

élevées en flacon, mais bien une collectivité mouvante d'êtres qui naissent et qui meurent — tous ceux-là sont darwiniens.

I. - PRINCIPES DU DARWINISME

Tous les prédécesseurs de Darwin et un trop grand nombre de ses successeurs ont cherché l'explication de l'évolution dans des hypothèses invérifiables. Darwin n'a voulu les trouver que dans les résultats de l'expérience. Il a fait personnellement d'innombrables contrôles de détail et vérifié, chaque fois qu'il le pouvait, les faits qui lui paraissaient accessibles à une étude directe, mais il a su surtout comprendre, avec une incomparable lucidité, la pleine signification d'une expérience à laquelle a contribué l'humanité tout entière.

On ne saurait, en effet, imaginer plus grande et plus belle expérience d'évolution que celle qu'ont réalisée les agriculteurs et les éleveurs inconnus à qui nous devons nos innombrables races d'animaux domestiques et de plantes cultivées. Elle a commencé à l'aurore de la civilisation et se poursuit encore. Nos champs, nos jardins, nos étables, nos basses-cours sont le cahier où s'inscrivent, année par année, ses succès et ses échecs. Ce cahier d'expérience, Darwin est le premier qui l'ait su lire et, de la leçon qu'il en a tiré, rien d'important n'est à changer aujourd'hui.

Qu'il s'agisse de plantes ou d'animaux, toutes les espèces ont été améliorées de la même façon et la création d'une race nouvelle a toujours passé par les mêmes étapes.

1° La première étape est livrée au seul hasard. Un jour dans l'élevage apparaît un individu présentant un caractère qui, pour une raison quelconque, utilitaire où esthétique, paraît mériter d'être conservé. Ce caractère avantageux (pour l'éleveur s'entend) peut n'être que l'accentuation d'une particularité existant déjà dans l'élevage, mais il peut aussi, bien plus rarement d'ailleurs, être entièrement nouveau.

2° Cet individu exceptionnel est utilisé comme reproducteur et l'on cherche dans ses descendants, de première, de deuxième, de troisième génération, s'il en est qui présentent, à quelque degré, le caractère que l'on voudrait fixer. Si l'on en trouve, ce qui n'arrive pas toujours, on ne conserve comme reproducteurs que ces individus en qui commence à s'incarner la race future. C'est cette sélection, répétée aussi rigoureusement que possible dans les générations suivantes, qui constitue l'acte essentiel de la création de la race nouvelle. Poursuivi assez longtemps, ce choix méthodique doit aboutir à l'isolement d'une lignée dans laquelle tous les individus sont porteurs, à un plus ou moins haut degré, du caractère qui a servi de guide à la sélection.

3° Cette lignée est désormais stable. Il suffira de la garder pure en interdisant tout croisement qui pourrait l'altérer par un apport de sang étranger. La race ainsi constituée différera de celle qui lui a donné naissance, non seulement par le caractère que l'on a voulu obtenir, mais aussi, le plus souvent, par d'autres minimes traits d'organisation qui, sans qu'on l'ait cherché, se sont trouvés sélectionnés en même temps que lui.

Toute tentative d'amélioration d'une espèce animale ou végétale quelconque doit passer nécessairement par ces trois étapes. La création de la race nouvelle peut être plus ou moins facile, plus ou moins rapide, mais il faut toujours, une *variation* s'étant produite, qu'il y ait *sélection* des individus qui la présentent, et, une fois la pureté de la lignée obtenue, *isolement* de celle-ci. Constatation décisive dont Darwin comprend la pleine signification.

Puisque la technique des éleveurs est *la seule* qui puisse être créatrice d'une nouvelle race, il faut, ou renoncer à faire œuvre scientifique, ou expliquer les transformations du monde animal par les mécanismes mêmes que l'homme a su découvrir et utiliser à son profit, mécanismes dont il ne faut pas sous-estimer l'efficacité. S'ils n'apportent sous nos yeux que des changements minimes à la forme des êtres, ils doivent suffire, si leur action se répète indéfiniment, à expliquer les transformations les plus profondes.

Une génération humaine ne réussirait sans doute pas à extraire du chien sauvage, si semblable à un loup, des êtres aussi différents de lui et aussi dissemblables qu'un basset, un dogue ou un lévrier. Si ces races existent, si la tentative de "perfectionnement" du chien a abouti à ces résultats et à beaucoup d'autres non moins remarquables, c'est que nos ancêtres ont commencé, il y a douze ou quinze millénaires, la tâche que poursuivent encore les éleveurs d'aujourd'hui. Rien ne permet de croire que cette tâche doive jamais s'achever, ni qu'il y ait une limite à la possibilité de diversification des espèces. Bien au contraire, plus nombreuses sont les races existantes, plus nombreuses sont aussi les races possibles et le rythme auquel elles apparaissent va s'accroissant. Que d'êtres surprenants pourraient être notre œuvre si le temps ne nous était si étroitement mesuré! Dans ce domaine cependant, comme dans d'autres, l'homme travaille plus vite que la nature : tandis que les formes sauvages restent stables pendant des millénaires, celles qu'il veut transformer changent de décade en décade. Mais la nature n'a pas à se hâter : un millier de siècles tient moins de place, dans l'histoire de l'évolution, qu'un jour dans notre vie. Qu'elle use, fût-ce avec une infinie lenteur, des mêmes procédés que l'homme, et elle obtiendra des résultats que les plus audacieux des nôtres ne pourraient rêver.

Ainsi s'ébauche une explication rationnelle de l'origine des espèces. Mais elle est bien vague encore et ne pourra prendre corps que si l'on retrouve dans la nature l'équivalent, temps par temps, de la technique humaine de création des races. Pour la première et pour la troisième étape, il n'y a pas de trop grande difficulté. Tout le monde est d'accord pour reconnaître que la variabilité des espèces sauvages ne diffère pas par son essence de celle des animaux domestiques. Plusieurs mécanismes indépendants, également efficaces, peuvent assurer, en dehors de la volonté humaine, l'isolement sexuel d'une race en voie de formation. Mais quel mécanisme invoquer qui puisse remplacer cet acte volontaire qu'est la sélection par l'éleveur de certains progéniteurs privilégiés? La gloire de Darwin est d'avoir compris la nécessité logique d'une *sélection naturelle*, exempte de toute finalité, et d'en avoir découvert le mécanisme.

*

* *

Les indications qui précèdent suffiront à faire comprendre l'origine et le sens des principes sur lesquels s'est édifiée la théorie de Darwin et il n'est pas utile, pour le moment, de les développer davantage. On sait avec quelle passion, où la science n'était pas seule en cause, ont été conduites les discussions sur le darwinisme dont la sélection naturelle constitue la pierre angulaire. Des arguments invoqués dans ces polémiques, beaucoup n'ont plus d'intérêt, tandis que d'autres, qui plaident dans un sens ou dans l'autre, paraissent avoir conservé leur force. Aucun d'eux cependant n'est, à lui seul, de nature à entraîner une conviction définitive. La plupart manquent en effet de cette rigueur logique que l'on est en droit d'exiger dans une question aussi grave et il n'en est

presque aucun qui puisse être étayé par une expérience bien conçue et correctement exécutée. Aussi ne doit-on pas s'étonner que les controverses toujours renaissantes, dont le darwinisme a été l'objet ou l'occasion, n'aient jamais pu aboutir à une conclusion irréfutable. Pour sortir de cette impasse il nous faut d'autres arguments que ceux dont nos prédécesseurs ont dû se contenter. C'est à la génétique que nous les demanderons²⁰.

La génétique est, sans conteste, le chapitre le plus vivant de la biologie moderne. Il n'en est aucun dont les progrès aient été plus rapides, plus brillants et plus riches de promesses. Il n'en est pas non plus qui puisse apporter une idée plus efficace à l'étude du problème de l'évolution, puisqu'il ne peut y avoir évolution sans variation, ni sans hérédité de cette variation, et que ces deux phénomènes sont, très précisément, l'objet même de la génétique. Quelque importante que puisse être cette contribution, elle ne saurait d'ailleurs suffire à elle seule à résoudre le problème et, pour avoir cru le contraire, les premiers généticiens ont, sans l'avoir voulu, contribué à la renaissance du fixisme. La doctrine qu'ils ont édifiée et répandue sous le nom de « mutationnisme » ne fait en effet que codifier l'essentiel de la génétique, sans expliquer, autrement que par de très improbables hasards, la constitution de races nouvelles. De là à conclure que l'évolution, qu'ils ne pouvaient réussir à expliquer, était par essence inexplicable, il n'y avait évidemment qu'un pas, que trop de biologistes contemporains n'ont pas hésité à faire.

Ce n'est qu'à une date récente que les raisons, fort évidentes pourtant, de cet échec ont été reconnues et que quelques généticiens ont pensé que, là où le darwinisme traditionnel avait partiellement échoué, là où le mutationnisme seul était inefficace, la génétique au service de la pensée darwinienne pouvait réussir. **La théorie moderne de l'évolution est née de cette collaboration.**

Il s'agit là de l'œuvre anonyme de toute une génération. Construite en dehors de tout dogme philosophique sur des bases exclusivement rationnelles et scientifiques, elle

²⁰. Il ne saurait être question d'aborder ici l'exposé, même sommaire, des principes qui sont à la base de la génétique et nous nous contenterons de fixer la terminologie dont nous aurons à faire usage par le rappel de quelques définitions. Les caractères héréditaires sont conditionnés par la présence de particules matérielles ou *gènes*, portées par les *chromosomes*, eux-mêmes parties constitutives essentielles du noyau de toutes les cellules. La science de l'hérédité se confond aujourd'hui de façon presque parfaite avec la *génétique*, science qui étudie les gènes, leurs transformations, leurs associations, et qui analyse les conséquences qu'implique, pour l'individu ou pour l'espèce, la réalisation des diverses combinaisons géniques.

Chaque gène peut se présenter sous plusieurs états dits *alléomorphes* ; le passage d'un état à l'autre est dit *mutation*. Toutes les cellules d'un même individu renferment les mêmes gènes, chacun d'eux étant présent en deux exemplaires dans chacune d'elles, à l'exception des cellules sexuelles ou gamètes, qui ne renferment qu'un seul jeu de gènes. À deux allèles *A* et *a*, correspondent ainsi deux types de cellules sexuelles *A* et *a*, et trois catégories génétiques *AA*, *Aa* et *aa*. Deux de ces trois génotypes, *AA* et *aa*, ne produisent que des gamètes d'une seule sorte, *A* dans le premier cas, *a* dans le second ; ils sont dits pour cette raison *homozygotes* ; le troisième *Aa* est dit *hétérozygote* parce qu'il produit en nombre égal des gamètes *A* et *a*. Pour obtenir une lignée pure et stable, il faut que le croisement initial soit fait entre individus *AA* ou entre individus *aa*. S'il n'en est pas ainsi, il se produira en première ou en deuxième génération des disjonctions faisant apparaître, dans des proportions que permettent de prévoir les lois de Mendel, les trois génotypes *AA*, *Aa* et *aa*. Ceux-ci peuvent correspondre à trois apparences extérieures différentes, mais il est plus fréquent que l'hétérozygote *Aa* ne soit séparé par aucun caractère apparent de l'un des homozygotes, *AA* par exemple ; le gène *A* est dit dans ce cas *dominant* sur son allèle *a* que l'on qualifie de *récessif*.

n'a pas de principe ou d'hypothèse qui lui soit propre et s'intègre dans le grand courant de pensée qui procède de Darwin. La génétique lui a apporté, non seulement une immense documentation sur tout ce qui concerne la variation, l'hérédité et les facteurs conditionnant l'isolement sexuel, mais surtout ses techniques et son esprit expérimental rigoureux. Grâce à ces méthodes, l'étude de la sélection naturelle a pu être reprise avec une précision toute nouvelle : elle constitue aujourd'hui un chapitre nouveau de la génétique, la *génétique évolutive*, qui, bien que tout récent encore, montre déjà sa profonde originalité. Il n'en est pas un autre dans toute la biologie qui mette à contribution des hommes de formation plus différente, ses progrès dépendant de l'effort convergent de morphologistes, d'expérimentateurs et de mathématiciens. C'est le bilan provisoire de cette œuvre collective qui va être présenté ici.

II. - LA SÉLECTION NATURELLE

Fondements logiques de l'hypothèse

Le phénomène qui commande toute la biologie des populations naturelles est l'incroyable capacité d'expansion des êtres vivants. Que l'on accepte ou que l'on rejette la théorie de la sélection naturelle, dont il constitue le point de départ, il faut toujours avoir présent à l'esprit le fait que, dans toute espèce, le nombre des naissances est toujours de beaucoup supérieur à celui des individus qui arrivent à l'âge de la reproduction. Dans les conditions naturelles, les espèces les plus favorisées ne voient guère arriver à l'état adulte qu'un dixième des jeunes, mais, le plus souvent, la proportion est de l'ordre du centième ou même du millième. Chez la plupart des végétaux, chez beaucoup d'animaux marins, et chez presque tous les parasites, elle est bien plus faible encore et les cas ne sont pas rares où il ne survit qu'un individu sur quelques millions. Cette élimination de la plupart des jeunes est la condition nécessaire de l'équilibre du monde vivant, et, si une cause fortuite en atténue la rigueur pour une espèce, celle-ci devient envahissante. La destruction des grands fauves a eu souvent pour conséquence une multiplication excessive des herbivores. Des animaux transportés par l'homme, volontairement ou non, dans des contrées où ils rencontraient peu d'ennemis, y ont pullulé : ainsi les chevaux en Amérique du Sud, le moineau aux Etats-Unis, le lapin en Australie, ou encore beaucoup d'insectes nuisibles qui, délivrés dans leur nouveau domaine des parasites qui en limitaient le nombre dans leur pays d'origine, se multiplient sans mesure.

Si un miracle épargnait ce carnage des jeunes à une espèce quelconque, il n'y aurait bientôt plus de place pour aucune autre à la surface du globe. Les produits de la division d'une bactérie pourraient en quelques jours combler les océans, la descendance d'une mouche surpasserait en un an la masse du soleil. Sans aller si loin, en dix ans le nombre des descendants d'un couple de moineaux pourrait être de plusieurs millions et celui d'un couple de lapins de plusieurs milliards. L'éléphant même, dont le développement est très lent et la fécondité très faible, donnerait en cinq siècles quinze millions de descendants ; il n'a cependant sans doute jamais existé à la fois plus de quelques dizaines de milliers d'éléphants sur le globe.

Il n'était vraisemblablement pas inutile de citer ces quelques exemples, car Darwin lui-même avouait la difficulté qu'il éprouvait à conserver toujours présent à l'esprit le fait essentiel qu'ils illustrent. Aucune loi biologique n'est pourtant plus générale que

celle qui veut que, dans toute espèce, la mort prématurée soit la règle et l'arrivée à l'âge adulte l'exception. Aucune ne peut avoir de conséquences plus importantes pour le peuplement de la terre : c'est sur elle que Darwin fait reposer tout le mécanisme de l'évolution.

La théorie de la sélection naturelle admet que la destruction d'innombrables jeunes, qui se produit inévitablement à chaque génération dans toutes les espèces, n'est pas livrée uniquement au hasard, mais que les individus qui survivent possèdent le plus souvent certaines qualités qui manquaient plus ou moins à ceux qui ont succombé. Ces individus, plus vigoureux ou mieux adaptés que leurs frères, ont quelque chance de léguer à leurs descendants les qualités qui leur ont permis de survivre. Ainsi se fait à chaque génération un tri des individus les meilleurs et cette sélection constamment répétée change graduellement l'espèce.

Cette idée de la « survivance du plus apte » en laquelle se résume l'essentiel du darwinisme a été l'objet de tant de gloses tendancieuses que le sens très clair qu'elle avait dans la pensée de Darwin, maintes fois formulé de la façon la plus explicite, a été souvent perdue de vue. Pour Darwin, comme pour ceux de ses successeurs qui seuls peuvent légitimement se réclamer de lui, le qualificatif « le plus apte » n'a de sens que dans les conditions précises où se sont trouvés placés les animaux mis en concurrence. Les qualités auxquelles il fait allusion sont éminemment variables d'une espèce à l'autre et, pour une espèce donnée, dépendent essentiellement des circonstances. Dans une espèce chez laquelle le froid fait périr le plus grand nombre de jeunes, la résistance au froid est l'aptitude la plus utile. Dans une espèce où beaucoup de jeunes succombent sous la dent des carnassiers, les plus aptes pourront être, soit les plus agiles, soit ceux que leur couleur rend moins voyants, soit encore ceux qui ont une habileté particulière à se dissimuler, et cette liste n'épuise pas l'énumération des possibilités. Ces caractères avantageux ne seront parfois liés à aucune particularité visible et deux animaux peuvent paraître identiques et résister très inégalement à un hiver rigoureux. Mais ils peuvent aussi être en relation avec certains traits d'organisation ou de structure : il n'est pas indifférent pour un animal exposé au froid d'avoir une fourrure plus ou moins épaisse et la forme des pattes n'est pas sans importance pour la rapidité de la course. Il pourra donc arriver, si l'hypothèse de la sélection naturelle est exacte, que ceux des jeunes qui doivent survivre différeront de ceux qui doivent succomber par des caractères morphologiques aussi bien que physiologiques.

Mais la question qui se pose est précisément de savoir si l'hypothèse est fondée, si la sélection naturelle existe et, dans l'affirmative, si elle a un rôle aussi capital que le supposait Darwin.

Sélection conservatrice et sélection novatrice

Il est possible, nous le verrons plus loin, d'étudier expérimentalement la sélection naturelle, mais il s'agit là de recherches difficiles et longues, fort peu nombreuses jusqu'à présent. Leurs résultats, nécessairement très particuliers, sont encore beaucoup trop rudimentaires pour qu'on puisse espérer les voir décider du sort d'une doctrine qui s'applique à toutes les espèces et à des modes de sélection infiniment divers. Sans doute en sera-t-il autrement dans l'avenir, mais, pour l'instant, les motifs de décision essentiels doivent être cherchés ailleurs et l'on doit demander à la simple observation le maximum d'information qu'elle peut fournir. Pour nous guider dans le chaos des faits, nous

userons de la méthode même qui a conduit à l'idée de sélection naturelle et nous chercherons si, en admettant l'hypothèse darwinienne, nous ne devons pas nous attendre à voir le monde vivant présenter certains caractères qu'il ne montrerait pas dans un univers où elle ne serait pas fondée.

En premier lieu, toute espèce présente nécessairement une adaptation suffisante aux conditions dans lesquelles elle vit, adaptation sans laquelle elle disparaîtrait rapidement devant d'autres espèces plus favorisées. Un tel équilibre, qui implique qu'un grand nombre de caractères physiologiques, tels que ceux qui conditionnent la résistance aux maladies ou aux intempéries, la capacité d'utiliser les aliments, la fécondité, la vigueur des jeunes, se maintiennent à un certain niveau, n'est pas compatible avec n'importe quel changement dans la constitution de l'espèce. Dans un mécanisme aussi complexe, une modification faite au hasard a les plus fortes chances d'être fâcheuse. Et de fait, nous savons que presque tous les mutants sont moins féconds ou moins vigoureux que le type sauvage, aussi devons-nous nous attendre à voir la sélection éliminer assez vite ces nouveautés dangereuses et travailler ainsi au maintien des caractères spécifiques. Que l'on songe seulement à l'apparence étrange qu'aurait la nature si, la sélection naturelle n'existant pas, chaque espèce animale ou végétale pouvait réaliser autant de variétés qu'en présentent, parce que l'homme le leur permet, nos animaux familiers ou les plantes de nos jardins. Sans la sélection naturelle, il ne pourrait y avoir ni espèce, ni race, et le monde vivant ne serait qu'un chaos d'individus disparates. L'existence de cette sélection conservatrice est unanimement acceptée, sans que, d'ailleurs, tous ses partisans se rendent toujours exactement compte des conséquences qu'elle implique, dont la plus importante est l'existence nécessaire de la *sélection novatrice*. On ne peut en effet, sans contradiction logique, voir dans la sélection un agent efficace du maintien des qualités moyennes d'une race et nier en même temps que, en d'autres circonstances, elle puisse transformer profondément certains caractères essentiels de l'espèce.

Le fait que presque tous les mutants sont défavorisés par la sélection naturelle ne signifie pas en effet que, de loin en loin, quelque mutation favorable ne puisse surgir, se maintenir, et même parfois se substituer au type jusqu'alors normal de l'espèce. Mais cette éventualité est d'autant moins probable que l'espèce a eu un plus long passé, qu'un plus grand nombre de mutations ont été essayées, que plus de variations utiles ont eu le temps de se fixer. C'est là, sous un autre aspect, qui serre de plus près le problème de l'évolution, la raison d'un fait qui vient d'être rappelé : presque tous les mutants ont une vitalité moindre que les représentants de la forme type. C'est aussi l'explication d'un des résultats les plus frappants de la paléontologie. Si l'évolution, toujours rapide à l'origine d'un groupe, se ralentit très vite dès que celui-ci prend quelque importance, ce n'est pas que les facultés évolutives de celui-ci s'épuisent, mais simplement qu'une modification fortuite a d'autant moins de chances d'être favorable qu'elle survient après un plus grand nombre de perfectionnements de détail, dans un organisme qui reste soumis aux mêmes conditions d'existence. Les cas de substitution, dans son habitat même, d'un mutant à la forme type seront donc très rares. Encore n'est-on jamais sûr que ceux que l'on a cru observer ne sont pas en réalité la conséquence d'un changement du milieu que l'on n'a pas encore su déceler. De fait, le cas le mieux connu, celui de la Phalène du Bouleau qui a donné vers 1860 une mutation noire qui tend manifestement à supplanter la forme normale et y a réussi dans plusieurs régions, ne peut probablement pas être interprété comme un cas de simple substitution, puisque le remplacement de la forme claire par la forme foncée a suivi régulièrement, pour cette espèce et pour d'autres, la

marche du développement industriel des districts où il s'opérait, développement naturellement accompagné d'importants changements dans la flore et la faune de ces régions.

Les modifications du milieu ambiant, ou encore, ce qui revient au même, les changements d'habitat, doivent en effet avoir joué un rôle important dans la différenciation des espèces. Il est clair, d'après le raisonnement même qui nous a guidé jusqu'ici, que si le milieu change, les « valeurs sélectives » des adaptations, existantes et possibles, changent elles aussi. Telle adaptation qui, tenu compte des possibilités génétiques de l'espèce et des conditions extérieures, se trouvait être la meilleure, ne conviendra plus aussi bien aux nouvelles conditions de vie ; telle autre, qui ne se réalisait pas jusqu'alors parce qu'insuffisante, lui deviendra supérieure et sera désormais favorisée par la sélection. Telle caractéristique physiologique, jusque-là de médiocre importance, peut devenir un facteur décisif de succès ; ainsi de la résistance au froid pendant l'époque glaciaire, de la capacité de former des anticorps appropriés avant et pendant une épidémie.

Cette action du milieu n'est mise en doute par personne et tous les transformistes sont d'accord pour admettre qu'elle a joué un grand rôle dans l'évolution. Mais certaines divergences apparaissent dès qu'il s'agit de préciser ce rôle. Pendant longtemps on a vu dans cet effet des conditions extérieures une justification des théories lamarckiennes, mais il paraît bien établi aujourd'hui que le seul effet, capital d'ailleurs, que puisse avoir une modification des circonstances extérieures, est de donner à des possibilités latentes dans l'espèce l'occasion de se manifester. Reste à préciser la nature de ces possibilités latentes.

