

QUE PENSERAIT DARWIN AUJOURD'HUI ?

par J. de HEINZELIN (*)

RESUME. - La théorie synthétique du Néo-Darwinisme (élaborée vers 1940-1950) a paru en son temps expliquer suffisamment l'évolution biologique, en associant sous une forme mathématique simple les taux de mutation et les pressions de la sélection naturelle.

Cette théorie est de plus en plus remise en question, à la fois du côté de la paléontologie et du côté de la biologie moléculaire. Pourquoi ?

Un trait commun des théories du transformisme est, jusqu'ici, leur caractère simplificateur, comme si une explication unique pouvait rendre compte de phénomènes extrêmement complexes et variés, agissant à des vitesses et à des paliers différents.

On s'achemine vers une conception pluraliste de l'évolution organique, où se concevraient bien mieux à la fois des phénomènes très lents comme la spéciation phylétique et des phénomènes plus brutaux comme l'apparition de nouveaux plans de structure.

Depuis quelques années, nous vivons parmi les "commémorations DARWIN", ce que j'ai suivi avec une pointe de suspicion, dans la crainte d'en voir sortir quelque déification scientifique. Or me voici, comme on dit, récupéré dans le cheminement général : qu'attend-on que je dise ?

Au siècle des Encyclopédistes, il arrivait qu'on demande en société savante l'"avis de l'honnête homme". Sans doute est-ce là mon rôle : géologue stratigraphe, cartographe de terrain, paléontologue indifférencié je serai ici ce qu'un généraliste serait parmi les médecins.

Je me suis préparé de bonne foi et je vous demande de m'en savoir gré car j'ai rencontré bien des écueils, dont deux principaux; en premier lieu une littérature répétitive à la saturation où punctualistes et gradualistes s'opposent comme deux teams de football; en deuxième lieu des modèles mathématiques abscons, des protocoles de laboratoire en jargons inconnus, les uns et les autres pourvus de conclusions parcimonieuses.

J'ai aussi essayé de lire un peu DARWIN et, franchement, cela n'a pas passé. J'en retiens l'impression (ceci n'est pas un jugement) de textes amples, touffus où on trouve un peu de tout en dosages différents selon le chapitre ou l'année, même les "idées reçues" de son temps et de son milieu.

Ce que j'ai par contre, à ma surprise, perçu, c'est la méthode de travail dont DARWIN a du user et dont nous n'avons présentement pas idée. Ceci excuse cela.

On s'aperçoit, à lire DARWIN, que sa correspondance a du être énorme, des milliers et des milliers de lettres de lui ont du exister, de quoi susciter ambition, joie et ruine parmi des générations de collectionneurs d'autographes.

Aussi, l'éclectisme de DARWIN paraît inhabituel aujourd'hui : médecins, voyageurs, éleveurs, prêtres, missionnaires, navigateurs et tant et tant d'autres figuraient parmi ses correspondants réguliers, bien plus que ceux-là du monde scientifique ou académique. D'où une extraordinaire variété de ton, et de fiabilité; d'où aussi une résonance humaine inattendue dans un texte scientifique, d'où aussi des creux, l'homme qu'a vu l'homme qu'a vu l'ours.

Inévitable antithèse, je pensais à LYELL, dont chaque relecture me paraît évidente, droite et claire; LYELL qui n'a jamais écrit que ce dont il sait et sur ce qu'il a vu et qui, sans effet oratoire (il était cependant juriste), nous a porté vers la pensée géologique d'aujourd'hui.

Alors, tant qu'à faire, pourquoi ne pas glorifier LYELL ? Pourquoi pas WALLACE,

(*) R. U. G. Geologisch Instituut, Laboratorium voor Paleontologie, 271 Krijgslaan B-9000 Gent (België)

tellement plus concis que DARWIN et peut-être minimisé à cause de cela.

Il doit y avoir une raison : DARWIN s'est battu, et c'est en quoi il fut le plus lucide, contre un problème philosophique, il a disputé au Tout-Puissant son omniprésence dans l'interprétation de l'univers biologique. C'est par son insistance et non par sa rigueur qu'il a modifié la pensée scientifique de son temps.

