

L'idée que, dans certains types d'univers, tout est présent plusieurs fois entraîne qu'en un certain sens chacun de nous est éternel : lorsque vous mourrez ici sur Terre, un autre vous-même, ailleurs, vit les choses légèrement différemment et reste vivant. C'est le thème d'un livre étrange de Frank Tipler, *The Physics of Immortality*, paru l'année dernière aux éditions Doubleday et dont les spéculations sauvages ont provoqué des commentaires outragés de nombreux de ses collègues.

PROBLÈMES SUR LES NOMBRES-UNIVERS

Les nombres-univers sont des objets fascinants, puisqu'ils contiennent, par définition, toutes les combinaisons possibles de chiffres et donc, sous forme numérique, tous les livres, tous les films, toutes les vies, etc. On peut cependant assez aisément démontrer des propriétés simples de ces nombres. En voici quelques-unes sous forme de petits problèmes.

Problème 1. Est-il vrai que, dans un nombre-univers, chaque séquence est présente non seulement une fois (comme la définition le demande), mais une infinité de fois ?

Réponse. Oui. Considérons une séquence c . Chacune des séquences $c0$ (c suivie de '0'), $c10$ (c suivie de '1' et de '0'), $c110$, $c1110$, etc., est présente au moins une fois, et donc la séquence c est présente une infinité de fois.

Problème 2. Est-il vrai qu'en modifiant un nombre fini de chiffres d'un nombre-univers, il le reste ?

Réponse. Oui. Soit c une séquence finie de chiffres, elle est présente une infinité de fois (problème précédent), donc en modifiant un nombre fini de chiffres du nombre-univers s , on ne touche qu'un nombre fini d'exemplaires de la séquence c , qui est donc présente (une infinité de fois) dans le nombre modifié.

Problème 3. La somme de deux nombres-univers est-elle toujours un nombre-univers ?

Réponse. Non. Soit c un nombre-univers, soit le nombre c' obtenu en «complémentant c », c'est-à-dire en prenant pour décimale numéro i le complémentaire à 9 de la décimale numéro i (le complémentaire de 0 est 9, le complémentaire de 1 est 8, etc.). Le nombre $c + c'$ possède la suite de décimales 0,99999999... et n'est donc pas un nombre-univers. Je ne connais pas la réponse à la même question pour le produit : un lecteur saura-t-il y répondre ?

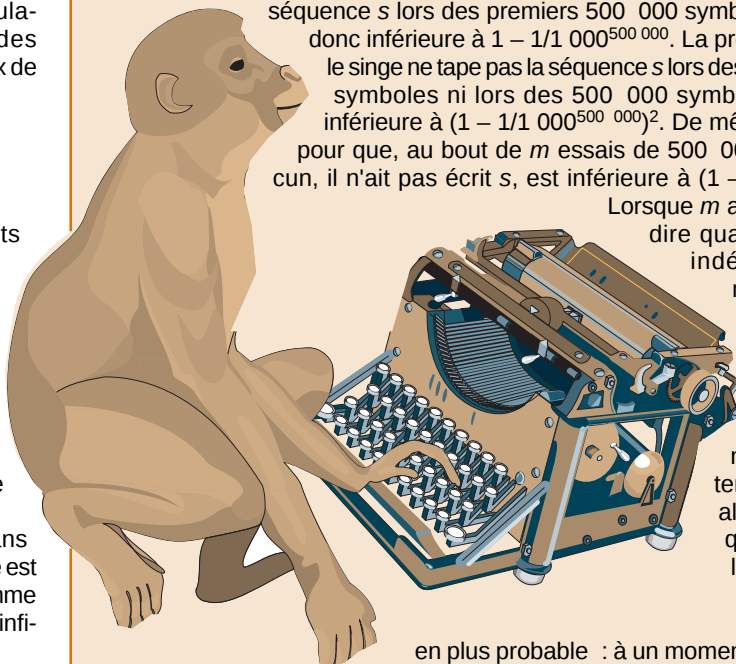
Problème 4. Le mélange par interpénétration de deux nombres-univers (un