Pour certains mutationnistes, lorsqu'un changement de milieu permet à de nouveaux caractères de manifester leur utilité, il ne s'agit en fait que de l'extériorisation de qualités préexistantes, mais restées cachées jusqu'alors, parce que, dans les conditions où vivaient l'espèce, elles étaient indifférentes ou superflues. Ainsi de l'Épinoche qui possède la particularité très exceptionnelle de pouvoir vivre également bien dans les eaux de salure à peu près quelconque, qualité totalement inutile dans son habitat normal, l'eau douce, mais qui lui permet, le cas échéant, de coloniser facilement les eaux saumâtres, dans lesquelles elle prend certains caractères particuliers. Dans ce cas et dans d'autres plus ou moins analogues, le fait que nous avons à expliquer n'est pas l'origine de tel ou tel caractère adaptatif, mais bien la genèse de la *préadaptation* correspondante. Ce déplacement du problème présente peut-être, dans certains cas, un grand intérêt physiologique, mais il est clair qu'en ce qui concerne la question qui nous occupe, il est à peu près dépourvu de valeur explicative.

Les darwiniens ne songent pas à nier l'existence de la préadaptation, qui permet à la plupart des espèces de subir, sans que se modifie en rien leur génotype, de notables changements dans leurs conditions d'existence, mais ils affirment que les qualités nouvelles, que révèlent les modifications de plus grande amplitude de l'habitat, existent seulement en puissance, au même titre que beaucoup d'autres, dans le patrimoine héréditaire de l'espèce. Le hasard des mutations a fait apparaître les gènes qui les conditionnent chez quelques individus qui, mieux adaptés par là que leurs congénères au nouveau milieu dans lequel ils se trouvent placés, survivent seuls pour propager leur espèce, désormais modifiée. Un changement de milieu ou de climat peut ainsi donner à de nouveaux modes de sélection l'occasion de diriger de nouvelles évolutions. Celles-ci se poursuivent jusqu'à ce que toutes les possibilités génétiques de l'espèce aient été essayées et que le tri du meilleur et du pire soit achevé. La sélection, novatrice pour un

temps, redeviendra alors conservatrice.

Nous arrivons ainsi, en approfondissant les principes qui sont à la base du darwinisme, à un résultat bien remarquable : la sélection naturelle, si elle existe, doit être, à la fois, l'agent qui transforme les espèces et celui qui maintient leur stabilité. Les deux aspects de la sélection, qui semblaient de prime abord s'opposer, nous apparaissent maintenant comme complémentaires, le même mécanisme pouvant successivement transformer ou maintenir les formes, conserver ou détruire les édifices géniques. Mais il y a plus. C'est simultanément que doivent s'exercer bien souvent les actions conservatrice et novatrice d'un même type de sélection, puisque, à chaque instant, le choix qui s'exerce ne permet ou ne favorise que les changements produits dans une direction privilégiée et supprime impitoyablement toutes autres tentatives du hasard. Par la discipline qu'elle impose aux variations de l'espèce, la sélection naturelle apparaît comme la loi qui empêche le monde vivant de sombrer dans l'anarchie. L'évolution qu'elle conditionne est une évolution dirigée, qui tend inlassablement vers un accord, jamais réalisé dans sa plénitude, entre le fonctionnement de chaque être et le milieu où l'a placé l'histoire de sa race.

Erreurs fixistes

Le « monde avec sélection naturelle » dont l'esquisse vient d'être faite et où les espèces, distinctes à chaque époque, n'évoluent guère que lorsque changent leurs conditions d'existence, ressemble fort au nôtre. Il n'est pas inutile de revenir ici sur les remarques faites à propos de la sélection conservatrice et de répéter qu'un « monde sans sélection naturelle » présenterait une totale incohérence. Ce monde où, dans chaque espèce, tout individu aurait les mêmes chances de survie, serait étonnamment changeant dans le détail, sans cependant présenter d'évolution réelle. Le nombre des formes génétiquement possibles étant infiniment supérieur au nombre d'habitants que peut nourrir la terre, à chaque génération certaines combinaisons génétiques disparaîtraient, tandis que d'autres se trouveraient réalisées. Ces changements, toujours fortuits, feraient succéder, dans leur caprice aveugle, progrès et régressions et pourraient même à l'occasion ramener, après de longs détours, certaines lignées à leur point de départ. Nul, évidemment, ne défendra une conception qui, poussée à la limite, aboutit à l'image d'un monde extravagant. Ce monde n'a été dépeint ici que pour montrer, par l'absurde, que tous les naturalistes doivent, qu'ils le veuillent ou non, accepter le principe de la sélection naturelle et que ceux qui prétendent n'y pas croire se trompent. Depuis que l'on sait, avec une absolue certitude, que, dans toutes les espèces, il se produit des mutations pouvant porter sur tous les caractères imaginables et que beaucoup de mutants sont parfaitement viables et féconds, il n'est plus possible de nier la sélection conservatrice. Une fois celle-ci acceptée, on ne voit pas comment, raisonnablement, l'on peut contester l'existence de la sélection novatrice. Et cependant, il est de fait que le débat soulevé par l'apparition de *l'Origine des espèces* n'est pas encore clos, après trois quarts de siècle de querelles, et que certains naturalistes, non toujours des moindres, persistent à nier l'importance de la sélection naturelle ou, plutôt, ils ne veulent pas reconnaître l'existence d'une sélection novatrice.

La persistance de ces discussions trouve, pour une large part, son origine dans un malentendu, le mot sélection n'ayant pas le même contenu pour tous ceux qui en font usage. On aura remarqué, je l'espère, que nous lui avons donné ici une acception extrêmement étendue. Le plus souvent on pense trop, en parlant de sélection naturelle, à

la lutte pour la vie, dans son sens le plus brutal de concurrence directe, et généralement violente, pour la place ou pour l'aliment. Cette lutte existe et a son importance qui peut, dans certains cas, être très grande, mais le froid et le chaud, l'excès de sécheresse ou d'humidité, ne sont pas des agents sélectifs moins efficaces que la faim. Il n'est, dans l'habitat normal d'une espèce, rien de vivant ou d'inanimé, aucun agent physique ou chimique, qui ne puisse, en quelque occasion, intervenir peu ou beaucoup dans la sélection conservatrice. Il n'en est surtout aucun qui, par quelque variation imprévue, ne puisse être à l'origine d'une sélection novatrice. Si ces notions très simples n'étaient jamais perdues de vue, les controverses sur le mécanisme de l'évolution seraient sans doute moins nombreuses. Mais puisque ces controverses existent et que les conceptions darwiniennes conservent des adversaires décidés, il nous incombe d'aborder de front les difficultés qu'ils soulèvent et de montrer qu'elles ne peuvent être opposées valablement à la théorie moderne de l'évolution.

Le hasard, disent nos adversaires, décide seul à chaque génération quels sont, parmi tous les êtres vivants, ceux qui doivent perpétuer leur espèce. De cette loterie, dont l'enjeu est l'espoir d'une descendance à qui léguer ses qualités et ses défauts, ne sont exclus que les infirmes, les tarés et les monstres, victimes désignées de la sélection conservatrice. Tous les autres sont égaux devant la mort et les darwiniens commettent une grave erreur en prétendant que le tri qu'elle opère à chaque génération n'est pas aveugle, mais tient compte, dans une certaine mesure, des caractéristiques de chaque individu. Les anormaux une fois supprimés, la mort ne choisit plus ses victimes.

Pour justifier cette thèse, qui est celle des mutationnistes orthodoxes, l'« argument de la mare » est classique. Des millions de têtards qui grouillent au printemps dans les étangs et les ruisseaux, seul un très petit nombre atteindront l'état adulte. Les animaux qui les chassent, non plus que le soleil qui dessèche les mares, ne se préoccupent des qualités diverses qu'ils peuvent présenter ni, *a fortiori*, de celles qu'ils sont susceptibles de montrer plus tard à l'état de grenouilles. Comment croire, s'il ne survit qu'un individu sur mille, ou moins encore, que celui-ci doive son salut à ses mérites propres et pourquoi ne pas admettre simplement qu'il a plus de chance que les autres, qui auraient pu, tout aussi bien que lui, si le hasard les avait favorisés, être appelés plus tard à perpétuer leur espèce?

À cet argument il serait facile de répondre qu'il suffit d'élever un lot de têtards pour constater que ceux-ci ne sont pas identiques. Certains grandissent beaucoup plus vite que d'autres ; si l'eau se corrompt, quelques individus survivent longtemps après que tous les autres ont péri, toutes qualités qui ne sont certainement pas sans influence sur l'issue, heureuse ou fatale, de la vie larvaire. Mais, quand bien même on accorderait, contrairement à l'évidence, que la mort des têtards est toujours due à des raisons fortuites, en quoi ce fait réfuterait-il l'hypothèse de la sélection naturelle? Entre le moment où les jeunes achèvent leur métamorphose et celui où, devenus adultes, ils retournent à l'eau pour frayer, l'espèce doit encore payer un lourd tribut à la mort, mais ce tribut n'est sans doute pas très différent de celui qu'impose la nature aux grenouilles exotiques, plus complètement adaptées à la vie aérienne, qui incubent une ponte ne renfermant qu'une dizaine ou une vingtaine d'œufs. Cette mortalité est assez forte pour que les caractéristiques individuelles, favorables ou défavorables, aient la possibilité d'intervenir et pour qu'une sélection puisse s'exercer entre individus ayant pratiquement l'organisation de l'adulte. Les mutationnistes ont évidemment raison lorsqu'ils assurent que ce n'est pas parce qu'un têtard pourrait devenir une grenouille sautant plus loin que ses congénères. Mais ils ont tort de ne pas reconnaître que, seules,

ont des chances de survivre et de pondre les grenouilles qui, pendant leurs deux ou trois ans de vie aérienne, se sont montrées assez agiles pour échapper à leurs ennemis et qui lègueront à leurs descendants une part au moins de leurs qualités. L'erreur de raisonnement que nous venons de relever est instructive en ce qu'elle montre que la prodigalité démesurée avec laquelle certaines espèces répandent leurs germes n'a sans doute que peu d'importance dans l'évolution. Elle implique de grands massacres qui frappent l'imagination et fournissent une image pittoresque, mais quelque peu inexacte, de l'ampleur de la sélection naturelle. En fait, ces destructions massives n'ont sans doute pas plus de valeur sélective que l'élimination plus discrète, mais constante, qui persiste longtemps après les étapes « dangereuses » du développement.

Si les remarques qui précèdent suffisent à montrer le peu de valeur démonstrative de l'exemple classique, il ne s'ensuit cependant pas que le hasard ne joue pas un rôle dans le choix des victimes, mais, là comme ailleurs, il ne faut pas employer inconsidérément ce mot de hasard.

Nul n'a jamais prétendu que le sort d'un animal qui vient de naître était rigoureusement déterminé par avance, et que qui connaîtrait ses caractéristiques génétiques et physiologiques saurait par là même s'il doit succomber ou survivre. Ce sort dépend nécessairement des conditions où il se trouvera placé. La question est de savoir si leur constitution physique donne, à tous les représentants d'une espèce et dans toutes les circonstances, une égale probabilité de survie, ou si, au contraire, les probabilités de survie diffèrent, au moins dans certaines circonstances, d'un individu à l'autre, suivant la constitution génétique de chacun d'eux. Autrement dit, dans la partie que tous les gènes jouent constamment contre la mort, le jeu est-il ou non équitable, au sens que les mathématiciens donnent à ce terme? Toutes les expériences correctement exécutées ont donné la même réponse à cette question, et cette réponse est décisive : les chances de succès des divers allélomorphes sont inégales, comme le postule la théorie de la sélection naturelle. Dans ces conditions, il est facile de démontrer qu'il peut arriver exceptionnellement, dans certaines populations peu étendues, que le hasard favorise, au point de lui faire supplanter ses rivaux, un gène qui avait *a priori* de médiocres chances de succès, mais que l'évolution normale d'une population est la substitution graduelle des gènes les plus avantageux à ceux dont la « valeur sélective » est moindre. Précisons, une fois de plus, que l'avantage dont il s'agit n'est pas absolu, mais relatif à de certaines conditions d'existence, à un certain type de concurrence. Lorsque toutes ces circonstances sont exactement définies, la valeur sélective d'un gène peut, au moins en principe, être mesurée avec précision en termes de probabilité de survie.

La critique, que j'espère convaincante, qui vient d'être faite de l'argument prétendu décisif de la « mort non différentielle », nous permettra de faire rapidement justice d'une deuxième affirmation aussi peu fondée que la première, bien qu'elle s'appuie sur un fait parfaitement exact.

Les traits distinctifs les plus sûrs des espèces, des genres ou des familles, portent presque toujours sur des caractères qui n'ont certainement par eux-mêmes aucune importance au point de vue sélectif. Il suffit d'ouvrir une flore ou une faune pour le constater. On ne voit pas en effet en quoi le fait d'avoir des sépales plus ou moins obtus, ou des élytres glabres plutôt que pubescents, pourrait être avantageux ou désavantageux pour une espèce. Comment la sélection pourrait-elle créer des espèces, puisque les caractères qui séparent ces dernières sont généralement indifférents ? A cet argument facile, les transformistes d'autrefois ont essayé de répondre en s'évertuant à trouver une utilité quelconque à des dispositions anatomiques insignifiantes. Leurs

efforts n'ont pas toujours été vains, mais souvent, par excès de zèle, ils ont cru découvrir de subtiles adaptations là où il ne s'en trouvait probablement pas, et leurs adversaires ont eu beau jeu à tourner en dérision leur imagination excessive. Les transformistes d'aujourd'hui ne se laissent plus entraîner dans ces polémiques, où les affirmations sont aussi gratuites que les négations. Ils remarquent simplement que l'argument de l'indifférence des caractères spécifiques ne peut être soutenu que par ceux pour qui un animal ne doit être étudié qu'après avoir été rangé dans une vitrine, ou dans une boîte, et qui ne connaissent que des plantes d'herbier. Ils invitent leurs contradicteurs à ouvrir un traité de zootechnie ou d'agronomie, ou simplement un bon catalogue d'horticulture, et à constater que les caractères essentiels d'une race ne sont généralement pas ceux qui servent à la reconnaître. Les couleurs ni les formes qui servent à la définir n'apprennent rien sur sa faculté de résistance à la gelée ou à la sécheresse, aux parasites ou aux maladies, non plus que sur sa fécondité, sa vitesse de croissance ou sa capacité plus ou moins grande d'utiliser les ressources alimentaires du milieu où elle se trouve placée. Chacun de ces caractères est néanmoins plus important qu'aucun de ceux que pourrait enregistrer le plus fidèle descripteur. Ce qui est vrai de la comparaison de deux races, l'est évidemment de celle de deux espèces et, si les différences physiologiques qui peuvent exister entre ces dernières sont généralement inconnues, on n'est néanmoins jamais en droit d'affirmer sans preuves qu'elles sont négligeables.

Les qualités que l'homme a cherché à fixer dans les espèces animales ou végétales qu'il élève sont pour la plupart d'ordre physiologique et cependant les races qu'il a créées se reconnaissent à leur apparence extérieure. La sélection de caractères indifférents a presque toujours accompagné celle de caractères utiles, auxquels ils se trouvent liés. Inversement, le généticien qui isole un animal différant de ses congénères par quelques soies de plus ou de moins ou par un détail de couleur, sélectionne en même temps des caractères qu'il ne pouvait voir et qui peuvent porter aussi bien sur la fécondité ou la longévité que sur la mortalité larvaire ou la résistance à un poison ou à une bactérie pathogène. Ce que fait la sélection artificielle, la sélection naturelle peut évidemment le faire, et elle le fait sans aucun doute. Si l'homme ne comprend pas toujours le sens des résultats qu'elle obtient, c'est que l'apparence d'une espèce ne laisse presque rien deviner de ses qualités ou de ses défauts, non plus que leur diversité de forme et de couleur ne suffirait à apprendre, à qui n'aurait jamais mangé de raisins, les différences réellement intéressantes qui séparent un aramon, d'un chasselas ou d'un muscat.

Le fait que les caractères qui ne sont, par eux-mêmes, ni nuisibles ni utiles peuvent être l'objet d'une sélection active, parce qu'ils sont nécessairement liés à des caractères cachés, mais importants, enlève évidemment toute sa force à l'argument de l'indifférence des caractères spécifiques. Il ne s'ensuit cependant pas qu'il faille commettre, sous une forme nouvelle, la faute des transformistes d'autrefois, et vouloir à toute force qu'une particularité morphologique quelconque soit toujours, ou directement utile, ou liée nécessairement à un caractère avantageux. On connaît aujourd'hui trop de cas d'évolutions incontestablement fâcheuses pour pouvoir croire encore que la sélection conduit nécessairement le monde vivant vers une sorte de perfection. En constatant ainsi, comme le lui commande une élémentaire bonne foi, les imperfections du monde vivant, le darwinien sait d'ailleurs qu'il ne fournit pas à ses adversaires des arguments aussi redoutables que ceux-ci l'imaginent. L'examen d'un seul exemple, d'ailleurs classique, suffira à nous montrer que cette difficulté, la seule qui puisse être valablement opposée à la théorie de la sélection naturelle, n'est aucunement

insurmontable.

Dans plusieurs groupes de mammifères, les mâles possèdent des armes, cornes ou défenses, plus développées que celles des femelles, qui souvent même en sont dépourvues. La paléontologie nous apprend que, dans un certain nombre de familles, l'évolution s'est faite dans le même sens, les mâles des espèces successives ayant des armes de plus en plus grandes. Dans les dernières espèces de chaque série, qui sont aussi les plus grandes, les cornes ou les défenses sont si volumineuses et parfois de forme si compliquée, qu'elles doivent sans doute être un grand embarras pour leur propriétaire. Les cornes démesurées des grands élans fossiles, celles mêmes du cerf actuel sont certainement, comme outils ou comme armes, des instruments moins efficaces que celles, plus simples et plus petites, que portaient leurs lointains ancêtres. Comment expliquer alors qu'à tant de reprises, la nature ait réalisé, comme si elle poursuivait un dessein préconçu, mais déraisonnable, ces « orthogénèses » absurdes²¹ ? L'examen de ce problème va nous permettre de mettre en évidence une perversion de la sélection, qui a dû intervenir dans beaucoup d'autres circonstances, et qui s'explique par un conflit entre l'intérêt de l'individu et celle de l'espèce.

Lorsque les conditions d'existence sont difficiles, que la concurrence pour l'aliment est grande et qu'une fécondité élevée a pour conséquence inévitable la mort du plus grand nombre des jeunes, toute mutation diminuant sensiblement la probabilité de survie des individus qu'elle affecte est nécessairement éliminée. Mais si la population est placée pendant une étape assez longue de son histoire dans des conditions assez favorables pour n'avoir, ni à craindre la disette, ni à redouter d'ennemis trop puissants, si la mortalité de ses jeunes est faible, elle peut présenter certains types d'évolution qui lui seraient interdits si la concurrence était plus sévère. La « sélection sexuelle », telle que l'a conçue Darwin, est vraisemblablement à l'origine de quelques-unes de ces évolutions qui favorisent certains individus au détriment des autres sans que l'espèce tire nécessairement bénéfice de ces transformations.

Chez les grands mammifères dont il vient d'être question, il est fréquent, sinon constant, que les mâles se livrent des combats à l'époque des amours. Les mâles les plus forts, les plus grands, les mieux armés ont naturellement plus de chances que leurs rivaux de sortir vainqueurs de ces tournois et de laisser une descendance. Comme les qualités physiques sont toujours pour une part de nature génétique et, par conséquent, héréditaires, il se fait ainsi nécessairement une sélection favorisant le développement de la taille et des organes d'attaque ou de défense, chez le mâle seul ou, en même temps, chez le mâle et chez la femelle. Mais une telle évolution n'est pas nécessairement favorable et la sélection de qualités moins brillantes assurerait plus sûrement l'avenir du groupe dans lequel elle se déroule. Une bonne résistance aux intempéries et aux maladies, une grande capacité de résistance à la faim et à la soif, et surtout une fécondité suffisante, sont pour le succès d'une espèce des facteurs beaucoup plus décisifs que la force ou le courage et ce n'est qu'en l'absence de concurrents sérieux qu'une population

²¹ . La paléontologie a montré que, dans beaucoup de lignées évolutives, les différences de forme, de structure ou de taille, qui séparent les espèces successives, ne sont pas quelconques, mais paraissent s'être produites dans une direction déterminée. Ainsi de la série des ancêtres du cheval, qui ont présenté, en même temps, un accroissement de leur taille, une réduction du nombre de leurs doigts, un changement graduel de leur dentition et de la forme de leur crâne. Ces successions de changements, dont chacun apparaît comme l'accentuation du précédent, sont connues sous le nom d'orthogénèses. Il est remarquable que des séries évolutives indépendantes aient présenté des orthogénèses

peut se permettre impunément le luxe onéreux de forger des armes de plus en plus efficaces pour les duels de ses mâles. Il semble même qu'une telle évolution doive conduire presque fatalement à une catastrophe le groupe qui s'y engage.

Il est établi aujourd'hui que les deux phénomènes qui caractérisent les orthogénèses que nous essayons d'expliquer ici ne sont pas indépendants. C'est l'accroissement de taille des espèces successives qui est responsable à la fois de l'augmentation de la puissance et de la complication de la forme des armes dont elles sont pourvues. Une loi très générale du développement veut en effet que les « variants sexuels » que sont ces armes, propres au mâle ou plus développées chez lui que chez sa compagne, croissent plus vite que leurs porteurs et compliquent leur forme en grandissant. Dans ces conditions, des espèces de taille suffisamment grande ont nécessairement des armes dont les dimensions sont disproportionnées aux leurs et dont la forme est inutilement compliquée. La paléontologie montre clairement que, dans bien des familles, les espèces les plus évoluées, celles dont l'apparition annonce l'extinction du groupe, ont dépassé le stade où les organes d'attaque et de défense avaient atteint leur développement optimum. L'explication de ce fait, longtemps mystérieux et tenu par beaucoup pour une objection décisive au darwinisme, a été donnée, il y a une dizaine d'années, par l'étude mathématique approfondie des lois de la sélection naturelle. On sait depuis longtemps que, dans tous les cas ou presque, les caractères quantitatifs tels que la taille dépendent du jeu simultané d'un grand nombre de gènes et que toutes les populations sont hétérozygotes pour beaucoup de ces derniers. Lorsque la sélection joue en faveur d'un accroissement de la taille, elle tend à éliminer les gènes qui diminuent les dimensions de l'animal et à augmenter le nombre de ceux qui l'accroissent. Or, l'on peut démontrer que, si cette sélection se poursuit pendant un temps suffisamment long, l'évolution ainsi orientée ne peut plus s'arrêter brusquement. Que la sélection cesse, que même, les circonstances ayant changé, elle combatte la tendance qu'elle favorisait jusqu'alors, l'accroissement régulier de taille ne s'en poursuivra pas moins pendant un certain temps et dépassera nécessairement l'optimum, caractérisé précisément par l'arrêt de la sélection. Les orthogénèses produisant le gigantisme et un développement excessif des armes des mâles s'expliquent ainsi entièrement par une certaine « inertie de l'évolution », inertie que l'on doit s'attendre à retrouver chaque fois que le caractère soumis à la sélection est conditionné par un grand nombre de gènes.

Signalons, sans nous y arrêter, qu'un deuxième type de sélection sexuelle, moins brutal que celui que nous venons d'étudier, a été invoqué par Darwin pour expliquer la genèse de caractères, apparemment inutiles, propres aux mâles. C'est pour séduire sa femelle muette que le rossignol aurait un chant harmonieux et pour plaire à sa terne compagne que le faisan aurait un plumage éclatant.