Il est vrai que ce temps et cette société portaient aux oeuvres de longue haleine. Je viens de vérifier que celle d'Alexandre DUMAS compte 277 volumes, et parmi eux les Trois Mousquetaires nés 15 ans avant l'Origine des Espèces.

Le transformisme ne date pas de DARWIN. Lorsque GOETHE, en 1790, écrit à Mme DE HADER que le crâne est fait de vertèbres transformées, il avait à coup sûr en vue l'existence passée d'un archétype non transformé; sa thèse n'était pas justifiée mais passons.

Transformé par quoi ou plutôt par qui ? Qui fallait-il créditer de ces mystérieuses manipulations, quoi sinon la puissance divine ?

Après 1859, une désacralisation (je pense évidemment libération) était intervenue, bien que DARWIN se réfère plus d'une fois au Créateur. Il existait au moins une explication mécanique qui restituait le vivant au côté matériel des choses, ne serait-ce que partiellement. Des explications de DARWIN, l'une s'est maintenue en avant, celle de la sélection naturelle, à côté de bien d'autres : de la sélection sexuelle, de l'hérédité des caractères acquis, il est resté bien moins.

Deux considérations principales justifient, depuis lors, le principe de sélection naturelle.

1. Toute population croît potentiellement de façon logarithmique alors que l'espace et les ressources disponibles sont finis; il doit s'en suivre l'élimination des moins bien pourvus, les mieux doués transmettant leurs qualités à leurs descendants.
2. En effet, toute espèce présente une certaine variabilité des individus, ce qu'exploitent les éleveurs grâce à la sélection artificielle.

Rappelons qu'en 1859 la paléontologie en était encore au stade descriptif et qu'on ignorait tout du support et des mécanismes de l'hérédité, ni les chromosomes, ni les lois de MENDEL.

La chimie organique approchait du cycle du benzène et aucune réaction proprement biologique n'était connue.

On peut dès lors s'étonner que la révolution darwinienne ait été si vite acceptée, en dépit des remous que la petite histoire a retenus et de l'attitude carrée de quelques naturalistes éminents comme AGASSIZ qui, se sentant dépassés, ont paniqué et refusé jusqu'au bout de leur vie l'évidence. Sans doute cette révolution est-elle venue se greffer sur un courant philosophique préexistant, celui du matérialisme et du positivisme,

je ne puis certifier cela.

LYELL, dont nous parlions tout à l'heure fut d'abord réticent mais comprit très vite le sens des choses. Il semble qu'il ait jusque là conçu une sorte d'évolution à rebours, comme si toutes les espèces avaient été présentées au départ, se manifestant ou s'éteignant à des moments différents. Ce point de l'histoire des sciences reste à élucider.

Toujours est-il que par après la sélection naturelle poursuivra une existence autonome et pendant près d'un siècle ses fondements ne seront guère questionnés. Les acquis de la génétique, de la biologie des populations, de la biogéographie, de la paléontologie, puis de la biochimie apportaient tour à tour des arguments supplémentaires. Une fois défini le support matériel de l'hérédité, le chromosome, le gène, on apprenait aussi la cause des variations individuelles intraspécifiques, à savoir sur quoi porte le triage entre bien et mal pourvus.

(Nous avons du mal à nous figurer maintenant ce que recouvraient de vague et d'ignorant la "blended inheritance", le mélange des caractères, les traits du "sang", que celui-ci soit royal ou vulgaire).

On en arriva vers les années 1940-1950 à une doctrine extrêmement cohérente appelée Néo-Darwinisme ou Nouvelle Synthèse. Les variations intraspécifiques s'y trouvent parfaitement expliquées, à l'intervention de deux facteurs : m (taux de mutation d'un allèle particulier) et s (pression de sélection agissant sur le mutant). Toutes les situations possibles (dans ces limites) peuvent être simulées à l'aide d'un certain nombre de modèles allant de simple à compliqué.

Dix ou vingt ans plus tard, on craquait, comme on dit, le code génétique, expliquant plus clairement encore la relation (allèle-gène de structure-enzyme-chaîne protéinique-séquence de bases RNA-DNA).