6. Le singe qui tape au hasard

Supposons qu'à chaque fois que le singe tape sur une touche de sa machine, la probabilité pour qu'il tape un 'a' soit supérieure à $1/1\,000$. De même pour le 'b', etc. Donnons-nous une séquence s de 500 000 symboles (un texte de Shakespeare, par exemple). Alors la probabilité pour que le singe tape, dès son premier essai, la séquence s est supérieure à $1/1\,000^{500\,000}$, ce qui est très faible, mais non nul. La probabilité pour que le singe ne tape pas la séquence s lors des premiers 500 000 symboles qu'il écrit est donc inférieure à $1 - 1/1\,000^{500\,000}$. La probabilité pour que le singe ne tape pas la séquence s lors des premiers 500 000 symboles ni lors des 500 000 symboles suivants est inférieure à $(1 - 1/1\,000^{500\,000})^2$. De même, la probabilité pour que, au bout de m essais de 500 000 symboles chacun, il n'ait pas écrit s , est inférieure à $(1 - 1/1\,000^{500\,000})^m$.

Lorsque m augmente, c'est-à-dire quand le singe tape indéfiniment sur sa machine, la probabilité de ne pas voir apparaître s tend vers 0 (on utilise le fait que, si r est un nombre positif strictement inférieur à 1, alors r^m tend vers 0 quand m tend vers l'infini). Autrement dit, voir apparaître s devient de plus

en plus probable : à un moment ou à un autre, le singe écrit le texte de Shakespeare.



bout du premier, un bout du second, un bout du premier, etc.) en est-il toujours un ?

Réponse. Non. Si on mélange deux fois le même nombre-univers par bouts de longueur 1 (un chiffre du premier, un chiffre du second, etc.), on n'a plus que des chiffres doublés 115544..., ce qui ne peut pas être un nombre-univers, puisque 123, par exemple, ne sera pas présent.

Problème 5. Existe-t-il toujours une façon de faire le mélange par interpénétration de deux nombres-univers de façon à obtenir un nombre-univers ?

Réponse. Oui. Soit S et S' deux nombres-univers. On fait la liste de toutes les séquences finies $c_1, c_2, \dots, c_N, \dots$. On construit un nouveau nombre-univers S'' de la façon suivante. On prend un bout de S assez long pour que c_1 y soit présent (c'est possible, car S , par définition, contient une infinité de fois c_1), on prend un bout de S' assez long pour que c_2 soit dedans (c'est possible), on prend un bout de ce qui reste de S assez long pour que c_3 soit dedans, etc. Par construction, S'' est un nombre-univers.

Problème 6. Dans un nombre-univers, la probabilité de tomber sur un '1' peut-elle être nulle à l'infini ?

Réponse. Oui. Le nombre-univers transcendant évoqué plus haut 0,1020030000004... donne la réponse : la probabilité de tomber sur un '1' (ou un '2', etc.) est nulle à l'infini, car les zéros sont de plus en plus nombreux.

Jean-Paul DELAHAYE est professeur d'informatique à l'Université des sciences et techniques de Lille et chercheur au Laboratoire d'informatique fondamentale de Lille du CNRS.

Jorge Luis BORGES, *Fictions*, éditions Gallimard, Paris, 1951.

Franck J. TIPLER, *The Omega Point as Eschaton : Answers to Pannenberg's Questions for Scientifics*, Zygon, vol. 24, n° 2, pp. 217-253, 1989.

David GALE, *Popular Mathematics*, in *Math. Intel.*, vol 14, n° 3, pp. 62-64, 1992 (pour une preuve de ce qui est affirmé sur 2').

John D. BARROW et Franck J. TIPLER, *Is the Universe Big Enough to Contain all Possibilities?*, R.R. 1993.

Jean-Paul DELAHAYE, *Cinq classes d'idées, chapitre 3 de Information, complexité et hasard*, éditions Hermès, Paris, 1994.

Franck J. TIPLER, *The Physics of Immortality*, Doubleday, 1994.

Mère punaise

Texte et photographies : Bernard Chaubet

Hormis chez les espèces sociales (fourmis, abeilles, termites...), les comportements parentaux sont assez rares dans le monde des insectes. Le plus souvent, la descendance est laissée sans soins particuliers. Certains papillons, par exemple, pondent en vol, sans se soucier de l'environnement où évoluera leur progéniture. Une fois éclos, la chenille doit trouver elle-même sa provende.