Il est difficile de prouver le bien-fondé de cette explication, mais elle présente aujourd'hui beaucoup plus de vraisemblance qu'au moment où elle fut énoncée. Il est hors de doute que, chez les animaux supérieurs et chez les oiseaux, en particulier, la constitution d'un couple n'est pas laissée seulement au hasard, mais qu'elle dépend en quelque mesure du choix exercé par l'un ou l'autre partenaire. Si faible que soit la part de ce choix, il suffit qu'il puisse s'exercer pour que la sélection développe, à la fois, les caractères sur lesquels il porte dans l'un des sexes, et, dans l'autre sexe, l'intensité de la préférence accordée aux porteurs de ces caractères. L'effet de cette double sélection pourra être une évolution extrêmement rapide, dès qu'une mutation aura fait varier dans le sens voulu le caractère sujet au choix. Comme dans le cas des armes chez les mammifères, et pour les mêmes raisons, cette évolution pourra dépasser son but et

nuire, en définitive, à l'espèce qui l'a présentée.

Il n'est ni certain, ni même probable, que toutes les orthogènes puissent être interprétées par le mécanisme qui vient d'être indiqué. Mais ce succès récent du darwinisme moderne permet d'espérer en la disparition prochaine des derniers obstacles qui s'opposent à l'adoption unanime de la théorie de la sélection naturelle.

III. - LES DONNÉES DE L'EXPÉRIENCE

Si l'espace ne m'était pas mesuré, il importerait d'étudier maintenant avec quelque détail les faits qui justifient la position doctrinale des évolutionnistes contemporains. Une telle étude serait d'autant moins inutile qu'aucun ouvrage de langue française n'en a donné jusqu'à présent un exposé suffisant. Faute de pouvoir entreprendre ici ce travail, je me contenterai de quelques indications sommaires sur certains points particulièrement importants pour le problème qui nous occupe. On excusera leur caractère technique, qui était inévitable.

Les divers types de variations définis et étudiés au laboratoire, sur des lignées animales ou végétales élevées dans des conditions généralement artificielles, ont été retrouvés dans des populations sauvages. Il n'est presque aucune espèce où ne puissent être trouvés, à côté d'innombrables « normaux », quelques individus aberrants, porteurs d'un ou de plusieurs gènes mutants. Ceux-ci sont le plus souvent récessifs et, se présentant presque toujours à l'état hétérozygote, ne peuvent être recensés que par une étude génétique poursuivie au laboratoire, étude qui ne se montre d'ailleurs fructueuse que lorsque le patrimoine héréditaire de l'espèce sur laquelle elle porte est déjà bien connu. Aussi est-ce sur les *Drosophiles* que l'on possède le plus d'information : il a été constaté, chez plusieurs espèces de ce genre, que presque tous les individus sauvages étaient porteurs d'au moins un gène mutant. Quelques-uns de ceux-ci ont un effet visible, mais la plupart modifient seulement la vitalité ou la fécondité de leurs porteurs, dont ils ne changent en rien l'apparence. Dans d'autres espèces au contraire, l'Escargot des jardins et l'Escargot des forêts par exemple, les populations sont hétérogènes et renferment, en proportions variables, un certain nombre de génotypes très différents les uns des autres et également viables. Les groupes sanguins reconnus chez l'Homme fournissent enfin un bon exemple de gènes alléomorphes sans effet visible et physiologiquement indifférents.

Il serait naturellement facile d'allonger cette liste, mais il importe de signaler que beaucoup de variations héréditaires, dont l'importance évolutive est évidente, n'ont pu encore être analysées de façon satisfaisante. On ignore encore, dans presque tous les cas, la nature génétique exacte des différences physiologiques qui séparent les diverses lignées stables que l'on peut isoler dans une même espèce, celles par exemple qui distinguent, chez beaucoup de végétaux, les lignées tardives et les lignées précoces, les variétés qui résistent bien à la gelée et les variétés qui la craignent, ou, chez les animaux, les races d'un même parasite adaptées à deux hôtes différents. Le plus souvent ces différences, d'ordre quantitatif, font intervenir simultanément plusieurs gènes et parfois un grand nombre, qu'il est souvent bien difficile de distinguer, leurs effets individuels étant fort minimes. Quand bien même on admettrait, pour ne pas préjuger des découvertes futures, qu'à côté de ces gènes multiples, d'autres facteurs de nature encore inconnue, cytoplasmiques par exemple, contribuent à l'établissement des caractéristiques physiologiques héréditaires, on n'en doit pas moins tenir pour établi

que, dans toute espèce sauvage, la plupart des individus, sinon tous, sont hétérozygotes pour un certain nombre de gènes. Il existe donc toujours une « fluctuation génique » qui maintient, à côté des gènes de beaucoup prédominants et considérés pour cette raison comme normaux, un grand nombre de leurs allèles en proportion très faible.

La fluctuation génique tend à s'atténuer par l'extinction fortuite de certains gènes et par l'effet de la sélection naturelle, qui tend à éliminer ceux d'entre eux dont l'action est par trop fâcheuse ; elle est entretenue par le flux incessant des mutations qui font constamment apparaître de nouveaux allèles. Aussi se montre-t-elle à peu près constante, de génération en génération, tant que les conditions de vie ne changent pas. Nous verrons plus loin que l'ampleur de cette fluctuation commande la plasticité de l'espèce et, corrélativement, sa capacité d'évolution.

À côté des mutations géniques, se rencontrent également dans la nature des mutations chromosomiques, qui, sans toucher à la nature des gènes, affectent leur distribution sur les chromosomes. Ces variations structurales apparaissent d'ailleurs plutôt comme des caractères raciaux que comme des caractères individuels. Chez certaines espèces de *Drosophiles*, *D. pseudo-obscura* par exemple, les diverses populations locales, qui présentent toutes les mêmes gènes normaux, diffèrent très notablement par la distribution de ces dernières le long des divers chromosomes (inversion). Chez les *Datura*, et particulièrement chez *D. stramonium*, plante aujourd'hui cosmopolite, on connaît un certain nombre de races géographiques dans lesquelles des groupes de gènes homologues peuvent être associés de diverses manières pour constituer les douze paires de chromosomes (translocation). Chez quelques rares animaux et beaucoup de végétaux enfin, le nombre normal des chromosomes peut être doublé en certaines stations (polyploïdie). Ces variations structurales ou numériques des chromosomes ont joué, à n'en pas douter, nous le montrerons, un grand rôle dans l'évolution en favorisant l'isolement des espèces naissantes.

L'énumération qui précède épuise, ou peut s'en faut, la liste des types de variations héréditaires officiellement reconnues. Mais il reste une possibilité que nous avons envisagée tout à l'heure, celle de l'existence de facteurs cytoplasmiques inconnus qui, partageant avec les gènes la responsabilité de la transmission des caractères héréditaires, interviendraient comme eux dans la différenciation physiologique des races locales. En acceptant cette éventualité, nous nous écartons de la Génétique traditionnelle, qui ne reconnaît que les gènes fixés sur les chromosomes et qui, niant a priori tout fait d'hérédité cytoplasmique, classe, par un étrange abus de langage, ceux que l'on a décrits chez les végétaux, sous la rubrique « fausse hérédité ». Il est certain que les faits invoqués à l'appui de l'existence de l'hérédité cytoplasmique ne sont ni très nombreux, ni en général très probants. Mais il n'en reste pas moins que certaines variations héréditaires des végétaux sont très difficiles à expliquer par les conceptions classiques. Un facteur cytoplasmique héréditaire a été d'autre part mis récemment en évidence chez un Protozoaire. Chez la *Drosophile*, enfin, on connaît depuis quelques années un caractère physiologique dont la transmission héréditaire est tout à fait aberrante. Il s'agit d'une sensibilité singulière à l'action toxique du gaz carbonique qui caractérise une lignée particulière et, dans les croisements, se transmet comme un tout. Ce caractère, qui a certainement un support matériel de nature particulière, n'est cependant pas conditionné par un gène, puisque sa transmission est complètement indépendante de celle des chromosomes.

Pour isolés qu'ils soient encore, ces faits n'en suffisent pas moins à montrer que le champ de la variation est probablement plus vaste qu'on ne le supposait il y a quelques

années. Ils sont cependant trop peu connus encore pour que, dans les pages qui vont suivre, il puisse en être beaucoup tenu compte. Ce que l'on sait d'eux ne permet d'ailleurs pas de croire qu'ils soient de nature à modifier, autrement que par de légères retouches, le schéma que nous donnerons pour terminer ce travail.

Il se pose maintenant une question que nous ne pouvons traiter ici que sommairement, mais que nous ne sommes pas en droit d'esquiver. C'est celle de l'origine des variations. Il fut admis généralement, jusqu'à une époque assez récente et malgré quelques indications contraires, que la mutation d'un gène était un phénomène spontané, indépendant à la fois des circonstances extérieures, de l'état physiologique de l'animal qui en est porteur et de la nature des autres gènes qui l'accompagnent. Cette position doctrinale des généticiens extrémistes, pour qui les gènes sont des entités dont le comportement ne relève que de conditions internes, ne peut plus être retenue à l'heure actuelle. On sait produire aujourd'hui, par l'emploi convenablement dosé de rayons X ou d'autres radiations, des mutations géniques ou chromosomiques qui ne diffèrent pas, par leur nature, de celles qui paraissent spontanées. Il semble aussi que certains agents chimiques, ou une élévation de la température d'élevage, puissent accroître, dans une large mesure, le taux de mutation de nombreux gènes. On a découvert, d'autre part, d'incontestables « gènes de mutabilité » dont l'un, chez le Maïs, accroît électivement et dans de très fortes proportions le taux de mutation d'un autre gène, dont d'autres, chez la Drosophile, agissent simultanément sur des gènes très divers. Ainsi se trouve établie l'existence d'un type insoupçonné de corrélation intergénique et démontre que la stabilité d'un gène dépend de la nature de l'ensemble du génotype auquel il est associé.

Cet ensemble de résultats, infiniment plus satisfaisant pour l'esprit que les affirmations dogmatiques de la génétique classique, montre que le milieu, extérieur ou intérieur, peut agir de diverses façons sur le déterminisme de la variation. Celle-ci perd par là ce caractère, mystérieux et quelque peu inquiétant, de phénomène spontané et irrationnel que certains biologistes s'étaient plu à lui donner. Le darwinisme retrouve en même temps une souplesse que des doctrinaires intransigeants lui avaient fait perdre contre tout droit.

Les indications qui précèdent suffisent, malgré leur brièveté, à montrer que, dans la nature actuelle, existent toutes les variations héréditaires que le théoricien le plus exigeant peut souhaiter, toutes celles, en particulier, que présuppose le darwinisme. Il nous faut maintenant illustrer de quelques exemples concrets l'analyse de la notion de sélection naturelle à laquelle nous avons procédé dans la première partie de cet exposé.

Le premier point qu'il importe de souligner est que des expériences, peu nombreuses encore en vérité, mais parfaitement démonstratives, montrent que la mort est différenciatrice. Le postulat sur lequel a été édifié le darwinisme est aujourd'hui un fait incontestable.

Certaines de ces expériences portent sur les Végétaux. Les plus convaincantes sont celles qui ont été réalisées en mettant en concurrence plusieurs lignées de *Taraxacum officinalis* (notre vulgaire Pissenlit). Ces lignées d'origine différentes, mises en concurrence sur le même terrain, ont prospéré inégalement et celles qui réussissaient le mieux lorsque le semis était dense et la concurrence forte, ne se montraient pas les plus résistantes dans des conditions de concurrence beaucoup moins sévères. Des faits analogues ont été observés en comparant entre elles diverses races de Blé ou de Haricots. D'où cette conclusion, dont l'importance est évidente, que non seulement les

différents génotypes d'une même espèce n'ont pas la même valeur sélective, mais encore que cette valeur sélective dépend des circonstances dans lesquelles l'espèce se trouve placée.

Les recherches faites sur les animaux aboutissent au même résultat. Comme toujours, les faits le plus solidement établis ont été acquis par l'étude des différentes espèces de *Drosophiles*. Des expériences, conduites de façon diverse et poursuivies dans quelques cas sur plusieurs dizaines de générations consécutives, ont montré que, dans des conditions d'élevage déterminées, chaque génotype possède une probabilité de survie déterminée. Cette probabilité de survie dépend des circonstances et, en particulier, de la température et de l'intensité de la concurrence. Tel génotype qui succombe devant un autre à basse température l'emportera sur lui à une température plus élevée ; ou encore, favorable lorsque la concurrence larvaire laisse survivre un individu sur deux, se montre extrêmement désavantageux lorsqu'il n'en survit plus qu'un sur dix. Lorsque, dans une population maintenue stationnaire par une technique appropriée, sont introduits des individus porteurs d'allèles qui n'y étaient pas encore représentés, ceux-ci sont en général éliminés. Il peut arriver cependant que la composition de la population tende vers un état d'équilibre où, à côté des gènes normaux, persistent en petit nombre des gènes mutants qui donnent aux individus qui les présentent à l'état hétérozygote une vigueur et une fécondité supérieures à celles de l'homozygote normal, condition qui leur permet de subsister même s'ils se montrent tout à fait défavorables à l'état homozygote. L'expérience a même montré qu'un gène nouveau pouvait s'installer au sein d'une population dans laquelle il était apparu par mutation, qu'il pouvait s'y propager malgré une concurrence très sévère, qu'il pouvait enfin s'y stabiliser à une fréquence assez élevée. Il a été constaté enfin, tout récemment, que le niveau de l'équilibre entre deux allèles d'un même gène dépendait dans une très large mesure des autres caractéristiques génétiques de la population. La valeur sélective des divers génotypes en présence ne dépend donc pas seulement des allèles qui servent à la définir mais aussi de tout le reste du patrimoine héréditaire de la population.

Des recherches méthodiques poursuivies sur des populations naturelles d'espèces polymorphes aboutissent à des résultats analogues, qui ne peuvent pas être imputées aux conditions artificielles du laboratoire. Chez plusieurs espèces de Criquets américains, les dénombrements et l'analyse génétique des diverses populations permettent de démontrer que les différents génotypes ont une valeur sélective très inégale, certains étant beaucoup moins vigoureux et moins féconds que d'autres. Le polymorphisme de ces espèces ne se maintient que parce que les hétérozygotes sont particulièrement vigoureux. Chez une des Coccinelles les plus communes dans nos régions, *Adalia bipunctata*, toutes les populations renferment à la fois des individus à élytres rouges tachées de noir et d'autres à taches rouges sur fond noir. L'équilibre entre ces deux races se conserve d'année en année, parce que la forme rouge qui supporte mieux que la noire les rigueurs de l'hiver, est moins capable qu'elle de profiter des conditions plus favorables de la belle saison.

L'inégalité de la valeur sélective des divers génotypes d'une même espèce une fois établie, il n'est guère utile de s'attarder à chercher des preuves de l'existence d'une sélection conservatrice. La stabilité de l'espèce, qui se maintient normalement tant que les conditions externes ne changent pas, suffit à la mettre en évidence, et les observations qui montrent que, chez les Papillons et les Oiseaux, les intempéries éliminent surtout les individus qui diffèrent du type de l'espèce, donnent un résultat trop prévu pour mériter qu'on s'y arrête. La contre-épreuve fournie par l'accroissement

de variabilité, conséquence d'une diminution de sévérité de la sélection, est plus instructive. Certains gènes, qui se montraient jusqu'alors nuisibles, deviennent pratiquement indifférents et peuvent se multiplier sans inconvénient au hasard des croisements. Les effets de cette « panmixie » ont été fréquemment observés. Les couleurs trop voyantes sont le plus souvent interdites aux petits Mammifères : leurs très nombreux ennemis éliminent rapidement les mutants qui attirent trop facilement l'attention. Ces dangers n'existent pas pour la Taupe, animal souterrain ; aussi les albinos ne sont-ils pas rares dans cette espèce et a-t-on même vu une race isabelle constituer une colonie prospère en Vendée. C'est pour les mêmes raisons que les Lapins introduits par l'homme en Nouvelle-Zélande, où ils ne sont guère exposés aux attaques des carnivores et des oiseaux de proie, y présentent une diversité de pelage inconnue partout ailleurs. L'Homme même fournit sans doute le meilleur exemple des effets, fâcheux par certains côtés, d'une absence de sélection. Pour n'en citer qu'un seul, s'il y a tant de myopes, d'hypermétropes ou d'astigmatas à notre époque, c'est qu'une vue médiocre ou mauvaise a beaucoup moins d'inconvénients pour l'homme d'aujourd'hui que pour le chasseur préhistorique.

Il est beaucoup plus difficile de mettre en évidence la sélection novatrice et les conditions mêmes dans lesquelles elle peut se manifester expliquent qu'elle soit d'une observation si malaisée. Rappelons qu'en principe la sélection peut être novatrice dans deux cas bien différents. L'évolution d'une espèce peut être une réponse de cette dernière à un changement du milieu, ou, celui-ci restant inchangé, la conséquence de l'apparition d'un mutant mieux adapté que le génotype normal à telle ou telle de ses conditions d'existence. Espérer assister à la création d'une forme nouvelle par ce dernier procédé serait évidemment faire un crédit excessif à la bienveillance du hasard. Toutes les espèces qui nous entourent sont si anciennement établies que le tri entre les divers génotypes possibles est achevé depuis longtemps et que celui qui persiste est, sinon le meilleur qui soit compatible avec les conditions actuelles, du moins une forme d'équilibre supérieure à toutes celles que l'on pourrait réaliser par substitution de quelques gènes nouveaux à ceux qu'il renferme normalement. Aussi doit-on interpréter avec prudence les quelques exemples de substitution d'un mutant au type qui ont été signalés jusqu'à présent. Le cas de la Phalène du bouleau a déjà été mentionné, celui de la mutation blanche de *Gentiana campestris* qui, en Savoie comme aux Shetland, tend à supplanter le type pourpre normal de l'espèce, celui du Hamster du Nord de la Russie où une forme mélanique se substitue au type normal bicolore, demanderaient à être étudiés de plus près pour qu'on puisse être assuré qu'il ne s'agit pas là de phénomènes rentrant dans le premier mode d'action de la sélection novatrice, celui où, les conditions d'existence venant à changer, le génotype normal actuel devient inférieur à un autre génotype contenu en puissance dans les limites de la fluctuation génique de l'espèce.

Un des exemples les plus simples et les plus clairs de ce mode d'évolution est celui qu'ont fourni des céréales transportées sous un climat très différent de celui où on les cultivait jusqu'alors. Les divers génotypes représentés dans les semences qui sont à l'origine des cultures du nord de la Scandinavie ont inégalement réussi dans les conditions nouvelles où ils étaient appelés à vivre. Certains, à cycle trop long, se sont montrés incapables d'amener leurs graines à maturité dans la brève période de végétation des régions arctiques, tandis que d'autres y arrivaient plus ou moins bien. Ainsi s'est effectuée, sans intervention directe de la volonté humaine, une sélection des variétés les mieux adaptées à ce nouveau climat, sélection assez efficace pour qu'en peu de générations des races à peu près stables aient pu être constituées. Des exemples

analogues pourraient être trouvés sans difficulté dans l'histoire des diverses plantes cultivées et de quelques-uns de nos animaux domestiques, et, si les races acclimatées loin de leurs pays d'origine présentent souvent des caractères nouveaux, ce n'est pas seulement parce que les réactions d'un être vivant dépendent de son milieu, mais aussi parce que, dans bien des cas, la race transplantée n'est pas identique à la race originelle, sélection naturelle et sélection artificielle ayant agi de concert pour ne conserver que les génotypes les mieux adaptés aux nouvelles conditions d'existence.

Il est une évolution qui se poursuit actuellement avec une vitesse assez grande pour que, dans une vie humaine, le changement produit soit aisément observable. Cette évolution est particulièrement nette pour la Phalène du Bouleau, dont nous avons déjà parlé, mais, fait très remarquable et dont il faut chercher l'explication, elle se poursuit en même temps pour d'autres espèces de Papillons appartenant à plusieurs familles de Phalènes et de Noctuelles. Le phénomène est toujours le même : dans une population jusqu'alors homogène et composée exclusivement de formes claires, apparaissent des individus de teinte beaucoup plus foncée, parfois presque noire, qui, d'abord fort rares, se multiplient ensuite à tel point qu'en vingt ou trente ans ils arrivent à éliminer, en certaines stations, la forme jusque-là normale de l'espèce.

L'étude génétique a montré que ce mélanisme pouvait être imputé à un gène dominant et, fait très important, que les hétérozygotes et les mélaniques purs étaient plus vigoureux que les homozygotes clairs. Cette plus grande vigueur des individus de couleur foncée suffirait à expliquer les transformations observées, si l'on ne devait pas se demander pourquoi cette évolution a attendu notre époque pour se produire simultanément pour tant d'espèces et dans tant de localités différentes. Il faut, de toute nécessité, que le mécanisme de la substitution, quel qu'il puisse être, soit lié à un changement des conditions d'existence de l'espèce survenu très récemment dans toutes les régions où elle s'est produite. Or presque tous les foyers de mélanisme sont situés au voisinage de villes industrielles. On a supposé que la production même de la mutation était due à une intoxication des larves par la fumée des usines et particulièrement par les sels de plomb ou de manganèse qu'elle contient, mais cette interprétation, incompatible avec tout ce que l'on sait sur le mécanisme d'apparition des mutations, n'a pas résisté au contrôle de l'expérience. On doit admettre que des mélaniques ont du apparaître de tout temps, mais que les mécanismes qui les éliminaient malgré leur vigueur plus forte ne jouent plus actuellement, ou ont diminué d'efficacité. La nature de ces mécanismes n'est pas connue avec certitude, mais l'hypothèse la plus simple et la plus raisonnable est que la sélection s'exerçait autrefois surtout par l'intermédiaire d'Oiseaux qui détruisaient en plus grand nombre les individus de couleur foncée, probablement plus visibles que les individus clairs. Le développement industriel ayant fait disparaître en certaines régions le plus grand nombre des insectivores qui les habitaient jadis, cette sélection a perdu aujourd'hui beaucoup de sa rigueur. Il est donc probable qu'il n'existe presque plus de mortalité différentielle des papillons et que la seule sélection qui opère encore est celle qui s'exerce sur les chenilles, et qui, comme le montrent les élevages, joue en faveur des individus qui, à l'état adulte, doivent être mélaniques.

Un fait, observé sur un autre Papillon, *Oporabia autumnata*, plaide en faveur de cette interprétation. Une forêt du Yorkshire, autrefois homogène, est faite aujourd'hui surtout de pins dans sa partie nord et de bouleaux dans sa partie sud. Dans le bois de pins, 96 % des *Oporabia* sont foncés, alors que 15 % seulement ont cette teinte dans le bois de bouleaux. Or, bien que dans le bois de pins ne se trouvent que 4% d'individus

clairs, ceux-ci fournissent la majorité des ailes que l'on retrouve éparses sur le sol. Leur dénombrement montre que la forme claire a trente fois plus de chances d'être dévorée que la forme sombre, sans doute parce qu'elle est plus visible qu'elle sur le tronc des pins. En compensation de cet avantage, la forme sombre pond ses œufs trop tôt dans la saison. Leur éclosion a lieu bien souvent avant l'hiver qui est fatal aux larves. La forme claire, dont les œufs éclosent régulièrement au printemps, l'emporte, pour cette raison, sur la forme sombre, lorsque les Oiseaux et les Chauves-Souris ne sont pas trop nombreux, ce qui est le cas dans le bois de bouleaux, où d'ailleurs il est peut-être plus avantageux pour un Papillon d'être clair que foncé.