Succès donc, des Néo-Darwiniens. Mais, attention, j'ai parlé à dessein de "doctrine" afin de sous-entendre le côté faible qui est de prétendre tout expliquer. Dans la perspective qui vient d'être dite, on a prétendu faire, sans toujours le dire, comme si la variabilité des populations conduisait ipso facto et sans plus à la différenciation des espèces et au transformisme le plus général. Cela est-il vrai ? Voilà de quoi on ne parle pas en bonne compagnie, question malséante, que le triomphalisme Néo-Darwinien a régulièrement éludée.

Cependant, des esprits chagrins n'étaient pas tout à fait contents; ils se disaient que ces taux de mutation et ces pressions de sélection faisaient de bien jolis duos mais tombaient un peu court dans les grandes symphonies.

Entre les années 1970 et 1980 vient l'affrontement public, à l'initiative de paléontologues tout d'abord, relayés ensuite du côté de la biologie générale et de la biologie moléculaire.

Qu'en est-il aujourd'hui ? Pouvons-nous, en toute humilité, nous figurer quelle eût été l'attitude de DARWIN face à cette

controverse ? Cette question n'est qu'une façon, parmi d'autres, de nous situer dans le courant historique des connaissances. En l'occurrence, DARWIN peut encore nous aider à mesurer l'écart entre deux sociétés à 120 ans de distance : la sienne où il rédigeait, à la main, une infinité de questions adressées à ses informateurs occasionnels pour ensuite méditer les réponses dans son jardin; la nôtre où un flux constant de documentation, l'informatique robotisée, une excessive mobilité nous débordent aux dépens des promenades horticoles et de leurs fruits de vrai savoir.

Les difficultés du Néo-Darwinisme apparaissent sur plusieurs fronts.

- 1) Contradictions internes comme le dilemme de HALDANE. La sélection peut agir contre l'espèce en cours de transformation et ainsi freiner le processus. Nous n'y reviendrons pas.
- 2) Contradictions de fait. La sélection des allèles mutants n'est pas aussi générale qu'on le postule, la plupart des populations en équilibre restant largement hétérozygotes. Les éliminations massives atteignent le plus souvent les stades larvaires et juvéniles, réduisant à peu de chose la sélection portant sur les phénotypes adultes. Nous n'y reviendrons pas non plus.
- 3) Difficultés conceptuelles du phénomène de spéciation, le surgissement de nouvelles espèces. C'est ce qu'on entend maintenant par macroévolution, opposée à la microévolution intraspécifique.
- 4) Stabilité de la plupart des espèces paléontologiques pendant de longues durées.
- 5) Extrême lenteur des spéciations phylétiques observées s'il en est, c'est-à-dire du passage graduel d'une espèce paléontologique à une autre.
- 6) Aspect généralement discontinu, spasmodique même des transformations paléontologiques.
- 7) Disparité flagrante entre l'extrême lenteur des substitutions d'allèles et la réalisation de structures biologiques complexes rapidement stabilisées.

Comme on le voit, les paléontologues sèment le doute. Commençons par le point 3.

On a proposé des modèles de spéciation assez différents, chacun étant expérimentalement mal vérifiable. Pour SEWALL WRIGHT peuvent exister des échanges génétiques entre de petites populations marginales (dèmes) et une grande population mère. G. G. SIMPSON visualise de petites populations qui sautent d'un pic d'adaptation à un autre à travers une région indifférenciée. Pour E. MAYR, le hasard isole deux populations dont le contenu génétique est légèrement différent et qui évolueront ultérieurement dans des milieux différents : c'est la spéciation allopatrique. Mentionnons à part dérive génétique ("genetic drift") due au hasard des petits échantillonnages et l'isolement possible d'un individu unique comme par exemple la colonisation d'une île par une seule femelle gravide ("founder principle").

Sans doute ces modèles sont-ils théoriquement possibles mais on ne les voit guère opérer dans la nature, sauf quant à la dérive génétique et l'isolement unique qui ne sont après tout que des phénomènes mineurs.

Voici dix mille ans que l'homme applique aux animaux domestiques des pressions de sélection exacerbées, d'un ordre de grandeur hors du commun dans la nature. Et pourtant, un chien reste un chien, qu'il soit grand ou petit; le sanglier et le porc s'appellent tous deux *Sus scrofa*. Contrairement à ce que croyait DARWIN, la sélection artificielle ne donne pas la clé de la spéciation ni du transformisme.