On pourra évidemment reprocher à ces deux exemples de comporter une trop grande part d'interprétation et de ne pas être étayés par des expériences directes sur l'efficacité de l'agent sélectif qu'ils invoquent l'un et l'autre. La question se pose, en effet, de savoir si nous avons le droit, comme nous venons de le faire et comme nous l'avions déjà fait à propos de la sélection conservatrice et de la panmixie, d'admettre sans contrôle la valeur protectrice de l'homochromie. Est-il vrai que, dans certains habitats, des couleurs voyantes soient dangereuses pour leur porteur et que les animaux aient en général avantage à prendre, de façon plus ou moins précise, la couleur de leur milieu? Pendant fort longtemps, nul n'a douté que la réponse à cette question dût être affirmative, mais aujourd'hui certains auteurs, prenant prétexte d'exagérations évidentes de leurs prédécesseurs, nient de façon catégorique la valeur protectrice de toute homochromie. Fort heureusement, ces critiques perdent, par leur excès même, toute leur efficacité. Nous pouvons accorder, comme allant de soi, qu'un animal homochrome n'échappe pas infailliblement à la vue de ses ennemis, mais nous sommes en droit d'exiger de nos contradicteurs qu'ils nous prouvent que la probabilité qu'a un animal d'être aperçu et dévoré est exactement le même, quelles que soient sa couleur et celle de son milieu. Cette preuve, ils seraient bien en peine de la donner, et les expériences trop rares encore, faites sur ce sujet, témoignent au contraire en faveur de l'hypothèse darwinienne. Si les expériences faites sur les Insectes que l'on cite le plus souvent sont imparfaites, d'autres, plus récentes, ont donné des résultats plus probants et celles qui ont été réalisées sur un autre matériel, constitué par de petits Poissons chassés par des Oiseaux aquatiques, sont tout à fait décisives. Elles suffisent amplement à justifier, tant qu'un contrôle direct n'en aura pas été fait, les hypothèses sur lesquelles nous nous sommes appuyés pour interpréter l'histoire, inexplicable autrement, des mutations mélaniques des Papillons.

Dans tous les exemples que nous avons étudiés jusqu'à présent, il s'agissait de phénomènes qui se déroulaient sans intervention volontaire de l'homme. Il est clair que, dans ces questions, comme dans tout autre problème, la méthode expérimentale devra intervenir pour mettre un terme aux controverses que suscite inévitablement l'interprétation des faits, lorsque les conditions dans lesquelles ceux-ci sont observés ne sont pas exactement connues. Malheureusement, les expériences sur la sélection naturelle, très difficiles à concevoir et plus difficiles encore à réaliser, sont encore très peu nombreuses et, il faut le reconnaître, très insuffisantes. Nous en avons signalé quelques-unes, au moment où nous nous sommes proposé d'établir que tous les génotypes n'avaient pas la même valeur sélective. Les expériences faites sur les Drosophiles ont permis, non seulement de déterminer cette valeur sélective, mais encore de suivre, pendant plusieurs dizaines de générations, l'évolution de populations maintenues stationnaires par un apport régulier d'aliments et dans lesquelles s'exerce une très forte concurrence larvaire. Les résultats, variables naturellement suivant la

nature des gènes mis en présence lors de la fondation de la population, se sont montrés conformes, dans l'ensemble, aux prévisions que l'on pouvait faire. Ils ont permis, en particulier, d'établir que certains gènes mutants, défavorables dans les conditions normales d'existence, peuvent cependant subsister indéfiniment dans la population parce que l'hétérozygote se trouve être un peu plus vigoureux ou un peu plus fécond que l'homozygote normal. Que, les circonstances changeant, ces gènes jusqu'alors nuisibles deviennent favorables, et l'on verra s'amorcer une évolution qui en augmentera le nombre. C'est ce qui s'est effectivement produit dans une expérience inspirée par l'explication que Darwin a imaginée pour rendre compte de l'aptérisme, si fréquent chez les Insectes qui vivent dans les îles ou au bord de la mer. « *On peut supposer, dit-il, que, durant une longue suite de générations, chaque Insecte qui fit moins grand usage de ses ailes, soit par suite de leur moindre développement, soit par suite d'habitudes indolentes, ait eu plus de chance de n'être par emporté par le vent et de survivre, tandis que, d'autre part, au contraire, ses congénères plus agiles, qui plus volontiers prenaient leur vol, étaient plus souvent jetés à la mer où se noyait avec eux l'avenir de leur race* ». Cette explication ingénieuse n'est plus guère prise au sérieux aujourd'hui, même par les darwiniens, sans doute parce que le mécanisme qu'elle invoque paraît trop simple ou trop grossier. Elle est cependant, l'expérience le montre, extrêmement vraisemblable. Une des mutations de la Drosophile, dite *vestigial*, produit une atrophie des ailes qui deviennent tout à fait impropres au vol. Elle a aussi pour effet de diminuer dans de fortes proportions la vigueur des larves, la fécondité et la longévité des adultes, de sorte que, dans une population élevée en cage fermée, la fréquence du gène *vestigial* diminue toujours très vite. Il en est de même lorsque les Drosophiles ont la liberté de quitter la pièce où s'effectue l'élevage par une fenêtre largement ouverte. Il en va tout autrement lorsque la population élevée en plein air est largement exposée au vent. Dans ce cas, la fréquence du gène *vestigial* subit de larges oscillations, le nombre des individus à ailes atrophiées diminuant après chaque accalmie et augmentant après chaque coup de vent. La comparaison de l'évolution de la population et des indications d'un anémomètre montre clairement l'action sélective du vent et ne permet pas de croire que les faits observés pourraient s'expliquer simplement par la plus grande facilité qu'ont les mouches ailées de s'évader du lieu d'élevage. À certains moments, plus de la moitié des individus peuvent avoir des ailes atrophiées, les autres étant pour la plupart hétérozygotes. Il n'est pas douteux que si les Drosophiles vestigiales avaient des larves plus vigoureuses et des adultes plus féconds, la proportion serait plus élevée encore et que l'expérience prolongée assez longtemps aboutirait à une élimination complète des individus ailés. La médiocre vitalité des vestigiales interdit cet espoir, mais l'expérience est néanmoins assez démonstrative pour que l'on puisse tenir pour justifiée l'interprétation de Darwin. La sélection naturelle peut favoriser certaines anomalies que des circonstances particulières rendent avantageuses. L'aptérisme des Insectes que leur habitat expose au vent marin est une infirmité utile et l'on conçoit que, si le hasard des mutations l'a fait apparaître dans certaines espèces, le jeu de la sélection l'y ait maintenu.

Le troisième et dernier point sur lequel nous désirons donner quelques précisions est la question des mécanismes qui, en assurant l'isolement sexuel d'une espèce naissante, lui donnent son autonomie, et sans lesquels le monde vivant ne serait qu'un chaos de formes indéfinies. Il est évident que ces mécanismes doivent être largement indépendants de ceux qui commandent à la variation, puisque des formes aussi différentes les unes des autres que nos différentes races de chiens se croisent aisément entre elles et que les centaines de mutations de Drosophiles, si dissemblables qu'elles puissent être, restent interfécondes. S'il en était autrement d'ailleurs, l'évolution aurait

sans doute eu infiniment moins d'ampleur qu'elle n'en a présenté. Il est bien clair, en effet, que la fluctuation génique, qui seule maintient la capacité d'adaptation d'une espèce, ne peut se conserver qu'autant que les croisements sont possibles entre les individus normaux et les mutants. La diversité même des combinaisons génétiques réalisées à chaque génération est la condition nécessaire d'un progrès de l'espèce ou même de son maintien au niveau d'organisation qu'elle a atteint. L'évolution n'a pu se produire que parce que les mécanismes responsables de l'isolement sexuel n'interviennent en général que pour sanctionner tardivement le choix fait par la sélection naturelle des meilleurs génotypes. Bien que ces mécanismes soient encore insuffisamment connus, on sait qu'ils sont extrêmement variés. Quelques-uns, les plus efficaces, sont liés à l'éthologie ou à la physiologie des races en présence, qui peuvent présenter des époques de maturité sexuelle très différentes l'une de l'autre, présenter l'une pour l'autre une antipathie marquée ou avoir des habitudes assez différentes pour que, même si elles habitent la même localité, elles n'aient guère l'occasion d'entrer en contact. Des formes ainsi séparées doivent être considérées comme constituant des espèces distinctes, qu'elles présentent ou ne présentent pas de différences morphologiques appréciables, même si, dans des conditions expérimentales convenables, leur croisement devient possible.

Dans d'autres groupes, les croisements sont fréquents dans la nature sans que, pour cela, les espèces risquent de se confondre. Tous les degrés existent, en effet, entre les cas où ces croisements sont sans effet et ceux où ils donnent naissance à des hybrides indéfiniment féconds, le cas le plus fréquent étant la stérilité de ces hybrides. Le fait que le produit de l'union de deux gamètes ne soit pas viable ou qu'il soit stérile, s'explique, en général, par une certaine incompatibilité des gènes ou des chromosomes des races appariées. On a pu, par exemple, créer une race de *Drosophiles* présentant une translocation dans ses chromosomes X et Y, qui, croisée avec les *Drosophiles* normales, donne des mâles stériles. Une trop grande différence structurale entre les chromosomes appariés peut rendre un croisement infécond et l'on a pu, en accumulant les inversions dans une lignée de *Drosophiles*, réussir à créer une *Drosophila artificialis* qui ne peut plus se croiser ni avec les souches qui lui ont donné naissance, ni avec les *Drosophiles* normales.

Chez les végétaux, où l'hybridation est beaucoup plus fréquente que chez les animaux, les faits sont à peu près les mêmes que chez ces derniers, à cela près que dans certains cas exceptionnels, un croisement illégitime peut être l'origine d'une espèce nouvelle, stable d'emblée. Il suffit pour cela que l'hybridation soit suivie d'un doublement du nombre des chromosomes, qu'il y ait « allopolyploidie ». Les hybrides du Chou et du Radis sont très vigoureux mais stériles, les neuf chromosomes d'une espèce ne s'appariant pas avec les neuf chromosomes de l'autre. Mais il arrive que, dans certains pieds, se produise un doublement du nombre des chromosomes ; chacun des dix-huit chromosomes primitifs ayant désormais un partenaire, les divisions cellulaires redeviennent normales et la fécondité se trouve restaurée. La plante ainsi produite, le Chou-radis ou *Raphanobrassica Karpechenkoi* est parfaitement stable, d'aspect intermédiaire entre celui des espèces parentes, avec lesquelles elle ne se croise pas. Par le même procédé ont pu être obtenues d'autres espèces nouvelles, un Blé-Seigle *Triticale saratovense*, une Primevère, *Primula Kewensis*. On s'est aperçu, en outre, que plusieurs espèces anciennement cultivées avaient cette origine hybride : tels sont le Dahlia des jardins, le Platane à feuilles d'Érable, l'Eucalyptus d'Algérie, la Fléole d'Amérique et même le Tabac cultivé. Enfin, fait particulièrement intéressant, on a vu dans la nature se

produire par ce procédé une espèce qui supplante graduellement les espèces parentes. Il s'agit d'une graminée des vases maritimes, *Spartina Townsendii*, découverte en 1810 sur la côte sud de l'Angleterre en une seule localité et qui depuis s'est beaucoup multipliée aux dépens des espèces parentes, dont l'une est indigène et dont l'autre a été introduite d'Amérique.

Avant même que les faits que nous venons de résumer aient été connus dans leur détail, certains botanistes avaient supposé que l'hybridation était un des facteurs essentiels de la différenciation des espèces et même des catégories systématiques plus élevées. Une telle opinion, acceptable à la rigueur pour les végétaux, ne l'est certainement pas pour les animaux, où les phénomènes de polypléidie sont beaucoup plus rares. On remarquera au surplus qu'une fois une espèce créée par une hybridation suivie d'allopolypléidie, il reste à savoir si elle réussira à se maintenir dans la nature et si elle résistera à l'épreuve de la sélection naturelle. Celle-ci, qui d'ordinaire intervient avant que l'espèce soit individualisée par l'isolement sexuel, n'agit ici qu'après que l'espèce a acquis son autonomie. Mais son verdict n'est pas moins souverain dans le second cas que dans le premier.

IV. - LA NAISSANCE DES ESPÈCES

Nous avons essayé jusqu'à présent de découvrir par l'observation, l'expérience et le raisonnement, quels peuvent être les mécanismes qui interviennent dans l'évolution. Il est malheureusement certain que notre inventaire est très incomplet et que bien des recherches devront être faites avant que l'analyse de ces mécanismes puisse être tenue pour suffisante. Les résultats déjà acquis sont cependant assez importants pour que nous nous sentions autorisés à tenter dès maintenant une esquisse de la marche probable de la transformation graduelle des espèces. Le schéma auquel nous arriverons ne présente évidemment pas autant de sécurité que les conclusions d'une étude faite au laboratoire, mais il suit de très près les données expérimentales les mieux établies. Il est permis de croire, sans trop de présomption, que l'image qu'il nous donne des phénomènes qui, au cours des âges, ont modelé le monde vivant est imparfaite, mais non pas systématiquement infidèle²².

Avant de chercher comment peuvent agir dans la nature, séparément ou conjointement, les différents facteurs dont nous avons reconnu l'existence, il est nécessaire que nous possédions certaines informations sur le mode de répartition normal d'une espèce à la surface du globe. Il est bien connu que chaque espèce, animale ou végétale, est liée de façon plus ou moins étroite à un type de climat et à un ensemble de conditions physiques, hors desquelles elle ne peut prospérer. Mais l'état actuel de la terre n'intervient pas seul dans cette limitation de l'extension de l'espèce et, dans bien des cas, la répartition de celle-ci ne peut s'expliquer que par des raisons historiques. Bon

²² . L'esquisse sommaire de la génétique évolutive que nous présentons ici ne laisse de place, ni au Lamarckisme, ni à aucune des conceptions qui en dérivent. Je tiens en effet que ces spéculations ne peuvent plus prétendre actuellement au rang de théories scientifiques : elles n'échappent en effet au pur finalisme que pour tomber dans le mécanisme le plus puéril et le moins acceptable. Il n'est pas dans mon propos de justifier aujourd'hui cette position de principe. Le seul point à préciser est qu'elle n'implique pas la négation *a priori* de toute influence du milieu sur la variation, comme le montre bien le paragraphe consacré plus haut à cette question.

nombre de formes animales ou végétales, qui pourraient certainement s'étendre sur de vastes territoires où elles rencontreraient des conditions favorables à leur multiplication, en sont absentes parce qu'elles n'ont jamais eu l'occasion d'y pénétrer. C'est ainsi, pour ne prendre qu'un exemple, que, chez les Mammifères, les Édentés vrais sont strictement cantonnés en Amérique du Sud. Raisons physiologiques et raisons historiques concourent donc à limiter l'habitat normal de l'espèce à un certain nombre de régions ou de stations qui ne sont pas nécessairement contiguës. En fait, il est exceptionnel qu'une espèce tant soit peu nombreuse ait tous ses représentants rassemblés en une population unique et, presque toujours, les circonstances géologiques ou leur mode de vie font que ceux-ci sont répartis en groupes d'inégale importance, plus ou moins complètement séparés les uns des autres. Cette discontinuité dans la distribution géographique est particulièrement évidente pour les espèces des hautes montagnes, des grands lacs, des îles ou des grottes ; mais elle se retrouve chez beaucoup d'autres formes qui ne trouvent des conditions d'existence convenables qu'en des régions assez éloignées les unes des autres. À l'intérieur même d'une de ces régions, il n'existe d'ordinaire qu'un nombre limité de stations où l'espèce puisse prospérer, de sorte qu'en définitive celle-ci se résout en un nombre plus ou moins grand de colonies n'ayant que peu de communications l'une avec l'autre. Les croisements, faciles à l'intérieur d'une colonie, sont rares entre représentants de deux de ces petites populations et les événements qui affectent l'une de ces collectivités n'ont pas de répercussion, au moins immédiate, sur les autres. Cette distribution, essentiellement discontinue, de l'ensemble des individus qui, à un instant donné, constituent une espèce, a des conséquences importantes qu'ont pressenties depuis longtemps les naturalistes qui s'accordent pour attribuer à l'isolement géographique un rôle essentiel dans l'évolution.

Imaginons qu'un événement quelconque vienne à séparer en deux parties, désormais sans communication, le domaine occupé par une population homogène, ou, ce qui revient au même, que des circonstances, qui ne se renouvelleront pas, permettent à une espèce de coloniser un territoire où elle n'avait pu pénétrer jusqu'alors ; supposons aussi que les deux collectivités ainsi séparées restent sans communication aucune pendant un grand nombre de générations. Il est facile de montrer que, du seul fait de cette séparation, et quand bien même les conditions d'existence seraient exactement les mêmes dans leurs domaines respectifs, les deux populations ne resteront pas identiques.

Nous savons que toute espèce, quelque homogène qu'elle puisse être, n'en présente pas moins une certaine variabilité dont les circonstances extérieures ne sont pas seules responsables et qui s'explique, pour une part, par le fait que certains gènes ne sont pas représentés par les mêmes allèles dans tous les individus. Nous savons aussi que des allèles nouveaux peuvent apparaître à chaque génération par mutation. Comme la « variabilité génique » n'augmente pas, il faut, par compensation, que des allèles de ces mêmes gènes ou d'autres gènes disparaissent en même temps. Cette disparition peut être un effet de la sélection naturelle qui, dans un couple d'allèles, élimine assez vite celui qui donne à l'individu un caractère nettement désavantageux ; mais elle peut être aussi un simple effet du hasard. Dans une population limitée dont l'effectif ne varie guère d'une année à l'autre, beaucoup d'individus, à chaque génération, meurent sans laisser de postérité, quelles que soient d'ailleurs les circonstances extérieures. Avec eux meurent les qualités et les défauts qui leur étaient propres. Pour employer un langage plus précis, avec eux disparaissent les gènes particuliers dont ils pouvaient être

porteurs. Ainsi la variabilité génique se trouve entretenue par les mutations et amortie par la sélection naturelle et l'extinction fortuite de certains gènes.

Il est clair qu'il n'y a aucune raison pour que, dans les deux collectivités, le hasard fasse apparaître ou disparaître exactement les mêmes gènes et l'on peut concevoir qu'après un nombre de générations suffisant les divergences entre les deux populations puissent devenir importantes. La seule question est de savoir ce qu'il faut entendre exactement par « un nombre de générations suffisant ». L'étude théorique de ce problème difficile a pu être faite complètement et a montré qu'une différence imputable au seul jeu du hasard ne pourrait devenir perceptible qu'après un nombre de générations de l'ordre de grandeur de l'effectif de ces populations. Nous savons par ailleurs que la durée d'une espèce est probablement de l'ordre de la centaine de milliers ou du million de générations. De la confrontation de ces deux durées résulte immédiatement que, pour une espèce divisée en populations d'effectifs constamment importants, l'évolution toute fortuite dont il est question ici serait beaucoup plus lente que ne l'est l'évolution réelle. Il n'est donc pas possible que la différenciation des espèces soit tout entière imputable au seul jeu du hasard, condamnation nouvelle et décisive de la théorie mutationniste.

Cette réserve faite, il n'en reste pas moins concevable que, dans une espèce divisée en multiples colonies à effectif faible, des races nouvelles puissent se constituer par un pur hasard, ces races n'étant ni mieux ni moins bien adaptées que celles qu'elles remplacent, mais simplement autres. On connaît d'ailleurs quelques espèces composées de nombreuses races très voisines l'une de l'autre, dont l'évolution, qui semble se poursuivre actuellement, pourrait sans invraisemblance être considérée comme fortuite. Un des cas les plus typiques est celui de certains mollusques terrestres proches de nos escargots, habitant les îles du Pacifique.

Les *Partula* de l'île Moorea (Archipel de la Société) comprennent, malgré la très faible étendue de l'île, de nombreuses espèces, elles-mêmes divisées pour la plupart en multiples races qui peuvent différer l'une de l'autre par la taille, la couleur, la forme et même le sens de l'enroulement de la coquille. Les rares espèces qui ne comportent pas de variétés ont un habitat extrêmement localisé, la population tout entière étant rassemblée en une seule station. Les espèces polymorphes sont, au contraire, distribuées en nombreuses colonies, occupant chacune une vallée particulière et sans communication avec les autres ; chaque colonie, ou presque, constitue une race distincte. Les conditions d'existence de ces races ne semblent pas pouvoir expliquer leurs différences ; les caractères qui les séparent ne semblent d'ailleurs aucunement adaptatifs. Deux vallées voisines peuvent avoir deux populations plus différentes que deux vallées éloignées, et lorsque plusieurs espèces ont des représentants dans les mêmes vallées, leur variation se fait indépendamment l'une de l'autre et en des sens souvent totalement différents. Cet ensemble de faits ne peut guère s'expliquer que par des variations, apparues et fixées au hasard, dans des colonies peu nombreuses complètement séparées l'une de l'autre. Il en va certainement de même pour beaucoup d'autres espèces, appartenant à des groupes animaux et végétaux très divers.

On doit donc admettre la possibilité d'une évolution entièrement fortuite dans le cas de populations à effectifs très réduits, telles que celles qui constituent fréquemment les espèces de grande taille. Parmi les mutations ainsi fixées par le hasard, il pourra s'en trouver tout aussi bien, de « neutres », d'avantageuses et de nuisibles. Ces dernières, favorisées par une chance qu'elles ne méritent pas, pourront réussir à supplanter des gènes qui assuraient à l'espèce une meilleure adaptation que celle qu'elles peuvent leur

donner. Si dans le milieu où elle vit cette espèce ne rencontre pas trop d'ennemis, elle pourra subsister, mais sa qualité baissera. Si le même accident se renouvelle trop souvent, la population, victime de la malchance persistante et de sa propre dégénérescence pourra finir par s'éteindre. Le fait a dû se produire fréquemment dans l'histoire de la terre. On sait d'ailleurs que dans la plupart des groupes, les lignées capables de supporter indéfiniment les croisements consanguins sont assez rares. Il n'est pas interdit de croire que beaucoup de populations trop peu nombreuses ont dû s'éteindre sans autre raison qu'une stérilité croissante de leurs femelles.

Nous avons fait dans ce qui précède sa part à l'évolution fortuite des mutationnistes en montrant qu'elle peut transformer, en un sens d'ailleurs quelconque, ou aussi détruire, de petites populations isolées. Il ne faudrait cependant pas conclure de ce qui vient d'être dit que, même dans ce cas, la sélection naturelle n'a pas à intervenir. Reprenons l'exemple des *Partula*. Il est fort possible que la sélection ait joué un rôle dans la différenciation de quelques-unes au moins des races et des espèces si nombreuses de l'île de Moorea. Toutes ces espèces et toutes ces races n'ont pas exactement le même mode de vie et cette légère différence d'habitat peut avoir eu des répercussions, que nous serions bien en peine d'évaluer, mais que rien ne nous autorise à tenir pour entièrement négligeables. Nous ne savons pas s'il est indifférent que deux variétés se nourrissent ou non sur la même espèce de plante, ou que l'une vive sur le sol et l'autre sur les arbres. Dans ce cas, comme dans beaucoup d'autres, les conditions qui nous permettraient d'affirmer que l'évolution est purement fortuite ne sont pas exactement remplies. Nous avons le droit de penser que la sélection a quelque peu aidé le hasard dans son œuvre novatrice.

Lorsque les conditions d'existence, dans les divers territoires entre lesquels s'est répartie une espèce, sont assez différentes pour que les adaptations utiles ne soient pas les mêmes, le rôle de la sélection peut devenir prédominant. Mais, avant de pouvoir jouer dans l'évolution un rôle proportionné à leur mérite, les variations les meilleures doivent au préalable être favorisées par le hasard qui, agissant à leur égard comme il le fait envers les variations indifférentes ou nuisibles, peut aussi bien les éliminer que les conserver. Les recherches théoriques dont il a été fait mention précédemment permettront de se rendre compte à quel point le début d'une adaptation peut être difficile et aléatoire. Un gène nouveau qui apporterait à son porteur une probabilité de survie supérieure de 1 % à celle des autres représentants de l'espèce, placés dans les mêmes conditions que lui, n'a environ qu'une chance sur 50 de se maintenir dans la population. Il faudra donc le plus souvent que la même mutation réapparaisse un assez grand nombre de fois avant que l'une d'elle, plus favorisée que les précédentes, réussisse à s'installer dans la population. Si celle-ci n'a pas un effectif très important et si le taux de mutabilité est faible, il pourra être nécessaire que de nombreuses générations se succèdent avant que cette éventualité puisse se produire. Mais une fois que la mutation favorable, ayant échappé aux risques d'extinction des premières générations, aura réussi, par hasard, à se fixer sur quelques dizaines d'individus, son succès définitif est à peu près certain. Progressant constamment, par le jeu de la sélection naturelle, que le hasard peut encore troubler mais dont il ne peut plus guère renverser le sens, elle finira par éliminer tous ses allèles. Le temps demandé par cette substitution varie naturellement avec l'intensité de la sélection et avec la grandeur de la population. Pour un avantage sélectif de 1 % et une population de quelques milliers d'individus, le nombre de générations probablement nécessaire est de l'ordre de 500 ; pour une population de quelques centaines de milliers, il est de l'ordre de 1.000. Pour que la même substitution

puisse se produire en l'absence de toute sélection et par le seul fait du hasard, il faudrait un nombre de générations ayant comme ordre de grandeur le double de l'effectif de la population. L'évolution darwinienne est donc, même si l'intensité de la sélection est faible, beaucoup plus rapide que l'évolution toute fortuite des mutationnistes ; elle est la seule qui soit possible dès que la population est nombreuse.

Article n°4 publié dans :

La Pensée, revue du rationalisme moderne (1947, 15 : 18-20).

QUELQUES REMARQUES SUR L'ÉVOLUTION

par GEORGES TEISSIER

J.B.S. Haldane s'est donné la peine de traduire et de commenter, dans le *Modern Quarterly*, l'article sur "Le mécanisme de l'évolution", paru il y a deux ans dans *La Pensée*. Son approbation générale m'est trop précieuse pour que je n'accepte pas de bonne grâce les critiques amicales qu'il fait de quelques points de cet écrit. Aussi me serais-je abstenu de commenter à mon tour l'article de mon commentateur, si je n'avais été tenté de profiter de cette occasion pour compléter ou pour préciser certains passages de mon exposé.

L'article paru en 1945 dans les numéros 2 et 3 de *La Pensée* a été écrit en 1943 et ne fait état d'aucun ouvrage postérieur à 1939. Il se trouve cependant qu'à l'échelle où le sujet y a été traité il reste d'accord en 1947 avec les données les plus récentes de la science. Si je devais l'écrire à nouveau aujourd'hui, je le présenterais peut-être de façon un peu différente, je donnerais sans doute d'autres exemples, mais je n'aurais rien à changer au schéma de l'évolution qui y est présenté. Le fait est d'autant plus digne de remarque que ces dernières années ont vu paraître plusieurs ouvrages de premier plan sur le sujet et que paléontologistes et systématiciens ont tenu à discuter expressément les résultats acquis antérieurement par les biologistes et les généticiens²³. Ces débats passionnants ont encore accru l'importance de la conception darwinienne et, si j'apportais aujourd'hui une retouche à l'esquisse que j'ai présentée, ce serait essentiellement pour atténuer ou supprimer certaines réserves que j'avais cru prudent d'y maintenir, mais qui, aujourd'hui, s'avèrent superflues.

À l'opinion, nullement négligeable, mais tout à fait isolée de R. Goldschmidt, qui persiste à opposer macroévolution et microévolution, s'opposent aujourd'hui unanimement les meilleurs des systématiciens et des paléontologistes. Tous sont d'accord pour reconnaître le caractère artificiel de nos cadres systématiques et pour affirmer que les barrières que l'on a tenté de placer à la limite des embranchements, des classes, des ordres, des familles ou des genres, sont purement illusoire. Les frontières des classes ou des ordres de Vertébrés, si évidentes aujourd'hui, s'estompent lorsque l'on remonte dans le passé, jusqu'à devenir purement conventionnelles dans certaines séries particulièrement riches en formes de transition. C'est ainsi, pour ne prendre qu'un exemple, qu'il apparaît clairement, dans une série de formes récemment découvertes et

²³. Outre l'ouvrage fondamental, mais déjà ancien, de J.B.S. Haldane, *The causes of evolution* (1932), je citerai T. Dobzhansky, *Genetics and the origin of species* (1937 et 1941) ; J. Huxley, *Evolution* (1942) ; E. Mayr, *Systematics and the origin of species* (1942) ; G.G. Simpson, *Tempo and mode in evolution* (1944).

dont l'histoire s'étend sur cent millions d'années, que le passage des reptiles aux mammifères s'est fait presque insensiblement, les plus anciens étant de purs reptiles et les derniers ne différant des mammifères primitifs que par des caractères tout à fait insignifiants.

J'avais cru pouvoir dire, en m'appuyant sur le cas des animaux domestiques, que l'évolution dirigée par l'homme, dans son effort conscient ou inconscient en vue d'améliorer pour son usage certaines espèces animales ou végétales, était incomparablement plus rapide que l'évolution des espèces sauvages. Haldane assure qu'il n'est pas certain que l'homme travaille plus vite que la nature et tient pour vraisemblable que l'évolution, qui a créé à partir d'ancêtres aquatiques les premiers vertébrés terrestres et a transformé des nageoires en pattes marcheuses, a dû être extrêmement rapide, aussi rapide que celle qui, depuis le néolithique, a fixé chez les animaux domestiques un si grand nombre de mutations. J'ai entendu un des meilleurs connaisseurs en vertébrés primitifs exprimer la même conviction en s'appuyant sur le même exemple. Je souhaite bien vivement que la justesse de ces opinions se confirme et je ne désire rien tant que d'avoir sous-estimé la vitesse possible de l'évolution. Si Haldane a raison, et s'il peut suffire de quelques centaines ou milliers d'années pour réaliser des transformations de l'ampleur de celles qu'il envisage, le problème souvent irritant des formes de transition se trouve résolu dans une large mesure. On peut même espérer, ce que pour ma part je n'osais pas rêver, que l'homme pourra, dans l'avenir, en choisissant bien son matériel, réaliser des évolutions brisant très largement le cadre encore bien étroit dans lequel sont restées jusqu'à présent enfermées ses créations les mieux réussies.

Sur cette même question de la sélection artificielle, comparée et opposée en une certaine mesure à la sélection naturelle, je ne crois pas qu'il soit utile de préciser qu'en décrivant les trois étapes de la création d'une race nouvelle je n'avais naturellement pas l'intention d'affirmer que les premiers cultivateurs et les premiers éleveurs aient su pratiquer la sélection des qualités jugées désirables aussi bien que les agronomes ou les zootechniciens modernes. Mais, cela dit, je reconnais très volontiers l'importance du problème de la première évolution des espèces domestiques que, trop attentif aux seules méthodes modernes, j'ai eu le tort de négliger, et je pense, avec Haldane, que le schéma qu'il nous propose présente, outre son intérêt historique propre, une valeur explicative très générale.

J'ai peut-être été trop absolu dans ce que j'ai dit touchant les événements qui surviennent lorsque deux races d'une même espèce, différenciées au cours d'une longue séparation, entrent à nouveau en contact. Mais je ne suis pas sûr, en revanche, que l'exemple des corneilles soit entièrement démonstratif. S'il est vrai que la frontière entre le domaine de la corneille noire et celui de la corneille mantelée soit, dans son ensemble, restée stable depuis un ou deux siècles au moins, il n'est cependant pas douteux qu'en Écosse elle s'est largement déplacée vers le Sud dans le même temps, et qu'en cette région, par conséquent, une des sous-espèces supplante l'autre. Je crois au surplus que, si la substitution d'une forme à l'autre n'est pas plus rapide, c'est que chacune d'elles se trouve mieux adaptée que l'autre au territoire qu'elle occupe, le partage du domaine d'extension totale de l'espèce correspondant sensiblement à celui qui convient au mieux aux besoins et aux goûts de l'une ou de l'autre des deux sous-espèces en concurrence.

Haldane regrette que je n'aie pas poussé plus avant l'étude des évolutions favorables à l'individu et défavorables à l'espèce que j'ai amorcée à propos de

l'orthogenèse des variants sexuels. Je ne le regrette pas moins que lui et ne m'y suis résigné que faute de place. Il eût fallu non seulement traiter la question de la concurrence entre jeunes d'une même portée sur laquelle il insiste avec juste raison, mais aussi partir de l'exemple choisi pour examiner, dans son ensemble, le problème très différent et aussi important de l'orthogenèse. Il est vrai que sur ce point mes conclusions auraient sans doute été trop prudentes et que, malgré tout mon désir, je n'aurais pas osé me montrer aussi hardi que quelques-uns des meilleurs parmi les paléontologistes d'aujourd'hui. Les débats qui se sont déroulés au cours du Colloque sur l'évolution²⁴, dont Marcel Prenant rend compte ici même, nous ont appris, en effet, que les spécialistes anglais, américains et suédois les plus qualifiés sont d'accord pour attribuer entièrement à la sélection naturelle ces modifications graduelles qui s'observent au cours de l'histoire de chaque groupe et semblent s'être produites dans une direction déterminée. Les exemples précis qu'ils ont donnés touchant divers groupes de Vertébrés sont tout à fait probants et permettent de vider définitivement de son contenu mystique cette notion d'orthogenèse qui a troublé tant de savants français. N'eût-il eu que ce résultat, que ce Colloque, qui a scellé l'unité profonde de conception de la paléontologie et de la biologie moderne, resterait mémorable.

À l'heure même où se tenait cette conférence paraissait, aux Etats-Unis, le premier numéro d'une nouvelle revue internationale, *Evolution*, à laquelle collaborent généticiens, systématiciens et paléontologistes, et où chacun, sur son propre terrain, défend des conceptions qui sont celles-là même que j'ai présentées ici. On peut être assuré que ce renouveau d'intérêt pour le problème central de la biologie, trop longtemps délaissé parce que défendu par des tabous métaphysiques, portera ses fruits.

Le darwinisme commence une nouvelle carrière, plus glorieuse encore et plus féconde que la première.

²⁴ . Colloque organisé du 17 au 23 avril 1947 à la Sorbonne (Paris), sous la présidence de M. Piveteau, devant faire le point sur l'état actuel de la question de l'évolution. Il s'agit de l'un des colloques internationaux organisés en France par le CNRS et la Fondation Rockefeller pour confronter, sur des sujets précis, les opinions et les expériences de savants que la guerre a longtemps isolés. Un compte rendu très fouillé (et polémique!) des débats a été réalisé par Marcel Prenant et publié à la suite de l'article de Teissier (*La Pensée*, 1947, 15 : 21-28). (A.T.).

Article n°5 publié dans :

L'Année biologique (1962, T. 1, Fasc. 7-8, 359-374), et aux Éditions de la Station Biologique de Roscoff.

TRANSFORMISME D'AUJOURD'HUI

Georges TEISSIER

Professeur à la Faculté des Sciences de Paris

Deuxième des Conférences consacrées à l'Évolution
et présentées à la Maison des Sciences
le 5 Décembre 1961

Le centenaire de l' "*Origine des espèces*" a été célébré en 1959. Dans tous les pays, les Universités et les Sociétés savantes organisèrent des cérémonies, des conférences, des colloques destinés, moins à témoigner du triomphe de l'idée évolutionniste considéré comme acquis depuis longtemps, qu'à faire le bilan d'un siècle de recherches et à montrer la force du courant de pensée qui, issu de Darwin, à permis d'édifier, en ce milieu du XX^e siècle, une théorie cohérente de l'Evolution.

Seule, la France ne s'est pas associée à cet hommage. Ce ne fut pas oubli ni négligence, mais plutôt bouderie : peut-on s'associer de bon cœur à la célébration d'une victoire qui a été obtenue, non seulement sans vous, mais presque contre vous?

Les savants français d'il y a un siècle avaient témoigné une hostilité systématique à l'œuvre et même à la personne de Darwin. Celui-ci, que cette hargne étonnait fort, écrit (dans une lettre qu'a citée M. Jean Rostand) : "*Si j'en juge par la rapidité avec laquelle la croyance en la théorie de l'origine commune des espèces s'étend dans toutes les parties de l'Europe, la France exceptée, je crois que cette foi deviendra d'ici peu générale. Comme il est étrange que le pays qui a donné naissance à Buffon, à l'aîné des Geoffroy, et particulièrement à Lamarck, s'accroche avec tant d'obstination à la croyance que les espèces sont des créations fixes !*"

Le temps passant, il fallut bien, vingt ou trente ans après les autres, se résigner à accepter l'idée d'évolution. Mais les Français ne seront pas darwiniens, ce serait trop leur demander, ils seront lamarckiens. Comme le note malicieusement Jean Rostand : "*S'il faut être transformistes, songent-ils plus ou moins consciemment, autant se rattacher à un compatriote*". À un compatriote qu'ils avaient d'ailleurs complètement oublié, après avoir méconnu, autant qu'il est possible, l'importance de l'œuvre de ce naturaliste, l'un des plus grands de tous les temps. N'importe, on va lui accorder tous les honneurs posthumes, une statue bien sûr, et aussi une rue. Il n'est malheureusement plus possible de lui en trouver une convenable, dans le quartier du Jardin des Plantes, à côté de celles qui honorent les naturalistes, grands ou moins grands, de son époque : Cuvier, Buffon, Geoffroy Saint-Hilaire, Lacépède, Daubenton, et d'autres. Le Conseil municipal aidant, et grâce à une manœuvre politico-administrative assez pittoresque, on lui en trouvera une à Montmartre ; par chance, il aura même un jour une station de métro. Il y aura aussi une chaire d'Evolution, tout spécialement créée par la Ville de Paris, où naturellement

on célébrera Lamarck. Tout cela n'est-il pas parfait, et n'a-t-on pas fait tout ce qu'il fallait pour montrer que, comme le dira bien plus tard un de mes collègues, "*le transformisme est fils de la France plutôt que fils de l'Angleterre*" ? L'ennui, c'est qu'il faut aussi créer un néolamarckisme français présentable, et que cela n'est pas si facile.

La difficulté vient d'abord de ce que l'élément central de la doctrine de Lamarck paraît trop entaché de vitalisme et de spiritualisme pour être compatible avec la philosophie universitaire de la fin du XIX^e siècle : on ne peut décidément pas admettre une tendance innée de tous les êtres vers le perfectionnement. On ne peut pas non plus ignorer ou négliger complètement l'œuvre de Darwin et de ses successeurs et, pour montrer sa bonne volonté, on en retiendra quelque chose, mais pas l'essentiel, bien sûr.

La solution est trouvée, une solution de compromis, bien entendu. On prendra pour commencer ce que Darwin et Lamarck avaient admis l'un et l'autre comme allant de soi et ne méritant pas une discussion particulière, à savoir la transmission héréditaire de l'effet de l'usage et du non-usage, mais on n'insistera pas trop sur les conséquences *indirectes* de l'action sur l'organisme des circonstances extérieures, parce que les exemples qu'en avait donnés Lamarck avaient trop souvent prêté à sourire. On préférera plutôt admettre qu'il existe aussi une action *directe* du "milieu", en entendant par là, avec Auguste Comte, "*l'ensemble des circonstances extérieures d'un genre quelconque, nécessaires à l'existence de chaque organisme déterminé*". Avec le temps, cette deuxième hypothèse de tendance mécaniciste, supplantera ou absorbera complètement la première. Le curieux est que ce changement se soit fait sans que le néolamarckisme ait, pour autant, changé de nom. Lamarck pourtant, logique avec sa croyance en l'existence d'une tendance innée au progrès, avait expressément refusé d'accorder aux circonstances extérieures de l'être, une autre possibilité d'action directe que celle de perturber l'évolution ou de détruire les espèces. Pauvre grand Lamarck, rallié de son vivant, devenu immensément célèbre cinquante ans après sa mort, pour une doctrine qui n'était pas la sienne, mais bien plutôt celle de Geoffroy Saint-Hilaire, et qu'il eût détestée, puis ignoré de nouveau quand cinquante ans plus tard encore, au début de notre siècle, ses idées renaîtront sous d'autres noms que le sien.

Pendant que commençait à s'édifier le néolamarckisme, les disciples fougueux des premières heures du darwinisme et ceux qui, moins ardents, les avaient suivis, avaient enrichi et embelli de mille façons la doctrine du Maître. D'autres, modérés, prudents et soucieux de compromis, l'avaient accommodée à leur manière, avec des fragments de lamarckisme ou des spéculations de leur cru. Mais, en 1885, vint la révision déchirante : Weismann vient d'établir que l'hérédité des caractères acquis, tenue jusqu'à lui pour évidente par la majorité des naturalistes, n'est rien de plus qu'une illusion. Fort de cette découverte, il façonne, de ses rudes mains de réformateur, un "néo-darwinisme" si pur et si intransigeant que n'y subsiste plus, comme moteur de l'Évolution, qu'une sélection naturelle inexorable et infaillible, décidant sans appel, parmi tout ce qui naît, de ce qui doit vivre et de ce qui doit mourir.

Néodarwinisme et néolamarckisme étaient évidemment incompatibles. Leur lutte, longue et confuse, dura longtemps, sans qu'un des camps remportât une victoire décisive : trop occupé à porter des coups décisifs à l'adversaire, en critiquant âprement ses arguments et en niant, par principe, la véracité des faits qu'il apportait, aucun des deux partis ne gardait assez de liberté d'esprit pour se rendre compte qu'il eut été plus utile de fortifier ses propres positions scientifiques. Les néolamarckiens perdaient cependant régulièrement du terrain et, en France, où n'existaient pas d'autres transformistes, le désarroi grandissait. Le spectacle ne se renouvelant pas, ceux des

biologistes qui n'étaient pas directement mêlés à l'affaire — c'est-à-dire en fait le plus grand nombre — et qui s'en étaient divertis d'abord, s'en désintéressèrent peu à peu. Qu'y avait-il de mieux à faire, puisque chacune des deux théories fournissait des preuves que l'autre était insoutenable, que d'attendre simplement le jour où viendrait la théorie qui résoudrait peut-être cet irritant problème? D'ici là, la sagesse commandait d'accumuler impartialement des faits, au hasard du travail courant, en évitant autant que possible de les commenter et en se gardant surtout de perdre son temps à méditer sur un problème apparemment insoluble.

Apparemment insoluble... Mais si le problème était vraiment insoluble, au moins par les moyens normaux, par les moyens qu'autorisaient les règles d'honneur intransigeantes que s'était donnée la Science du XIX^e siècle, si les publicistes et les philosophes qui dénonçaient à l'envie la faillite de cette science étaient dans le vrai? Et c'est ainsi, parce que de vieux Faust désabusés, à qui Méphisto ne rendit pas pour autant la jeunesse de l'esprit, rappelèrent imprudemment, d'un passé qu'on aurait pu croire bien mort, tous les fantômes que peut engendrer le sommeil de la raison, que naquit, grandit, puis déferla la vague de théories vitalistes et finalistes, si fortes aujourd'hui encore dans notre pays.

Il restait pourtant quelques évolutionnistes qui, sans savoir ni le jour, ni l'heure, tinrent ferme, sans sacrifier au mysticisme ou à l'irrationnel. Mais ils ne reçurent jamais leur récompense, parce qu'ils ne comprirent pas, le jour venu, qu'il ne dépendait que d'eux que leur espérance fût réalisée. Aucun d'eux ne sut reconnaître, dans la collection de petits monstres que leur présentèrent les généticiens, les premiers représentants authentiques de ces variations héréditaires qu'ils cherchaient en vain depuis cent ans.

À la vérité, les généticiens ne firent rien pour les éclairer. Fiers de leur science et dédaigneux de celle des autres — comme ils le sont d'ailleurs toujours — ils décrétèrent qu'ils n'avaient que faire des théories transformistes et que l'évolution s'était faite par mutations et rien que par mutations. C'était beaucoup demander aux vieux transformistes que d'accepter sans discussion une théorie qui ne résolvait aucun des problèmes qu'ils discutaient depuis si longtemps et qui donnait du monde vivant, comme du monde fossile, une image totalement incompatible avec les faits les plus solidement établis. Au reste, les généticiens eux-mêmes ne tenaient pas particulièrement à ce que l'évolution ait eu lieu, beaucoup penchant même en secret pour le fixisme ; d'autres, trop instruits pour méconnaître les graves difficultés de la position mutationniste, n'hésitaient pas à les résoudre en proposant, avec Bateson, une doctrine de préformation beaucoup plus théologique que scientifique.

C'est ainsi que le mutationnisme acheva la ruine du transformisme et qu'aux environs de 1920, il n'y avait plus de théorie de l'évolution. Plus de théorie scientifique du moins, car les théories vitalistes et finalistes pullulaient avec d'autant plus d'exubérance qu'elles ne rencontraient plus guère de résistance du côté des scientifiques. Les uns avaient trahi, les autres s'étaient laissé convaincre d'abandonner aux philosophes le soin de s'occuper d'un problème qui ne leur appartenait plus.

1920, c'est à peu près la date où commence l'histoire de ce qui devait devenir la théorie de l'évolution admise aujourd'hui partout dans le monde, sauf en France. Je n'avais pas, en principe, à remonter plus haut pour présenter le "Transformisme d'aujourd'hui". J'ai tenu cependant à faire précéder mon exposé d'un très long prologue, parce qu'il m'a semblé que rien de ce que nous avons voulu faire, ou fait, depuis trente ou trente-cinq ans ne pourrait être exactement compris sans cet arrière-plan historique,

qui n'est pas, et ne pouvait pas être celui que vous a présenté M. Jean Rostand. Pour lui, le transformisme d'aujourd'hui n'est qu'une survivance attardée du néodarwinisme de jadis, contre laquelle il a tenu expressément à vous mettre en garde, avec beaucoup d'esprit et de vigueur.

Vous voici donc prévenus contre moi. La semaine prochaine, mon vieil ami le Professeur Grassé vous redira, en d'autres termes, et sans doute avec fougue, que le néodarwinisme — toujours le néodarwinisme — n'explique rien que l'accessoire et qu'il est, par nature, incapable d'expliquer l'essentiel. Ma position est, vous le voyez, assez inconfortable, bien que, à tout prendre, j'ai eu beaucoup de chance, puisque d'autres orateurs à qui l'on avait pensé pour cette série de conférences, auraient certainement été beaucoup moins aimables pour moi.

Que faire en cette conjoncture ? Essayer de mettre les contradicteurs dans leur tort, en argumentant comme le faisaient les transformistes d'autrefois qui en oubliaient de prouver qu'ils avaient eux-mêmes raison ? Je n'en ai pas envie. Vous dire, ce qui est vrai, que la doctrine, si doctrine il y a, que je dois défendre devant vous est classique, partout ailleurs qu'ici, dans le monde ? Je n'y tiens pas beaucoup, car un argument d'autorité ne vaut jamais grand chose et il est trop triste d'être rangé parmi les classiques pour qu'on s'en vante. Essayer de retrouver l'ardeur qui nous brûlait du temps où nous étions vraiment des hérétiques ? Ce serait un peu ridicule, s'agissant de questions qui sont maintenant matière de cours et d'examens, et qui commencent à se figer dans les manuels qui essaient de les codifier ; en un temps aussi où les jeunes, qui ne nous lisent pas, nous citent gentiment, mais avec condescendance, comme des précurseurs. Le mieux est, bien certainement, de reprendre tout simplement le fil de l'histoire là où nous l'avions laissé.

Dans les années 20, le domaine jadis florissant des recherches transformistes était donc devenu un désert que l'on évitait de traverser autrement qu'en touriste pressé, et auquel il n'était pas décent de trop s'intéresser. Il se trouvait pourtant, de par le monde, un petit nombre de jeunes hommes achevant leurs études universitaires qui, par non conformisme ou pour toute autre raison, étaient attirés par ce domaine maudit. Ils ne désiraient pas parler de l'évolution, mais, ce qui n'est pas du tout la même chose, ils voulaient l'étudier, comme on étudie tout autre problème scientifique, par l'expérience et par le raisonnement.