Parlons donc plutôt de la surprenante stabilité des espèces.

On connaît maintenant très bien les cheiroptères de l'Eocène de Messel, vers 48 M. A. Ce ne sont pas les espèces d'aujourd'hui mais déjà toutes les structures essentielles sont fixées, y compris le radar.

On connaît aussi très bien, grâce à l'ombre de la Baltique, les insectes et araignées de l'Oligocène inférieur, vers 38 M.A. Morphologiquement, ce sont presque les espèces actuelles; on sait par ailleurs que la spéciation des insectes se réduit parfois à une différence hormonale ou à une modification bénigne de l'appareil copulateur.

On sait aussi, par exemple, que la durée de vie d'une espèce de mollusque est en moyenne de quelque 10 M.A., que celle des genres et espèces de mammifères est respectivement de l'ordre de 8 M.A. et 2 M.A. Rappelons aussi l'ordre de grandeur des biozones les plus courtes, par définition celles des fossiles-guides : 3 M.A. chez les graptolithes, 1,5 M.A. chez les foraminifères planctoniques, 1 à 0,3 M.A. chez les nannofossiles, 800.000 ans chez les ammonites.

On connaît certes des exemples de transformation d'espèce à espèce, ce sont les chronoclines. Les durées de temps qui entrent en cause sont alors considérables. Chacun se rappelle l'étude de CARRUTHERS (vers 1900) sur *Zaphrentis* du Calcaire Carbonifère en Ecosse : les 4.000 pieds analysés couvrent quelque 12 à 14 M.A.

Ce que le paléontologue observe le plus souvent, ce sont des arrivées ou remplacements rapides et discontinus et d'ampleur variable, plutôt que le cheminement lent et continu qu'on a postulé. En outre, les caractères adaptatifs des nouvelles espèces ne sont pas toujours obvis. Il en va ainsi dans les spéciations des foraminifères planctoniques du Cénozoïque. Voyons les tableaux de distribution maintenant nombreux et fiables : des espèces apparaissent d'un coup et perdurent à côté des autres; dans ce milieu exceptionnellement homogène, tamponné, sur quoi opère la sélection ?

Rappelons pour mémoire les discontinuités en grand, les crises d'extinction et redéploiements que nous connaissons bien et de mieux en mieux certifiés, à différentes échelles.

Soulignons enfin qu'à l'origine des grands taxa on trouve toujours quelque structure qu'on pourrait dire transcendante, d'un

autre ordre que les précédentes, une invention fixée une fois pour toutes et qui perdure, parfaitement reconnaissable.

Ainsi, pour le paléontologue vertébriste tous les oiseaux se ressemblent; os et structures ont en commun des caractères parfaitement diagnostiques depuis *l'Archaeopteryx* (150 M.A.). Je prends pour vraisemblable le scénario suivant : le phénomène oiseau n'est arrivé qu'une seule fois et n'a subi par après que des variations mineures.

Parmi beaucoup d'autres thèmes possibles j'aimerais reprendre l'un de ceux qui, étant jeune, m'ont le plus intrigué : la bilatéralité et les conséquences de sa perte. Chez les métazoaires, la bilatéralité offre des avantages certains, surtout pour les formes libres : mouvement, orientation en dépendent. Or, certaines formes la perdent plus ou moins tôt au cours de l'ontogénèse.

Pectens, huîtres, anomoures tel le Bernard l'Hermite se modifient tard dans le développement et assez superficiellement. De même, les poissons plats restent des téléostéens à part entière.

Chez les cirripèdes (*Balanus*, *Lepas*) la larve se fixe plus précocement et les anomalies vont plus loin.

Chez les gastropodes, la torsion de la larve est précoce, rapide (2-3 minutes) et parfaitement coordonnée.

Venons-en aux maîtres incontestés de l'asymétrie, les échinodermes; par bonheur on en connaît assez bien l'histoire paléontologique grâce à l'existence d'un squelette interne fait de monocristaux de calcite.

L'anomalie est ici tellement précoce et drastique qu'elle apparaît dès la période embryonnaire avant le stade larvaire, où tout le côté droit a disparu. C'est à n'en pas douter une anomalie de développement précoce parfaitement codifiée, et sans doute codée par des gènes de régulation analogues chez tous les taxa. Cela s'est passé pour la première fois quelque part au Précambrien.

Je ne puis quant à moi imaginer quel a bien pu être dans cet accident le caractère adaptatif que la sélection naturelle a retenu.

Toujours est-il que, par après, l'évolution chercha les remèdes les plus baroques, les palliatifs les plus inattendus; pseudo-bilatéralité plus ou moins réussie des calcichordés ou hétérostèles ("les plats") du Cambrien, spiralisation des hélicoplacoides, symétrie pentaradiaire et spiralisation combinée des édiroastéroïdes, symétrie pentaradiaire des cystoïdes avec retour des formes libres à une pseudo-bilatéralité, symétrie pentaradiaire des oursins réguliers avec nombreux retours récurrents à la bilatéralité chez les oursins irréguliers. Une grave anomalie de départ a ainsi survécu de trente-six façons presque en dépit de la sélection; voici encore un scénario possible.

On reconnaîtra ici le thème des "hopeful monsters" (on pourrait traduire "monstres à succès") chers aux tenants de la macroévolution et dont GOLDSCHMIDT a défendu les thèses extrêmes. Ces soi-disant monstres ne sont bien sûr jusqu'à présent que des vues de l'esprit; on ignore totalement quels mécanismes auraient pu présider à leur fixation en dépit des contraintes extérieures.

Cette idée des "monstres à succès" n'a guère été prise au sérieux car ses tenants ont toujours omis d'expliquer comment un seul spécimen anormal ou un très petit nombre de ceux-ci peuvent jamais échapper à une sélection négative destructive.

Sans doute faut-il envisager des perspectives moins dramatiques, quoique voisines.

Or, on connaît à deux niveaux d'organisation, des phénomènes biologiques qui altèrent le développement ontogénétique et qui se prêtent à l'analyse et à l'expérimentation. Les uns se situent au niveau de la régulation du développement, les autres au niveau des réorganisations spontanées du génome.

L'embryologie a déjà une longue histoire mais on semble avoir un peu oublié (au bénéfice d'une biologie moléculaire triomphante) les noms de VON BAER (1828) METSCHNIKOFF (1874), NEEDHAM (1930) et chez nous la grande époque des DALCQ et PASTEELS (1930-1970). Tous ont questionné la régulation du développement, ses anomalies et malformations; tous ont souligné l'intervention de l'hétérochronie sous des modalités extrêmement variées, lesquelles mènent graduellement ou non à des altérations du phénotype et notamment aux processus de croissance allométrique qui sont monnaie courante en paléontologie.

De là à suspecter l'intervention de gènes de régulation au niveau du génome paraît presque évident. On se trouve ainsi reporté au problème central, resté le plus obscur, de toute la biologie : comment la croissance d'un métazoaire est-elle programmée, qu'est-ce qui cause la différenciation des tissus, comment une cellule connaît-elle sa place dans l'organisme, où tout cela est-il inscrit ?

Les modifications observées sont-elles en bonne partie autonomes, en quoi le milieu intervient-il ?

On ne peut guère aller plus loin pour l'instant, dans un exposé général, car ni la génétique ni la biologie moléculaire n'ont encore réellement attaqué le problème, lequel est d'une autre nature que la génétique mendélienne, d'une autre complexité que l'action des gènes de structure codant la constitution des protéines.

On décèle toutefois en biologie moléculaire un semblant d'approche, à savoir l'existence récemment reconnue de modifications du génome de nature non-mendélienne et pourrait-on dire moléculairement autonomes. L'appellation "molecular drive" n'est pas bien satisfaisante; on pourrait, faute

de mieux la traduire par "entraînement moléculaire".

Il s'agit notamment de transpositions et multiplications spontanées de portions du génôme à l'intérieur de celui-ci, soit sur le même chromosome, soit de l'un à l'autre. On les connaît au sein des séquences répétitives de DNA, lesquelles ne sont apparemment pas "traduites" dans la synthèse ribosomique mais pourraient bien progressivement altérer le phénotype et préparer l'hétérochronie du développement.