Nous n'étions pas bien nombreux au départ ; une vingtaine, au compte de Simpson qui me paraît à peu près exact, une vingtaine qui ne constituaient ni une équipe, ni un groupe, puisque nous ne nous connaissions pas ; aujourd'hui, la plupart des anciens sont devenus chefs d'école. Nous n'avons, l'évolution exceptée, aucune préoccupation commune, et nos spécialités officielles sont restées très dissemblables. Mais si l'essentiel du travail se poursuit encore dans des laboratoires qui ont conservé leurs programmes et leurs dénominations traditionnelles, il existe aussi des centres de recherche voués expressément, sous un nom ou sous un autre, à l'étude théorique ou expérimentale de l'Évolution. Et tout cela travaille et publie tant, qu'il n'est plus personne aujourd'hui qui puisse légitimement prétendre être réellement au courant des progrès faits, chaque année, dans la connaissance des mécanismes de l'évolution.

Il peut paraître étrange, à regarder le chemin parcouru depuis trente ans, que des œuvres qui auraient pu être si disparates se soient si aisément ajustées en une théorie, rigoureuse en beaucoup de ses parties et cohérente en toutes, sans que jamais aucun d'entre nous ait eu l'impression qu'il y avait un meneur de jeu. Étrange mais si vrai que

cette théorie, dont tous les biologistes doivent, de bon ou de mauvais gré, parler un jour ou l'autre, n'a toujours pas de nom et qu'aucun de nous n'a jamais songé à la revendiquer comme sienne. Elle restera dans l'histoire comme l'œuvre anonyme de toute une génération et non pas comme celle d'un homme de génie.

Si l'on s'en tenait aux toutes premières origines de cette théorie synthétique, on pourrait dire, comme je l'ai fait moi-même bien souvent, qu'elle est une "*génétique évolutive*", mais ce serait en restreindre fâcheusement l'acception et sembler méconnaître le rôle de premier plan qu'ont eu dans son élaboration des systématiciens, des paléontologistes et des écologistes, sans oublier bien sûr les statisticiens et les biométriciens dont le rôle fut essentiel. Ce serait aussi, bien gratuitement, donner des armes à ceux qui, faute de pouvoir contester l'efficacité de notre action, s'efforcent désespérément de limiter le domaine où elle s'exerce.

Il n'y avait pas, au départ, de partisans d'une théorie nouvelle, ni de sectateurs nostalgiques d'idéologies périmées, rien que de jeunes hommes qui avaient en commun, comme nous l'avons su plus tard, quelques idées simples, idées qui eussent paru très banales au temps où les biologistes s'interdisaient de façon intransigeante tout appel au vitalisme ou au finalisme, et où une explication ne pouvait être reçue que si elle était rigoureusement rationnelle. Nous étions convaincus que s'il existait des "forces" responsables de l'évolution, elles ne pouvaient pas être d'une autre nature que celles qui agissent encore aujourd'hui et qu'elles pouvaient, par conséquent, être décelées, puis étudiées par des méthodes scientifiques régulières.

Instruits par les tristes expériences d'un passé très récent, nous nous interdisions de forger de nouvelles hypothèses et nous pensions qu'il n'y avait pas, pour commencer, de tâche plus urgente que d'exploiter les trésors mis à jour par la génétique, autrement et mieux que ne l'avaient fait les généticiens eux-mêmes. Ceux-ci sont, en effet, des hommes de laboratoire et des hommes d'ordre. Etudiant les résultats de croisements savamment organisés, ils défendent jalousement la pureté de leurs lignées et de leurs souches, et ont horreur de tous les bâtards qui naissent hors de leur contrôle. Nos préoccupations étaient naturellement différentes : nous avons besoin de savoir quelle était l'importance de la "variabilité génétique" dans la nature, et quels étaient les changements qu'elle pouvait présenter, au cours des temps, dans une même population. Nous définissions par là, sans trop le savoir, ce qui devait devenir la "génétique des populations", discipline remarquable entre toutes les sciences biologiques par son caractère mathématique, qui, séduisant pour quelques uns est, pour un plus grand nombre, objet de réprobation et de scandale. Il faudra bien cependant que les opposants se résignent et qu'ils comprennent que lorsque les biologistes ont consenti — quarante ans trop tard il est vrai, et de bien mauvais gré — à reconnaître la légitimité des lois de Mendel, ils entérinaient par là même toutes leurs implications théoriques futures, si abstraites et si difficiles à comprendre qu'elles puissent paraître.

Il ne s'agit pas ce soir d'enseigner la génétique des populations, mais seulement d'esquisser en termes très généraux la réponse qui a pu être donnée aux premières questions posées. Elle ne peut être énoncée qu'en termes génétiques, et comme ceux-ci ne sont peut-être pas aussi familiers qu'ils le devraient à tous les auditeurs, j'en rappellerai quelques-uns, les plus utiles.

Rappelons donc que les caractéristiques individuelles morphologiques ou physiologiques, qualitatives ou quantitatives, d'un animal appartenant à une espèce quelconque, dépendent naturellement des circonstances où il s'est trouvé placé depuis

sa naissance, mais aussi, plus fondamentalement, de la nature de ce qu'on appelait autrefois d'un terme imagé son "patrimoine héréditaire". Dans notre jargon, nous dirons que le phénotype est la résultante de l'interaction du génotype et du milieu. Le patrimoine héréditaire est constitué par un ensemble de gènes qui, sans être réellement indépendants les uns des autres, présentent cependant une réelle individualité qu'ils manifestent, si une mutation change les caractères de l'un d'eux, par une modification plus ou moins importante du phénotype. Pour que l'existence d'un gène soit reconnue, il faut donc que l'on ait observé au moins une mutation ; il est fréquent que l'on en ait observé plusieurs d'effet différent et nous traduirons cette constatation en disant qu'un même gène peut se présenter sous plusieurs états alléliques. Dans tout individu, enfin, chaque gène existe en double exemplaire, l'un provenant du père, l'autre de la mère. A ce rappel élémentaire du glossaire génétique, nous ajouterons que le nombre des gènes, impossible à estimer avec précision, dépasse certainement plusieurs milliers, dans toutes les espèces étudiées. Nous dirons aussi, parce que cela va être important pour nous, que l'étude expérimentale des techniques de la sélection artificielle pratiquée par les éleveurs a confirmé une idée émise depuis longtemps par les biométriciens, à savoir que tous les caractères quantitatifs — taille, poids, longévité, fécondité ... — qui séparent les individus d'une espèce, ou même ceux qui distinguent les membres d'une même famille, sont conditionnés par le jeu simultané d'un grand nombre de gènes, dont les actions s'ajoutent ou se contrarient, en interférant avec les effets des conditions d'existence et du milieu. Avec ces notions élémentaires, une étude fructueuse de la structure génétique des populations naturelles est possible.

Aux premiers temps du mutationnisme, on tenait pour établi que, dans une population naturelle appartenant à une espèce quelconque, la plupart des individus étaient génétiquement identiques et que ce n'était que tout à fait exceptionnellement qu'on pouvait y rencontrer des mutants. On s'aperçut cependant assez vite, soit en étudiant des espèces naturellement polymorphes, soit en analysant au laboratoire la descendance d'individus capturés au hasard, qu'il existait le plus souvent, dans une population naturelle, un certain nombre d'individus où l'un ou l'autre des couples de gènes en présence était représenté par deux allèles différents. On arriva ainsi à cette idée, maintenant classique, qu'une population établie depuis assez longtemps, présente nécessairement une certaine variabilité génétique qui maintient, en présence d'une majorité de gènes considérés comme normaux, parce que les plus fréquents, une minorité de leurs allèles.

C'est à partir de ce schéma, beaucoup trop simple comme nous le verrons tout à l'heure, que s'est édifiée progressivement toute la génétique évolutive. Comment expliquer que, dans une population donnée vivant toujours dans le même milieu, la variabilité héréditaire puisse rester apparemment constante au cours des générations successives? La réponse à cette question, qui semble avoir beaucoup embarrassé Darwin, est aujourd'hui facile, mais comme le remarque judicieusement Haldane, avant d'être presque une vérité de bon sens, elle a été un théorème. Si, comme on le supposait avant Mendel, le patrimoine héréditaire n'était pas discontinu mais continu, la variabilité diminuerait de moitié à chaque génération, à moins que des mutations ne se produisent à un taux très supérieur à tous ceux que l'on connaît jusqu'à présent. En fait, ce qui doit être expliqué dans l'hypothèse mendélienne, qui est la seule à retenir, c'est une constance statistique : à chaque génération, de nouveaux allèles apparaissent tandis que d'autres disparaissent, l'état d'équilibre n'étant maintenu que par une compensation, sur une durée assez longue, des gains et des pertes. La disparition de

certaines allèles peut, en principe, être l'effet du hasard, mais le calcul montre que ce facteur ne peut avoir d'effet notable que pour des populations d'effectif très réduit : c'est la "dérive génétique" de Wright. Ce cas excepté (qui est, disons-le en passant, à l'origine de la seule querelle durable qui se soit élevée entre nous), ce cas excepté, deux autres phénomènes, toujours prédominants dès que la population n'est pas très petite, deviennent pratiquement seuls responsables du niveau de la fluctuation génique dans les populations d'effectif notable. Le premier, la pression de mutation, s'il pouvait agir seul, si, selon l'expression consacrée, le gène pouvait être considéré comme neutre, conduirait à un lent accroissement de la fréquence des allèles les plus rares qui se stabiliserait à un niveau conditionné uniquement par les taux de mutation, directe et réverse. Le second est la pression de sélection, qui tend constamment, soit à éliminer entièrement les gènes qui constitueront les génotypes les plus favorables dans les conditions d'existence de la population, soit à en fixer la fréquence à un niveau défini par les "valeurs sélectives" respectives des génotypes en présence. Ces valeurs sélectives qui, avec les taux de mutation, sont les paramètres essentiels conditionnant la variabilité génique, ne sont pas des constantes, mais des caractéristiques biologiques dépendant à la fois et souvent très largement, des conditions de milieu et de l'ensemble du patrimoine héréditaire de chaque individu. Elles ne représentent, par conséquent, que des grandeurs statistiques, fluctuant autour d'une moyenne, stables lorsque la population est ancienne et les conditions de vie constantes, mobiles lorsque la population reçoit, par l'arrivée d'immigrants, un apport de gènes nouveaux ou, lorsque, le milieu venant à changer, son action se modifie.

Si la technicité de cette partie de mon exposé, dont je m'excuse mais qui était pratiquement inévitable, ne vous a pas trop détournés de m'écouter, vous vous êtes peut-être aperçus que, depuis un instant, je parle de sélection et que cette sélection est évidemment naturelle, puisque l'homme n'y est pour rien. Mais vous avez aussi remarqué, je l'espère, que notre sélection naturelle à nous ne ressemble pas beaucoup à celle de Darwin, telle du moins qu'elle est généralement enseignée. Elle est en fait beaucoup plus complexe et plus nuancée qu'elle, et notre "valeur sélective" mesure beaucoup moins le taux de "survivance du plus apte", qu'une grandeur qu'utilisent depuis longtemps les démographes sous le nom de "taux de remplacement". Si une femelle d'un certain génotype laisse, en moyenne, plus de descendants à la génération suivante que celle d'un autre génotype, la valeur sélective du premier sera, par définition, supérieure à celle du second, quelles que puissent être les causes de cette supériorité. Il pourrait sembler aussi qu'il existe une différence beaucoup plus importante que la précédente entre la sélection naturelle de Darwin et la nôtre, puisque nous avons utilisé jusqu'ici cette notion, non pas pour expliquer le changement d'une population mais, bien au contraire, pour en justifier la stabilité. En fait, ce que nous avons décrit, c'est la "sélection conservatrice", dont l'action n'a jamais été niée par personne, même par les plus extrémistes des mutationnistes et sur laquelle il n'y aurait pas eu lieu de s'arrêter, si son existence n'impliquait nécessairement l'existence d'une "sélection novatrice" beaucoup plus intéressante et beaucoup plus discutée.

Avant d'aller plus loin, il importe une fois encore de vérifier que la route est bonne. Sur le plan théorique, pas de difficultés possibles, le raisonnement est correct et les calculs sont exacts. Sur le plan expérimental, la situation est un peu moins satisfaisante, en ce sens que les résultats les plus probants ont été obtenus au laboratoire, dans des conditions qui ne peuvent évidemment pas être exactement celles qui se rencontrent dans la nature. Il est cependant bon de noter que la technique des "cages à populations",

mise au point en 1930 au laboratoire de Zoologie de l'École Normale Supérieure, a permis à de très nombreux chercheurs, appartenant à des laboratoires très divers, d'étudier avec une très bonne précision l'équilibre de nombreux systèmes géniques dans différentes espèces de Drosophiles. Les expériences faites dans la nature sont d'une réalisation beaucoup plus difficile. Les plus belles, toutes récentes, portent sur le fameux problème des papillons noirs, dont j'aurais eu plaisir à vous parler si j'en avais eu le temps. À vrai dire, elles se rapportent moins au problème de la sélection conservatrice qu'à celui de la sélection novatrice, dont il est temps de s'occuper.

La population élémentaire dont nous avons parlé tout à l'heure apparaît comme une unité ontologique, conservant au cours des temps l'ensemble de ses caractéristiques, si ses conditions de vie restent stables et si le patrimoine héréditaire qui lui est propre est réellement commun à tous ses membres, ce qui se réalise au mieux lorsque les croisements se font au hasard, ou approximativement au hasard. Les caractères que nous avons donnés à cette population étant restés un peu schématiques, nous préciserons maintenant que ce ne sont pas quelques gènes, mais la majorité des gènes qui sont susceptibles de se présenter sous diverses formes, et qu'à chaque gène ne correspondent pas seulement deux allèles, mais un nombre souvent beaucoup plus grand. La complication de ce nouveau modèle a pour inconvénient d'en rendre difficile l'étude mathématique, les techniques nécessaires, qui sont celles de la biométrie génétique, étant encore très imparfaites, et, pour avantage, de nous permettre de rendre compte des changements d'ordre quantitatif, qui sont ceux-là mêmes qui avaient intéressé Darwin.

Une telle population pourra persister longtemps, très longtemps même à l'échelle humaine, sans changer de façon perceptible, mais au cours des temps, il arrivera inévitablement que les conditions d'existence ne restent plus les mêmes, que l'habitat se modifie ou qu'elle doive en adopter un autre, ou encore — bien plus simplement — qu'elle entre en contact avec une autre population de la même espèce, plus ou moins semblable à elle.

Si deux de ces populations, semblables à l'origine, descendant même, si l'on veut, d'une même population initiale, vivent pendant un temps suffisant séparées l'une de l'autre, il arrivera nécessairement que les structures génétiques qui les caractérisent divergeront l'une de l'autre. Il n'arrivera jamais que le hasard fasse apparaître aussi souvent les mêmes mutations, ni que le hasard élimine exactement les mêmes allèles. Il n'arrivera pas davantage que les conditions d'existence soient à chaque instant strictement identiques, d'où cette conséquence inéluctable qu'à un même moment les pressions de sélection seront inégales et les niveaux d'équilibre différents. C'est ce qui explique que, dans les espèces polymorphes de tous les groupes, la fréquence des formes en présence puisse autant différer d'une population à l'autre, et que les écarts soient d'autant plus marqués que les effectifs des populations sont plus réduits. Si deux de ces populations viennent à confluer, il naîtra de leur brassage un nouvel équilibre qui pourra différer de ceux qui étaient atteints dans l'une et dans l'autre.

Lorsque les conditions de milieu viennent à se modifier, ou lorsque la population change d'habitat, les mêmes mécanismes combinant l'action de la sélection et celle du hasard produisent des déplacements des niveaux d'équilibre, qui ont nécessairement pour conséquence une modification graduelle des caractéristiques morphologiques, physiologiques, écologiques ou éthologiques de l'ensemble de la population. Avec de grands changements de milieu, ces déplacements peuvent être de grande amplitude, conduisant, par exemple, l'élément rare d'un couple d'allèles à devenir prédominant, ce

qui fera du constituant exceptionnel de la population initiale l'élément normal de la population finale. C'est en cela que se résume certainement l'histoire récente des espèces de papillons où l'on a vu, en quelques dizaines d'années, les formes noires devenir prédominantes. C'est aussi ce phénomène, mais portant cette fois, en même temps, sur un grand nombre de gènes ayant chacun une action très minime, qui est vraisemblablement à l'origine, au cours des vingt ou trente derniers millénaires, de tant de races géographiques isolées maintenant depuis un nombre de générations suffisant pour que les différences génétiques qui les séparent soient devenues assez nombreuses, assez diverses et assez marquées pour se manifester aux yeux des spécialistes par des différences morphologiques multiples, perceptibles ou même mesurables.

Nous en arrivons ainsi, en approfondissant les principes de la génétique des populations, à un résultat bien remarquable. La sélection conservatrice et la sélection novatrice qui, de prime abord, pouvaient sembler s'opposer, sont, en réalité, un seul et même phénomène, le mécanisme qui transforme les structures génétiques d'une population, lorsque les circonstances dans lesquelles elle se trouve placée viennent à changer, étant le même que celui qui défend leur intégrité lorsque le milieu reste constant. Il y a plus : c'est simultanément que s'exercent ces deux modes d'action de la sélection naturelle puisque, à chaque génération, le choix qui s'exerce entre les différents génotypes ne permet ou ne favorise que les changements produits dans une direction privilégiée et s'oppose à toutes les autres tentatives du hasard. L'évolution qu'elle conditionne est une évolution dirigée, qui tend inlassablement vers un accord, jamais réalisé dans sa plénitude, entre le fonctionnement de chaque être et le milieu où l'a placé l'histoire de ses ancêtres.

L'importance de cette conclusion vaut que nous nous arrêtions, une fois encore, pour faire le point. Les calculs théoriques, dont nous avons utilisé sans le dire les résultats, sont peut-être un peu moins sûrs et certainement plus difficiles que ceux dont nous avons à faire usage pour étudier la sélection conservatrice dans un modèle de population simplifié. On peut cependant toujours en venir à bout avec, s'il le faut, l'aide d'un calculateur électronique qui permet, sans peine excessive, de comparer les conséquences de diverses hypothèses également plausibles. Du point de vue expérimental, les conditions sont également beaucoup moins favorables, mais il ne serait pas très honnête de nous demander d'avoir suivi dans le détail des événements qui se déroulent normalement au cours des millénaires. Il est déjà bien beau que nous ayons, sur des papillons, des animaux à fourrure ou des primevères, des éléments d'information qui nous permettent de retracer approximativement l'histoire d'un siècle de changements. Au laboratoire, on peut, fort heureusement, aller un peu plus loin. À de nombreuses reprises et en plusieurs endroits, on a réussi à suivre l'évolution de populations expérimentales de *Drosophiles* au cours de quelques dizaines de générations. Les populations d'origine ayant été dissemblables, les résultats des examens ont été variés, parfois imprévus, mais toujours compatibles avec le modèle que nous avons décrit. Ceux qui s'en rapprochent sans doute le plus ont été obtenus au Laboratoire de Génétique Évolutive de Gif-sur-Yvette, à partir d'un mélange de souches de *Drosophiles*, les unes d'origine française, les autres japonaises, souches qui différaient par un caractère quantitatif imputable vraisemblablement au jeu de quelques dizaines de gènes. Conformément à notre schéma, les populations résultantes semblent atteindre, après cent ou cent cinquante générations, un état d'équilibre qui diffère de ceux qui caractérisaient les populations fondatrices. Ainsi se trouve justifiée, autant qu'il

est possible, l'interprétation que nous avons donnée de la formation des races géographiques.

Un pas de plus, et nous pouvons concevoir que deux races géographiques puissent acquérir, pendant leur longue séparation, une autonomie suffisante pour conserver leur individualité lorsque la barrière qui les sépare vient à disparaître et qu'elles se trouvent en présence sur un même territoire. C'est le cas des Goélands à manteau bleu et des Goélands à manteau noir qui vivent ensemble sur les côtes françaises et anglaises de la Manche, que beaucoup d'ornithologistes considèrent comme appartenant à des espèces distinctes, mais qui, pour les évolutionnistes, ne sont que les termes extrêmes d'une série de populations distribuées autour de l'Océan Arctique et qui constituent autant de races géographiques d'une même espèce, originaire probablement des côtes de la Mer de Behring. On connaît aujourd'hui beaucoup de faits de ce genre, où il est à peu près aussi légitime d'estimer que deux formes animales appartiennent à la même espèce ou à deux espèces différentes. Il est bien difficile de les interpréter autrement qu'en disant qu'il s'agit là d' "espèces naissantes" ; nous en concluons tout naturellement que les phénomènes que nous avons invoqués pour expliquer la différenciation génétique des populations locales peuvent, s'ils jouent pendant assez longtemps, aboutir non seulement à la formation de races géographiques, mais aussi, si les circonstances sont favorables, à la formation d'espèces nouvelles.

Tout ce qui précède est, naturellement, trop schématique pour que l'on puisse se faire une idée, même approximative, de la richesse du contenu de la génétique évolutive et des subtilités dont elle est capable quand il s'agit d'interpréter rigoureusement des faits difficiles. L'essentiel est que nous ayons apporté au problème de l'origine des espèces, la meilleure des réponses qui aient été données jusqu'à présent. Que cette réponse soit bonne est très généralement reconnu même par les moins bienveillants de nos adversaires ; il est vrai qu'ils ajoutent que cela n'est rien, et que le vrai problème reste à résoudre.

S'ils entendaient par là qu'une théorie de l'évolution ne doit pas s'arrêter au stade où elle permet d'expliquer la formation de deux espèces très voisines de goélands à partir d'une seule, nous serions naturellement d'accord. Il ne s'agit malheureusement pas de cela, mais d'une opposition, très fondamentale et très ancienne, entre deux conceptions du monde vivant, opposition qu'ont rencontrée tous les évolutionnistes. Quelque diverses dans le détail que puissent être les conceptions de ceux qui nous combattent, elles sont toutes, en fait, des variantes de ce que l'on appelait autrefois un "transformisme limité", doctrine qui, sous des formes diverses, existe au moins depuis Linné. Ce n'est pas moi qui dit qu'il s'agit de survivances du passé mais M. Rostand, quand il écrit : "*L'invention germinale (de Cuénot) était déjà dans Cournot. Quand Teilhard et Chauchard disent que la nature a voulu la production de l'homme, ils ne font que répéter Robinet, et Vandell répète Chambers quand il compare le développement de la vie au développement de l'individu*". Précisons que Cournot écrivait en 1850, Robinet en 1761 et Chambers en 1844 ...

Il ne s'agit naturellement pas de polémiquer avec des revenants, mais comme, dans cette série de conférences, je ne dois pas avoir le dernier mot et que je ne sais pas comment seront interprétés devant vous les faits que l'on vous décrira, il est utile que je vous signale que vous pourrez trouver une interprétation rationnelle des grands faits de l'évolution dans un beau livre du grand paléontologiste américain George Gaylord

Simpson²⁵, qui a été traduit en français en 1951. En ce qui me concerne, je voudrais me borner à quelques remarques, que j'introduirai en citant quelques passages, d'un article écrit, chose étrange, à l'occasion de la célébration du Centenaire de l'Origine des Espèces. Il est dû à un collègue pour lequel j'ai la plus grande amitié, mais avec lequel je ne suis absolument pas d'accord. Il écrit :

"L'Evolution et la Spéciation ne peuvent se confondre. L'une prolonge, continue l'autre, mais elles relèvent de principes différents, obéissent à des mécanismes distincts ... Les espèces sont les aspects multiples infiniment diversifiés par lesquels les " types de structure " existent dans la nature, elles sont les modalités selon lesquelles ils se présentent à nous. Si les types d'organisation n'ont d'existence réelle que par les espèces qui les expriment, la diversité de leur expression ne peut cependant expliquer comment ces thèmes structuraux se sont formés. La spéciation parachève et module la typogénèse mais ne s'identifie pas à elle ... La typogénèse précède la spéciation", et encore dans un autre article, contemporain du premier : "Deux principes, le déterminisme et la finalité, qui paraissaient dans la philosophie du XIX^e siècle irréductibles l'un à l'autre et s'opposent fondamentalement, se concilient au contraire dans l'existence de tout "être physique" et particulièrement dans la morphogénèse de l' "être vivant". Le déterminisme physique et chimique auquel sont soumis les processus vitaux s'exprime dans la finalité organique qu'implique l'état de vie".

Il se peut que ces affirmations soient claires pour certains d'entre vous, mais je dois avouer que, personnellement, je les comprends mal, et que je n'arrive absolument pas à m'imaginer ce que pourrait être un "type de structure" préexistant aux espèces dans lesquelles il doit s'incarner. La même idée se retrouvant, à ce qu'il me semble, comme élément principal des doctrines de tous ceux que je continuerai à appeler nos contradicteurs, pour la commodité du discours et pour ne pas faire de personnalité, il nous faut, cependant, essayer de lui donner une signification concrète. Il me semble qu'elle ne peut être traduite autrement qu'en disant qu'il existe, dans la classification du règne animal, des discontinuités fondamentales et qu'aucun des mécanismes rationnels invoqués jusqu'à présent pour expliquer la formation des espèces ne peut expliquer qu'elles aient jamais pu être franchies. Autrement dit, une espèce pourrait se transformer, passer à un autre genre, peut-être à une autre famille, mais elle resterait éternellement enfermée à l'intérieur de son ordre ou de sa classe à moins que ne se produise un événement exceptionnel, hors de mesure avec ce qui peut s'observer dans la nature actuelle. Cet événement, qui ne se serait produit que bien rarement dans l'histoire de la vie, pourrait être imaginé et recevoir un nom — on l'a appelé mutation systémique, ontomutation, variation germinale, ou autrement — mais sa nature resterait inconnue, et probablement inconnaissable, puisqu'il n'arrive plus jamais dans notre monde affaibli. L'Évolution, active encore il y a cent ou deux cent mille ans, au moment où naissait l'espèce humaine ou plutôt l'*Homo sapiens*, se serait alors définitivement arrêtée, sa tâche accomplie. Tout cela s'écrit aujourd'hui, mais on pouvait déjà le lire au premier chapitre de la Genèse, où il est dit que le Seigneur, ayant vu que son œuvre était bonne, s'arrêta de créer, le septième jour.

Les raisons que l'on peut avoir de réfuter une telle affirmation ne manquent évidemment pas. Pour s'en tenir au domaine scientifique qui est le nôtre, il nous faut

²⁵ . G.G. Simpson : l'Évolution et sa signification. Payot, Paris.

examiner en premier lieu l'affirmation constamment répétée qu'il existe à l'intérieur du règne animal des discontinuités fondamentales et irréductibles. Je ne crois absolument pas qu'elle soit exacte. Si les sous-espèces et les espèces peuvent être définies de façon précise et représentent, à n'en pas douter, des catégories naturelles qu'il s'agit seulement de reconnaître, il n'en va certainement pas de même des catégories supraspécifiques. Tous les spécialistes, ou peu s'en faut, sont prêts à reconnaître que, sauf cas exceptionnellement favorable, les coupures génériques sont essentiellement affaire de sentiment. Aux niveaux plus élevés de la hiérarchie, la situation n'est pas meilleure. En ce qui concerne les Ordres et pour ne citer que deux cas que je connais bien, je ne pense pas que personne puisse dire combien on en doit reconnaître chez les Hydrozoaires ou chez les Crustacés. Chez les Vertébrés, la signification même de la notion de Classe est mise formellement en doute par les paléontologistes modernes, qui reculent dans le temps les discontinuités fondamentales qu'ils placent entre des êtres pisciformes qui vivaient dans les eaux des temps dévoniens. En ce qui concerne les échelons suprêmes de notre hiérarchie, les clades — nos anciens Embranchements — la situation est encore plus étrange. En existe-t-il vingt, ou moins, ou trente ou davantage? Personne ne le sait, et ceux qui affirment avec une grande conviction qu'il existe entre "les types de structure" qu'ils représentent de véritables abîmes, ne savent pas mieux les compter que nous.

Aucune des catégories supraspécifiques n'est en vérité susceptible d'une définition rigoureuse, et toutes nos coupures systématiques sont contingentes en quelque mesure. Claires et indiscutables lorsque beaucoup de lignées se sont éteintes, elles deviennent d'autant plus confuses que les groupes sont plus richement représentés dans nos collections. Il n'y a de difficulté à séparer les amphibiens des reptiles et les reptiles des mammifères que parce que nous possédons trop de fossiles.

Je me rends parfaitement compte de ce que les arguments qui viennent d'être présentés doivent paraître plus probants à un zoologiste professionnel qu'à un profane, et que j'aurais plus de chance de vous convaincre si je sortais des généralités pour prendre un exemple concret. Je ne le ferai pas parce que M. Devillers doit se charger de cette tâche. Il vous expliquera, mieux que je ne pourrais le faire, comment des Reptiles sont devenus des Reptiles Mammaliens, puis des Mammifères, et il réfutera, je l'espère, l'affirmation émise en 1953, par un éminent biologiste, au cours d'une conférence que je présidais, que le passage de l'état de reptile à l'état de mammifère impliquait nécessairement une transformation brusque parce que s'il en avait été autrement, les malheureuses victimes de cette évolution auraient dû rester sans manger et sans entendre pendant des centaines de générations.

J'admettrai par avance que cette réfutation vous semblera pertinente, et j'en conclurai, comme vous devez vous y attendre, que les mécanismes responsables, selon la théorie synthétique, de l'évolution infraspécifique et de l'évolution spécifique, sont aussi, selon toute vraisemblance, responsables de l'évolution transspécifique. Je ne prétends naturellement pas, en posant cette affirmation, soutenir que tout, dans l'évolution transspécifique est simple et facile à comprendre. Je suis d'autant moins porté à le faire, que j'ai commis moi-même en 1952 une théorie complémentaire, inspirée des résultats de l'étude de l'hérédité cytoplasmique qui, selon moi, doit faciliter la solution de quelques-unes des difficultés qui subsistent²⁶. Je sais aussi, tout comme un

²⁶ . G. Teissier. Dynamique des populations et taxonomie. *Ann. Soc. Roy. Zool. Belgique*, LXXXIII, 1, 1952, pp. 23-44.

autre, que l'adaptation est une "effrayante question" et crois n'ignorer aucun des "problèmes transformistes" qui ont été et sont encore l'objet de tant de controverses passionnées. Ne trouvant pas sage de m'attarder à ces jeux dialectiques, j'avais décidé de ne parler d'aucun d'eux. Je ne veux cependant pas avoir l'air de me dérober devant l'obstacle et, puisque M. Rostand a soulevé un de ces problèmes, je m'en vais essayer de lui répondre.

M. Rostand vous a fait rire en vous citant quelques phrases de Ernst Mayr où celui-ci essaie d'expliquer l'apparition des poumons chez les Poissons ancêtres des Vertébrés terrestres. En se reportant au texte originel et, mieux encore, aux sources dont Mayr s'est inspiré, il est cependant facile de voir que ses arguments ne sont pas du tout risibles.

Il semble établi que la conquête de la terre ferme a été entreprise aux temps dévonien par plusieurs lignées de Vertébrés pisciformes. Ces poissons vivaient dans un climat chaud, dans des eaux très peu profondes, et leurs conditions d'existence, certainement très différentes de celles des Poissons de nos pays, étaient probablement assez proches de celles d'un certain nombre d'espèces que l'on trouve actuellement dans les étangs et les lagunes des régions tropicales. Les eaux chaudes et chargées de matières organiques où on les rencontre sont toujours pauvres en oxygène et riches en gaz carbonique, de sorte que toutes ces espèces doivent, au moins à certains moments, venir en surface chercher l'oxygène que leur milieu naturel ne leur fournit pas en quantité suffisante. Ils avalent des bulles d'air qu'ils ne peuvent utiliser que parce qu'il existe dans leur tube digestif des régions richement vascularisées, par lesquelles l'oxygène contenu dans ces bulles peut diffuser vers le sang. Suivant les espèces, les zones modifiées à ces fins respiratoires peuvent se trouver dans la cavité buccale, la cavité branchiale, l'estomac ou l'intestin. Serait-il interdit de penser qu'il ait pu exister chez nos ancêtres poissons un dispositif analogue, consistant pour eux en un diverticule ventral du pharynx, très vascularisé et fonctionnant exactement comme fonctionnent les organes respiratoires que nous pouvons étudier sur les Poissons tropicaux contemporains? Cette possibilité une fois admise, le reste devient assez simple, le diverticule originel se serait développé parce qu'il était utile à cet antique Poisson dans sa vie aquatique. Il lui aurait ensuite permis de gagner des eaux de moins en moins respirables et de plus en plus chargées de vase, puis de passer la saison sèche dans la boue des marigots, ce qui l'aurait conduit tout doucement à la vie amphibie.

Histoire assurément hypothétique, mais nullement ridicule et qui a le mérite de ne faire appel qu'à des faits bien établis et à des suppositions raisonnables. Exemple aussi d'une de ces "préadaptations" qu'on nous a si souvent opposées, et qui ne sont pourtant qu'un des aspects les plus méconnus de l'évolution mécaniste: son opportunisme.

Est-il bien nécessaire, pour conclure, de répéter que nous persistons et persisterons à penser que l'évolution a commencé et finira avec la vie, qu'elle est explicable par les moyens normaux de la science et que depuis les tout premiers commencements et jusqu'à la fin des temps, elle a été et elle sera gouvernée par le hasard et par la sélection.

J'oubliais : nous ne "dédarwinisons" pas.

Article n°6 publié dans :

Scientia, rivista internazionale di sintesi scientifica (1962, 6^e Série, 56^e Année, 1-7).

ENCHAÎNEMENT DES GÉNÉRATIONS ET ÉVOLUTION

par Georges TEISSIER

Toute conception évolutionniste implique l'entière acceptation du fait qu'un lien de filiation véritable unit chacun des vivants d'aujourd'hui à des formes ancestrales d'autant plus différentes de lui qu'elles sont plus anciennes. Mais une théorie de la descendance peut être compatible avec une conception créationniste de l'origine des espèces et certains évolutionnistes contemporains sont, en fait, comme Milne-Edwards il y a un siècle, partisans d'un « évolutionnisme-crétionniste ». L'auteur essaie de montrer que les mécanismes invoqués par les tenants de la théorie synthétique moderne de l'évolution pour expliquer comment une espèce a pu se transformer en une autre espèce, ou comment une sous-espèce a pu accéder au rang d'espèce autonome, peuvent également expliquer comment, au cours des temps, sont apparus de nouveaux genres, de nouvelles familles et même de nouveaux ordres, de nouvelles classes et de nouveaux embranchements. Les limites des catégories systématiques supérieures étant, dans une très large mesure, affaire de commodité et de convention, il n'est besoin d'aucun mécanisme occulte pour rendre compte du passage d'une de ces catégories à une autre.

Il a paru, à l'occasion du Centenaire de l' « Origine des Espèces », tant d'ouvrages excellents qu'il serait présomptueux de croire qu'un nouvel article sur l'Évolution ait la moindre chance de convaincre de leur erreur les quelques biologistes qui pensent encore que les mécanismes qui ont transformé le monde vivant depuis ses origines sont inconnus et, très probablement, inconnaisables. Leur manque de foi en la science et leur défaut d'imagination ne sont pas très pardonnables, mais certains seront peut-être tentés de leur accorder des circonstances atténuantes après avoir entendu Jean Rostand : « *Le certain est que l'Homme descend d'un Mammifère qui n'était pas humain et auquel, si nous l'apercevions aujourd'hui, nous trouverions de grandes similitudes avec les singes. Le certain, c'est que l'Homme a, derrière lui, une étonnante suite d'aïeux Mammifères, Reptiles, Poissons, Invertébrés, et cela, il faut bien le dire, confine au fabuleux... Le phénomène de l'évolution est de l'incroyable qu'il faut croire. Tel que nous l'enseigne la science positive, il passe en fantastique tous les mythes créés par l'imagination humaine. Est-il bien sûr, d'ailleurs, que nous prenions clairement conscience de ce fantastique du réel? Que nous nous rendions exactement compte de ce que nous disons quand nous certifions dans le passé des métamorphoses dont le millième, si nous l'apercevions aujourd'hui, nous ferait douter de notre raison? Nous sommes imprégnés, saturés, de l'idée transformiste et, à bien des égards, comme blasés sur elle. Nous ne la vivons plus, à proprement parler. Nous avons appris tout cela sur les bancs de l'école. Nous avons répété, machinalement, que la vie évolue, que les êtres se transforment les uns dans les autres. Mais, savons-nous réellement, dans la sincérité profonde de notre moi, qu'en remontant assez haut dans notre ascendance, nous y rencontrerions des poissons et des vers, de ces bêtes qu'on mange ou qu'on écrase? ».*

Rendre sensible à chacun de nous sa fabuleuse ascendance, comme le demande Jean Rostand dans cette belle page, rendre croyable l'incroyable, en soumettant le fantastique à la stricte discipline de la science la plus rationnelle, n'est certes pas facile. Mais, si nous pouvions comprendre que l'histoire de notre race est celle d'une immense succession d'êtres de chair et de sang qui, tout au long des âges, ont transmis jusqu'à nous la vie qu'ils avaient reçue de très lointains ancêtres, tout deviendrait plus simple.

Parce que notre imagination est faible, n'essayons pas de nous représenter tous ces ascendants. En émondant notre arbre généalogique jusqu'à ne conserver qu'un ancêtre à chaque génération, nous le réduisons à une mince tige qui figurera notre ascendance paternelle directe. Nous y inscrirons notre père et le père de notre père, puis le père de ce grand-père ... et ainsi de suite. En remontant cette lignée patrilinéaire, nous nous enfoncerons très vite dans un passé inconnu : serions-nous fils de roi que nous arriverions bientôt à des ancêtres oubliés, dont nous ne saurons jamais rien sinon, précisément, qu'ils furent pères de nos pères. Au dixième ancêtre, nous sommes au XVII^e siècle, au centième vers le temps du roi Salomon, au millième, déjà au fond de la préhistoire. Le dix millième est encore, ou déjà, un Homme, un *Homo sapiens* comme nous, le vingt-cinq millième, toujours un Homme, mais probablement un *Homo erectus*, c'est-à-dire un Pithécanthrope. Le cinquante millième n'est plus un Homme que pour quelques savants à l'esprit particulièrement large ; pour tous les autres il n'est que « préhumain ». Le millionième n'est « hominoïde » que pour ceux qui savent voir au-delà des apparences qui ne sont pas humaines et le dix millionième n'est que « prosimien ». Le vingt-cinq millionième est un petit Mammifère insignifiant, ne ressemblant sans doute à aucun de ceux que nous connaissons aujourd'hui, le cinquante millionième, un Reptile, mais un « Reptile mammalien » ; le soixante-quinze millionième, un animal amphibie ou, peut-être encore, un être aquatique que nous n'hésiterions pas à qualifier de Poisson. Arrêtons-nous à notre cent millionième ancêtre, Poisson lui aussi, en nous contentant d'évoquer les générations bien plus nombreuses d'Invertébrés à travers lesquelles se poursuit sans rupture notre ascendance paternelle.

Comprenons bien qu'un tel récit n'est ni mythique, ni symbolique, mais qu'il condense la description d'un arbre généalogique très insuffisamment connu, mais parfaitement réel. Si nous voulions développer et étendre, sans l'altérer, cette esquisse, nous ne devrions pas parler, comme on le faisait à l'école, de « nos ancêtres les Gaulois » ou de « nos pères les Romains », mais nous pourrions faire mention d'un contemporain de Vercingétorix ou de Jules César qui était notre soixante-dixième ancêtre en ligne paternelle et avait, comme nous, un nom, un visage, des joies et des peines qui lui étaient propres et dont l'existence, il y a deux mille ans, est aussi certaine que la nôtre, aujourd'hui. Tout le reste de notre récit pourrait être paraphrasé de la même façon et nous devrions, inlassablement, répéter que notre existence est le garant de celle de tous les ancêtres, humains et non humains, que nous pourrions rencontrer dans cette remontée vers les origines, au long du mince fil de notre ascendance patrilinéaire. Une fois vraiment compris et accepté qu'un véritable lien de filiation nous unit personnellement à un « Poisson » du Dévonien, il nous devient possible de parler utilement de l'Évolution et de ses mécanismes.

Il n'existe plus aujourd'hui de naturalistes partisans d'un fixisme semblable à celui de Linné proclamant, en 1738, qu'il existe autant d'espèces qu'il y eut de formes distinctes créées au commencement par l'Être Infini, mais on peut être « créationniste » de bien des façons. L'une des plus remarquables est celle que défendait, il y a un siècle,

H. Milne-Edwards.

« Lorsque le Zoologiste emploie le mot création, il ne saurait s'associer à ceux qui représentent la Divinité pétrissant de ses mains la matière brute pour réaliser l'idée préconçue de tel ou tel être organisé et insufflant dans cette machine encore inerte le principe de la vie et, lorsqu'il parle de la naissance d'une espèce nouvelle, il ne prétend nullement que celle-ci soit sortie de la poussière plutôt que de l'organisme d'un animal préexistant, dont le mode de constitution était autre ; il veut dire seulement que les propriétés connues de la matière, soit inerte, soit vivante, sont insuffisantes pour donner un tel résultat ; que l'intervention d'une cause occulte, d'une puissance supérieure lui paraît nécessaire ... ».

Et, pour bien montrer que l'on peut être créationniste tout en acceptant pleinement que les animaux actuels descendent d'animaux très différents, il insiste: *« Puisque, dans l'état actuel des choses, nous ne voyons la vie se manifester que dans des corps produits par des êtres qui eux-mêmes sont vivants et que, depuis le moment où, à notre connaissance, des animaux ont existé, il ne paraît être survenu dans l'état physique de la terre aucun changement qui soit de nature à nous faire supposer l'intervention de forces d'un autre ordre, l'analogie nous conduit à penser que, durant toute cette période, la vie a été transmise d'individu à individu, comme aujourd'hui, par voie de génération ».*

« Les animaux de l'époque actuelle seraient donc les descendants des animaux des époques géologiques antérieures ; mais leur mode d'organisation n'est pas resté le même et, comme nous ne pouvons expliquer par aucune cause connue des changements de cet ordre dans les caractères d'êtres nés les uns des autres, chacune de ces transformations successives des formes anciennes suppose l'action d'une force qui, jusque là, ne se faisait pas sentir de la même manière. Cette production inexplicable d'êtres animés réalisant une forme nouvelle et aptes à transmettre cette forme à leurs descendants équivaut, pour le zoologiste, à la création d'une espèce et, d'après ce que nous savons de l'enchaînement des phénomènes embryologiques, il me paraît probable que les modifications introduites de la sorte dans certains termes de la série d'individus nés les uns des autres ont dû s'effectuer dans les germes ou dans les embryons très jeunes plutôt que dans la constitution des organismes déjà développés ... ».

« Pour mieux préciser ma pensée, je prendrai un exemple. Tous les zoologistes considèrent le cheval, l'âne et l'hipparion, ou cheval à trois doigts de l'époque tertiaire, comme constituant autant d'espèces distinctes ... , mais cela n'implique pas que l'hipparion, le cheval et l'âne ne procèdent d'une souche commune, ou que ces deux dernières ne procèdent de la première, qui paraît les avoir précédés sur la surface de notre globe. À cet égard, nous ne pouvons dire ni oui ni non, nous ne possédons pas les faits nécessaires pour asseoir un jugement ; cependant, nous pouvons affirmer que des changements pareils dans le mode d'organisation d'un animal quelconque seraient contraires aux lois connues de la Nature et ne pourraient être attribués qu'à l'influence d'une cause restée occulte. Que l'espèce cheval et l'espèce âne aient été ou non obtenues au moyen des produits génésiques de l'hipparion, elles n'en seraient donc pas moins, dans mon opinion, des créations zoologiques nouvelles ».

Aucun zoologiste n'accepterait sans doute aujourd'hui de signer cette page, mais il suffirait d'y remplacer *Hipparion* par *Miohippus* et de rendre plus discret l'appel à une « puissance supérieure », pour que le texte écrit en 1867 pour défendre le créationnisme contre Darwin, exprime une opinion très proche de celle de quelques « évolutionnistes »

de 1960. Ceux-ci, lorsqu'ils veulent conter l'histoire de la vie, croient, comme Milne-Edwards, avoir besoin de quelques créations, mais ils n'osent pas leur donner ce nom et n'en demandent pas toujours le même nombre.

Pour bien comprendre ce point très important, le plus commode est de reprendre, en le complétant un peu, notre schéma généalogique. Pour nous conformer à un usage qui remonte au temps des patriarches, nous avons pris comme guide notre ascendance patrilinéaire, mais nous aurions pu, tout aussi bien, suivre une ascendance strictement féminine, ou encore prendre un chemin plus sinueux pour atteindre l'un quelconque de nos ancêtre et, puisque nous en sommes à imaginer cette impossible quête dans le passé, il ne nous en coûte pas beaucoup plus de supposer que nous pourrions étudier de la même façon l'ascendance de chacun de nos contemporains. Le faisceau de toutes ces lignes généalogiques, si l'on pouvait le construire et si l'on savait le lire, révélerait tous les secrets de l'ethnogénie et, si l'on poussait le déchiffrement au-delà de quelques centaines ou de quelques milliers de générations, tous ceux de l'anthropogénie.

Pour décrire sobrement, en termes scientifiques, une telle généalogie, il n'y a pas d'autre moyen que de placer les formes ancestrales successives qui la constituent dans les cadres traditionnels de la classification zoologique, espèces, genres, familles, ordres, classes, embranchements.

Si ces catégories correspondent, comme on peut le croire ou, au moins, l'espérer, à des groupes « naturels », chacun des paliers individuels de la classification pourra être défini par un « type de structure » particulier correspondant à un certain ensemble de caractères et tout animal dont l'organisation est conforme à celle de cet « archétype » appartiendra, par définition, à ce groupe. Pour les évolutionnistes, la possibilité de déceler un plan de structure commun à un certain nombre d'animaux est un témoignage de leur communauté d'origine ; une bonne classification est « phylogénique » en ce sens qu'elle doit exprimer la filiation des êtres qu'elle renferme et donner une mesure symbolique de leur degré de parenté : deux espèces d'un même genre sont plus apparentées que deux espèces de genres différents, deux genres d'une même famille sont plus proches que deux genres de familles différentes ... On doit donc s'attendre, s'il en est ainsi, à ce que deux ancêtres séparés de nous par quelques centaines de générations, appartiennent à notre espèce et qu'en plongeant dans un passé plus lointain, nous en rencontrions successivement qui appartiennent à d'autres espèces du genre *Homo*, puis à d'autres genres d'Hominidés, d'autres familles de Primates, d'autres ordres de Mammifères, d'autres classes de Vertébrés. C'est exactement ce que nous avons vu tout à l'heure, mais nous n'avons pas dit combien d'espèces, de genres, de familles, d'ordres et de classes se plaçaient dans notre ascendance, parce que nous ne connaissons, ni ne connaissons sans doute jamais ces nombres. Si nous voulions risquer quelques chiffres, nous pourrions les estimer par analogie avec ce que l'on croit savoir des taux d'évolution de quelques groupes de Vertébrés : pour remonter jusqu'à un ancêtre de la base du Dévonien, un Poisson osseux, il nous faudrait traverser quelques centaines d'espèces, une cinquantaine de genres, une dizaine d'ordres et deux ou trois classes. Pour plus de prudence, disons seulement que, pour arriver jusqu'à nous, en partant d'un Poisson ancestral, il a fallu passer par un très grand nombre d'espèces, un assez grand nombre de genres, un certain nombre d'ordres et quelques classes.