Il ne m'appartient pas de toucher de plus près à un domaine que je ne connais que de seconde main, au travers d'articles difficilement accessibles au non-averti. Je note cependant parmi les tendances actuelles de la biologie moléculaire le souci d'expliquer à nouveau l'organisme comme un tout et non comme un sac de protéines.

En résumé, ni la prééminence de la sélection naturelle ni, dans leurs limites, les prévisions du Néo-Darwinisme ne sont à délaissier mais elles sont insuffisantes à éclairer toutes les stratégies de l'évolution.

Pourquoi vouloir prêter à DARWIN une orthodoxie qu'il n'avait pas ? Pourquoi confondre volontairement sa pensée, si ample, si interrogative avec un Néo-Darwinisme étroit, trop strict à mon goût ? Pourquoi ne pas accepter le mystère comme il vient maintenant comme autrefois il est le bienvenu.

En style lapidaire, dans l'équation [évolution = f (mutation, sélection)], on admet très volontiers que la sélection est orientée, dirigée et on ajoute - à l'exclusion de la mutation. Cette deuxième assertion est sans doute de trop, préconçue avec une fausse rigueur.

Laissez-moi insérer ici la traduction de trois phrases d'un continuateur et admirateur inconditionnel de DARWIN : Sir GAVIN DE BEER (Embryos and ancestors, 1940) :

- Les modifications de l'ontogénèse (en milieu constant) sont dues à des facteurs internes.
- La modification des facteurs internes peut causer l'hétérochronie des ontogénèses successives.
- La phylogénèse est donc une suite d'ontogénèses modifiées.

Mon sentiment est que DARWIN a pressenti cela aussi, sans que les connaissances ni le langage de son temps ne lui aient permis de le justifier en quoi que ce soit. Nous voilà un peu plus loin aujourd'hui mais guère plus, d'où les querelles d'école dont nous sommes témoins.

BIBLIOGRAPHIE.

- BLANC, M. (1982) - Les théories de l'évolution aujourd'hui. *La Recherche*, vol. 13, n°129, 26-40.
- BIOSCIENCE, (June 1982)- Evolution, 100 years after DARWIN, vol. 32, n°6.
- DAWKINS, R. (1976) - The selfish gene. *Oxford Univ. Press*.
- DE BEER, G. R. (1940) - Embryos and ancestors. *Oxford Clarendon Press*.
- DOVER, G. A. and FLAVEL, R. B. (ed. 1982) - Genome evolution. *Systematics Assoc. Spec.* Vol. 20, *Academic Press*.
- KÉKULÉ, A. (1859 et après) - Lehrbuch der organischen Chemie Erlangen.
- EVOLUTION (may 1982) - Macroevolution, pattern and process. vol. 36, n° 3.
- JEPSEN, G., SIMPSON, G. G. and MAYR, E. (1949) - Genetics, paleontology and evolution. *Princeton Univ. Press*.
- LEWIN, R. (1982) - Molecular drive : how real, how important ? *Science*, 218, 552-553.
- MAYR, E. (1970) - Populations species and evolution. *Belknap Press, Harvard Univ.*
- PATTERSON, C. (1978) - Evolution. *British Museum, Nat. History*.
- SCIENTIFIC AMERICAN (1978) - Evolution, vol. 239, n°3, 39-169.
- SIMPSON, G. G. (1944) - Tempo and mode in evolution. *Columbia Univ. Press, New-York*.
- SIMPSON, G. G. (1965) - The geography of evolution. *Chilton Books, Philad., New York*.
- STANLEY, S. M. (1979) - Macroevolution. *Freeman and Co, San Francisco*.
- VON BAER, K. E. (1828) - Ueber Entwicklungs-geschichte der Thiere. Beobachtung und Reflexion. Königsberg.

Communication présentée au cours de la séance du 24 novembre 1982.

Ciments d'Obourg s.a.

Ciments Portland à la pouzzolane PPz30

Ciments Portland P 40, P 50.

Ciments de haut fourneau HL 30, HK 40.

Concassés calcaires secs et lavés de tous calibres.

Sables spéciaux pour constructions.

Sables de concassage et fillers pour routes.

Mélanges spéciaux pour fondations de routes (graves laitier
(graves chlorure

Chaux hydraulique artificielle.

Administration centrale et direction générale

7048 OBOURG