Ce résumé de notre histoire peut être interprété de bien des façons, mais le langage de la zoologie descriptive que nous avons adopté traduit beaucoup plus

facilement les conceptions fixistes que les idées transformistes. Nous semblons dire que tous nos ancêtres pourraient être classés exactement dans des catégories strictement définies et rigoureusement hiérarchisées. S'il en était ainsi il nous faudrait nécessairement admettre qu'à des dates de plus en plus lointaines de notre ascendance patrilinéaire ont vécu des êtres qui étaient respectivement, le premier *Homo sapiens*, le premier *Homo*, le premier Primate, le premier Mammifère ... ; cette liste d'ancêtres remarquables n'est pas limitative car, si nous voulions suivre dans le détail une classification moderne, nous aurions encore besoin d'une dizaine d'Adams intercalaires.

Cette présentation d'un « évolutionnisme créationniste », doctrine sans partisans avoués, est beaucoup moins caricaturale qu'il ne paraît ; il suffirait de remplacer la série des Adams par autant d'Archétypes pour se trouver sur les positions bien connues des adversaires de la théorie moderne de l'Évolution. Pour certains, avec qui une discussion reste possible, l'archétype est la reconstitution d'une espèce qui a réellement vécu, espèce primordiale, fondamentale ou nodale, de laquelle il est intelligible de faire dériver toutes les formes éteintes et actuelles qui composent le groupe considéré. Pour d'autres, il s'agit de types de structure, n'ayant d'existence réelle que par les espèces qui les expriment et qui ne pourraient pas être expliqués par la diversité de ces expressions, les mécanismes intervenant dans la formation des espèces étant étrangers à l'évolution ; la création d'un nouveau type de structure se réaliserait d'emblée, à la suite de modifications du développement, corrélatives d'altérations initiales du germe.

À près de cent ans d'intervalle nous retrouvons ainsi, dans des écrits qui se déclarent évolutionnistes, une pensée toute semblable à celle de Milne-Edwards, fervent défenseur du créationnisme. Le seul progrès est une diminution du nombre des créations requises. À prendre Milne-Edwards à la lettre, il en eut fallu une par espèce, c'est à dire quelques centaines dans notre ascendance depuis les Crossoptérygiens, mais, comme il déclare que les zoologistes multiplient beaucoup trop les distinctions spécifiques et qu'il approuve le transformisme limité d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, on peut penser qu'une création par genre lui aurait suffi. Aujourd'hui, ses continuateurs clandestins se contenteraient probablement d'une création par ordre ou même d'une par classe. Contraints de reconnaître que les progrès récents de la génétique des populations permettent d'expliquer de façon satisfaisante la formation des espèces, ils consentent, le plus souvent, à admettre que les mécanismes de la « spéciation » aient pu aboutir, le temps aidant, à l'apparition de nouveaux genres et peut-être de nouvelles familles. Ils croient, en revanche, que les catégories élevées de la classification sont séparées par des discontinuités si fondamentales qu'aucun des mécanismes connus de la spéciation ne peut permettre de comprendre qu'elles aient jamais pu être franchies. Comme ces changements de plan de structure ont cependant eu lieu, il leur faut admettre que ces événements très exceptionnels sont dus à des causes hors de mesure avec ce qui s'observe dans la nature actuelle. Ces causes, que Milne-Edwards se contentait de qualifier d'occultes, ont été nommées mutations systématiques, ontomutations, variations germinales, ou autrement ; leur nature n'est pas connue et restera probablement inconnaissable puisque l'Évolution est arrivée à son terme, avec l'apparition de l'espèce humaine ou plutôt de l'*Homo sapiens*.

Nous résisterons au désir, pourtant bien légitime, de tenter une réfutation de ces affirmations. Contentons-nous d'indiquer que la ligne d'attaque la plus directe et peut-être la plus efficace, serait celle qui porterait sur les prémisses prétendues objectives de tous ces raisonnements.

Il n'est simplement pas vrai qu'il existe, à l'intérieur du règne animal, des discontinuités fondamentales et irréductibles et tout zoologiste sait, ou devrait savoir, que les coupures génériques sont le plus souvent affaire de commodité et de sentiment, que les limites des sous-familles et des familles ne sont pas beaucoup plus naturelles et que la définition des sous-ordres et des ordres est généralement le résultat d'un compromis entre plusieurs solutions également imparfaites. La notion de classe, elle-même, a perdu de sa solidité et les paléontologistes modernes reculent aujourd'hui dans le temps les discontinuités essentielles des Vertébrés, qu'ils placent entre des êtres pisciformes qui vivaient aux temps dévoniens. En ce qui concerne les embranchements, échelons suprêmes de notre hiérarchie, où devraient siéger les archétypes les plus vénérables et que l'on prétend représenter des types de structure irréductibles et séparés par de véritables abîmes, nul ne sait s'il en existe vingt ou moins, ou trente ou davantage.

Cette situation, parfaitement incompréhensible pour nos adversaires, ne soulève pour nous aucun problème. Nous utilisons honnêtement les cadres usuels de la classification et ne sommes pas moins pointilleux que n'importe quel autre quand il s'agit de décrire une espèce, de définir un genre ou de discuter de la position systématique du groupe que nous étudions. Mais nous ne croyons pas pour autant que les catégories que nous utilisons aient préexisté aux êtres qui devaient y trouver place. Nous savons, à la fois, que les espèces représentent, à chaque instant de leur histoire, des catégories naturelles bien définies et qu'elles se modifient graduellement au cours du temps : nous avons même un mot, *chronocline*, pour désigner cette variation temporelle quasi continue. Nous savons qu'après un nombre suffisant de générations — des dizaines ou, peut-être, des centaines de milliers — ces différences peuvent devenir assez fortes pour qu'il soit raisonnable, par application des critères usuels de la systématique, d'utiliser un nouveau nom spécifique, bien que le passage d'une « espèce » à l'autre se soit fait de la façon la plus insensible. Le temps passant, les espèces se succéderont sans qu'il y ait jamais de discontinuité et lorsque, après quelques millions de générations, la série sera devenue assez longue, il sera nécessaire, pour une bonne description des faits, d'y reconnaître deux ou plusieurs genres successifs ; il pourra se faire, sans que nous nous en étonnions, que la dernière espèce du premier genre et la première du second genre se ressemblent beaucoup plus que la première et la dernière du premier genre. L'évolution se poursuivant au cours de dizaines de millions de générations, l'éventail de la classification devra s'ouvrir, certains genres passant à de nouvelles familles, certaines familles à de nouveaux ordres, certains ordres à de nouvelles classes, chacun de ces passages n'étant pourtant dans la réalité, que la transformation infiniment lente d'une espèce en une autre, à peine différente. Rien de tout cela n'est difficile à comprendre pour qui veut bien admettre qu'une théorie scientifique de l'évolution ne peut être qu'une théorie de la descendance, comme le pensait déjà Lamarck en l'an XI, lorsqu'il écrivait : « *la Nature n'a réellement formé, ni classes, ni ordres, ni familles, ni espèces constantes, mais seulement des individus qui se succèdent les uns aux autres et qui ressemblent à ceux qui les ont produits* ».

Il ne faut pas avoir peur des archétypes : ils n'existent pas.

ANNEXE 1

En marge de l'Encyclopédie française Une controverse sur l'Évolution

Avant-propos de M. Lucien Febvre, Co-concepteur de l'Encyclopédie

La *Revue de l'Encyclopédie Française* n'accueille point que des cahiers de remplacement, destinés à la mise à jour perpétuelle de l'Encyclopédie. Les pages qu'on va lire, par exemple, n'ont point été rédigées en vue d'occuper, dans tel tome de la grande œuvre, une place définie. Elles n'ont même pas été « rédigées » du tout, puisqu'elles furent simplement « parlées » dans un débat public. Le 6 mai 1938, sous les auspices de l'Association des Maisons de la Culture, une vaste réunion présidée par Louis Lapicque mettait aux prises à la Sorbonne quelques biologistes qualifiés : Marcel Prenant, Grassé, Teissier, avec l'éminent savant qu'est Paul Lemoine. Il s'agissait de discuter les conclusions du Tome V, publiées par lui sous sa signature, dans la plénitude d'indépendance que l'Encyclopédie garantit à tous ses collaborateurs. Il nous a paru élégant et salutaire de publier, d'après la sténographie, un résumé complet de ces débats. Au bas des pages qui leur sont consacrées, on ne trouvera pas les indications habituelles — numéro de fascicule et pagination — qui leur assigneraient une place normale dans le Tome V. Ainsi demeurent-elles « en marge ». Mais nous sommes heureux de les placer sous les yeux de nos abonnés.

Élégante, notre décision? Je le crois. De cette sorte d'élégance dont témoignait, en tête du Tome XVI (*Arts et Littératures*) le débat courtois et grave qui mettait aux prises avec le directeur de l'Encyclopédie son illustre maître Joseph Bédier, joignant aux éléments positifs de l'article qu'il rédigeait sur le moyen âge, une critique avisée du dessein formé, à ce propos, par l'Encyclopédie. Mais déjà, je pouvais rappeler quelques lignes inscrites en tête du Tome X, le premier paru : « Les fins de l'Encyclopédie française ... se définissent d'un mot : faire comprendre. Partant, éveiller les esprits à la réflexion critique. On ne s'étonnera donc pas que, donnant l'exemple, l'Encyclopédie commence par se critiquer elle-même ». J'ajoutais : « Elle continuera ». Elle continue : et c'est en cela qu'elle se montre salutaire.

Car elle n'est point faite seulement pour propager les lumières, comme on disait au temps de Denis Diderot. Elle est faite pour secouer, rudement, les préjugés. Ceux du public, qui ne saura jamais à quel point la science, comme le dit heureusement Lapicque, est « une évolution ». Ceux des savants aussi : car le préjugé n'est point le monopole des laïcs. Il habite, hautainement, nos âmes de clercs. Son principe ? Eh ! toujours l'esprit de corps et de spécialité.

Le savant, malgré lui, se défie du public. Traduit devant un vaste auditoire, on dirait qu'il se sent nu, soudain dépouillé de tout ce que lui procurent d'appui au laboratoire, et son outillage d'expérimentateur, et ses aides, et ses papiers, et la possession d'une langue hermétique dont il aime les abus autant que l'usage même. Parfaitement sincère quand il déclare ignorer tout dogme, il ne l'est pas moins quand il se met en bataille, sitôt qu'un des siens porte devant le public tels ou tels scrupules qui naissent en lui. Entre initiés, passe ; mais devant les profanes ... Bousculer ces pudeurs, contraindre les princes de la recherche silencieuse à prendre devant le public leurs

responsabilités d'hommes et de savants : une des tâches essentielles de l'Encyclopédie, telle que, toujours, je l'ai définie.

Je serai ridicule, historien, si je voulais intervenir dans les graves querelles qu'ont rallumées les conclusions de Paul Lemoine. Et pourtant ?

Ne songeons qu'à l'un des grands procès qui se plaignent, depuis si longtemps, au cours des discussions passées et présentes sur l'Évolution : les êtres vivants, comment les concevoir ? Plus ou moins passifs sous l'action des forces du milieu ou bien doués d'activité propre, capables de créer et de développer des effets nouveaux ? Ici, un mécanisme d'une belle, étroite et mortifiante simplicité ; là, la notion féconde (et nullement anti-scientifique) du hasard, réinstallé en plein cœur de nos conceptions. Ce grand procès, n'aurait-il de quoi intéresser que les seuls naturalistes et leur clientèle de plantes et d'animaux ? mais alors, ce serait pur hasard (pour ne rappeler que des faits antérieurs à l'explosion de la physique moderne) — ce serait pur hasard si la théorie de la préadaptation d'un Cuénot vit le jour, à peu près, au temps où Bergson publiait ses œuvres maîtresses, cependant que, de son côté, un Vidal de la Blache, mettant au jour sa théorie des « genres de vie », réinstallait l'homme et ses hasards au cœur d'une géographie libérée de toute nécessité ?

Le spécialiste engagé dans sa spécialité comme le mineur dans sa galerie peut bien croire son travail commandé, uniquement, par le labeur de ceux qui lui ont légué leurs plans et leurs outils : de grands courants de pensée n'en circulent pas moins au-dessus des cloisons dont il adore l'illusoire protection. Les savants qui ignorent, qui souvent veulent, d'une volonté têtue, ignorer ce grand fait — ils n'en baignent pas moins dans une atmosphère commune, une atmosphère « d'époque », chargée partout des mêmes électricités ; ainsi s'établissent, entre des recherches en apparence sans lien, une sorte de connexion beaucoup plus agissante que ne le voient les chercheurs, aux yeux baissés sur leur étroit chantier. Puis-je, dès lors, formuler un vœu ?

Quand, la bourrasque apaisée, Paul Lemoine passera commande d'un ou deux fascicules de renouvellement sur l'Évolution, je souhaiterais qu'il n'appelle pas seulement en témoignage des naturalistes, fussent-ils Caullery, Cuénot, Guyénot, Jeannel, Prenant, qui sais-je encore ? J'aimerais qu'hardiment, il perce la cloison qui sépare le Tome V, les *Êtres vivants*, du Tome IV, *La Vie* — et qu'il ose pénétrer, lui géologue, lui professeur au Muséum, chez les physiologistes qui, au Collège de France, prolongent en les transformant les traditions de Claude Bernard. Je voudrais qu'encore plus impavide, il n'hésite pas à prendre l'avis des physiciens du Tome II. Et même, sans fausse honte, qu'il demande aux statisticiens de la démographie, cantonnés dans le Tome VII, s'ils n'ont rien à dire sur les problèmes qui l'occupent. Grande hardiesse, dont je rêve. Paul Lemoine est bien capable de l'avoir. C'est alors, vraiment, qu'il serait hérétique. Mais : *oportet haereses esse*.

En est-il si loin, de cette témérité ? Je lis un peu plus loin, sous sa signature : « En définitive, je crois que la théorie de l'Évolution n'explique pas tout et qu'il faudra lui substituer autre chose ... La théorie qu'il faudra mettre à sa place — et qui consiste à admettre que la matière a une propriété spéciale qui est la Vie — je crois qu'elle est tributaire des laboratoires de physique et de physico-chimie, auxquels il appartient de nous apporter la solution ». Mais lorsqu'on lit au Tome IV de l'Encyclopédie, sous la signature d'André Mayer, certaine préface sur la vie — ne trouve-t-on point déjà, dans ce texte rédigé par un physiologiste, des éléments de réponse aux vœux du géologue ?

Allons, petit à petit, en dépit des hommes et de leurs résistances, en dépit de ce qu'ils ont de meilleur à la fois et de plus mauvais, l'idée chemine qui est l'idée mère de l'Encyclopédie : celle du concile œcuménique et permanent des savants et de leurs disciplines. Quand Paul Lemoine, sans une minute d'hésitation, consent à la publication, en marge de son volume, des objections qu'on va lire, personne ne songe à le féliciter de sa décision. C'est qu'il obéit, simplement, à l'esprit qui le mène, comme il nous mène tous. Mais s'il organise l'enquête dont je parle, sans souci des spécialités, il instaurera vraiment la forme parfaite de cet esprit. Je souhaite qu'il le fasse bientôt, et chez nous. Car cet esprit, c'est l'esprit même de l'Encyclopédie.

ANNEXE 2

BIOLOGIE. — *Aptérisme des Insectes et sélection naturelle*. Note (1)
de M. PHILIPPE L'HÉRITIER, M^{lle} YVETTE NEEFS et M. GEORGES
TEISSIER.

On sait que les Insectes qui vivent dans les îles ou au bord de la mer volent souvent mal et que beaucoup d'espèces ayant cet habitat ont les ailes plus ou moins atrophiées.

Darwin a proposé dans l'*Origine des espèces* une explication très séduisante de ce fait. « On peut supposer », dit-il, « que, durant une longue suite de générations, chaque insecte qui fit moins grand usage de ses ailes, soit par suite de leur moindre développement, soit par suite d'habitudes indolentes, ait eu plus de chance de n'être pas emporté par le vent et de survivre, tandis que d'autre part au contraire, ses congénères plus agiles, qui plus volontiers prenaient leur vol, étaient plus souvent jetés à la mer où se noyait avec eux l'avenir de leur race ».

Nous nous sommes proposé d'étudier expérimentalement le problème posé par Darwin et nous avons utilisé pour cela *Drosophila melanogaster*. Nous avons réalisé les conditions que Darwin suppose à l'origine de l'évolution des Insectes insulaires en constituant une population mixte d'individus normaux ailés et d'individus portant le caractère récessif *vestigial* (*vg*) qui se manifeste par une atrophie des ailes devenues tout à fait impropres au vol. Cette population a été élevée en plein air sur la terrasse de la Station Biologique de Roscoff, dans des conditions que nous décrirons ailleurs en détail. Des dispositions ont été prises pour que l'action du vent ne soit pas trop brutale et qu'il n'y ait pas de concurrence pour l'aliment. L'effectif total de la population, variable d'ailleurs d'un jour à l'autre, paraissait être de l'ordre de un ou deux milliers de mouches ailées ou aptères.

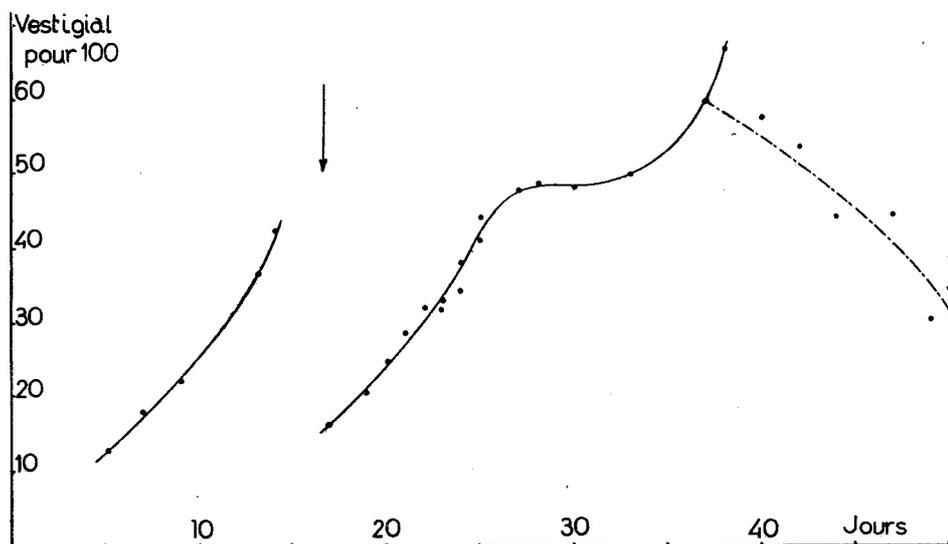
Le graphique ci-après, où est porté, à intervalles de 1 ou 2 jours, le pourcentage d'imagos vestigiales issues des œufs pondus à cette date,

(1) Séance du 8 mars 1937.

(2)

résume notre expérience. Son allure est exactement celle que permettait de prévoir l'hypothèse de Darwin.

Le premier arc de courbe correspond à la partie de l'expérience qui précède l'éclosion des imagos ; les mouches ailées emportées plus facilement par le vent que les mouches aptères, disparaissent plus vite que celles-ci, aussi les œufs homozygotes *vg vg*, qui ne représentaient le 5^e jour que 12,5 pour 100 du nombre total d'œufs, en représentent-ils 42 pour 100 le 14^e jour. L'éclosion des premières imagos se produit au 16^e jour et à dater de ce moment la population se renouvelle régulièrement par l'apport



d'imagos issues d'œufs pondus une dizaine de jours plus tôt. Le nombre d'ailées augmente brusquement dans la population et, corrélativement la population d'œufs *vg vg* tombe à 16 pour 100. Mais, du fait de la sélection produite par le vent au cours de la première partie de l'expérience, qui se continue sur les imagos fraîchement écloses, du fait aussi qu'un nombre croissant d'individus ailés sont hétérozygotes, le deuxième arc de courbe prend immédiatement une allure ascendante ; la proportion des vestigiales passe en une dizaine de jours de 16 pour 100 à 48 pour 100. A cette date les imagos nées des œufs pondus au moment où le nombre des vestigiales était à son minimum commencent à éclore. Le hasard ayant voulu qu'au même moment le temps ait été, pendant quelques jours, exceptionnellement beau et calme et la sélection peu efficace, la proportion des vestigiales

(3)

reste constante pendant 4 ou 5 jours. Mais avec une nouvelle période de vent la courbe se relève pour atteindre, au 38^e jour de l'expérience, 67 pour 100 de vestigiales homozygotes. A ce moment, si les croisements ont lieu au hasard, moins de 4 pour 100 des individus sont des homozygotes normaux.

Le troisième arc de courbe, tracé en trait interrompu, correspond à un changement dans les conditions d'élevage et constitue une contre-épreuve de l'expérience principale. L'élevage n'est plus placé en plein air mais dans une grande pièce ouverte. L'influence sélective du vent ne s'exerçant plus, les ailées, plus fécondes et à plus grande longévité que les aptères, reprennent le dessus; la proportion des vestigiales tombe en 15 jours de 60 pour 100 à 32 pour 100 environ. On voit que la sélection par le vent explique parfaitement les faits observés.

Il nous semble légitime de conclure des faits que nous venons de rapporter que l'hypothèse de Darwin est entièrement justifiée par l'expérience. La sélection naturelle n'a pas nécessairement, comme on le croit en général à l'heure actuelle, un rôle conservateur. Si le plus souvent elle se borne à supprimer les faibles et les anormaux et maintient ainsi la stabilité de l'espèce, elle peut également favoriser certaines anomalies que des circonstances particulières rendent avantageuses. L'aptérisme des Insectes que leur habitat expose au vent marin est une *infirmité* utile et l'on conçoit que, si le hasard des mutations l'a fait apparaître dans certaines espèces, le jeu de la sélection l'y ait maintenue.

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,
t. 204, p. 907, séance du 15 mars 1937.)

ANNEXE 3

La Pensée, revue du rationalisme moderne
Arts . Sciences . Philosophie

Cette revue trimestrielle a été fondée en 1939 par Paul Langevin, physicien, homme de gauche et militant antifasciste, et par Georges Cogniot, écrivain et philosophe communiste. Le premier numéro de la série initiale est daté d'avril-mai-juin 1939. La publication de la revue est stoppée par la guerre après le n°2 (la France déclare la guerre à l'Allemagne le 3 septembre 1939). Elle reprendra en 1944 (Nouvelle Série, n°1, octobre-novembre-décembre), avec un Comité Directeur renforcé comprenant, outre Langevin et Cogniot, Frédéric Joliot-Curie, Henri Wallon et Georges Teissier. Marcel Prenant intégrera le Comité en 1945. Le Comité de patronage comptera parmi ses membres, nettement marqués "à gauche", des hommes de lettre (Louis Aragon, Paul Eluard), des scientifiques, des médecins, des peintres (Jean Lurçat), des compositeurs (Charles Kœchlin), des architectes Encore vivante, la revue "... prenant en compte les innovations conceptuelles de Marx, s'est efforcée, depuis près de 70 ans, de cerner les évolutions des savoirs et des formes d'analyses rationnelles dans le champ des diverses connaissances de la nature et de la société".

<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb34348981h/date1939.r=la%20pens%25C3%25A9e.%20revue%20d%20rationalisme%20moderne.%201939.%20langevin.%20cogniot.langFR>