Parfois les œufs sont déposés dans un abri naturel ou créé pour la circonstance ; ce comportement dénote une stratégie élémentaire de protection.

La punaise *Elasmotherus interstinctus* va plus loin dans les soins maternels puisque, une fois la ponte déposée, elle monte une garde assidue, couvrant de son corps sa progé-

ture avant et après l'éclosion. Tel un bouclier vivant, elle s'incline en direction du danger.

Après l'éclosion des jeunes punaises, si celles-ci se déplacent, la mère suit le mouvement. Parasol mobile, elle surplombe ses petits rassemblés sous son couvert. Enfin, après la première mue larvaire, la femelle abandonne sa descendance. Les petites punaises conserveront quelque temps encore leur instinct grégaire, puis chacun et chacune vivra sa vie.

Elasmotherus interstinctus vit sur le bouleau, où elle n'est pas rare. Elle se nourrit de feuilles en absorbant le contenu cellulaire au moyen de son stylet. On observe les couvains dès le début du mois de juin.





Protection de la nature

À la découverte des réserves naturelles de France

Françoise Mosse. Éditions Nathan, RNF, 1996.

Ce magnifique ouvrage, réalisé avec l'aide du ministère de l'Environnement, ne constitue pas seulement une présentation de l'état du patrimoine naturel préservé dans notre pays au sein des réserves naturelles ; il apporte un éclairage précis et précieux sur cette notion elle-même, qui n'est pas clairement perçue par la plupart de nos contemporains ni même, paradoxalement, par quelques-uns des plus ardents défenseurs de la nature.

Pour certains d'entre ces derniers, créer des espaces protégés impliquerait le droit de saccager les milieux partout ailleurs et d'y anéantir les espèces vivantes jugées sans utilité économique : les réserves seraient ainsi des îlots de «nature en bocal» au sein d'un désert biologique dévasté par l'urbanisation et par l'agriculture intensive. Plutôt que de sauver à tout prix des espèces ou des écosystèmes singuliers par leur originalité ou menacés d'extinction, il importerait donc avant tout de préserver les formations végétales (forêts, prairies...)

constituant la «nature ordinaire». Cette préoccupation est légitime, d'autant que la «nature ordinaire» peut, en quelques décennies, devenir «extraordinaire» : la lande armoricaine, autrefois banale, se réduit comme peau de chagrin, de même que les formations dunaires de notre littoral ; hors des camps militaires, au sort incertain compte tenu de la prochaine réforme de nos armées, il ne subsiste, en Champagne crayeuse, que de minuscules témoins des savants xériques et de l'immense pinède à flore montagnarde qui ont successivement couvert toute cette région jusqu'aux années 1950... C'est d'ailleurs à cette préoccupation que répond, au moins pour partie, la directive européenne «Habitats» du 21 mai 1992, dont la première phase d'application, en cours de discussions ardues, est le recensement des «sites Natura 2000». Il faut être enfin conscient que des milieux ne peuvent être «réservés» (en principe, «préservés») en étant écologiquement isolés des divers écosystèmes de «nature ordinaire» qui les entourent (notamment ceux du même bassin versant), et dont ils sont nécessairement solidaires.

Le mot même de «réserve» est souvent mal compris. Certains imaginent qu'il s'agirait de territoires réservés aux études et aux expériences des chercheurs. L'ouvrage de Françoise Mosse fait justice de cette opinion : l'objectif premier des réserves naturelles n'est pas la recherche scientifique, même si les espèces ou les milieux souvent très originaux réfugiés en leur sein méritent études (ne serait-ce qu'en vue de leur conservation). D'autres ne conçoivent les réserves qu'«intégales», c'est-à-dire qu'en leur sein la pré-

sence de l'homme devrait être à jamais exclue. Si la conservation de certains sites, notamment forestiers, est compatible avec l'interdiction absolue de toute intervention humaine, il est vite apparu, au moins sur notre territoire métropolitain, que, pour les milieux soumis de très longue date aux actions anthropiques (ils sont qualifiés de semi-naturels), l'arrêt de ces interventions (fauche des prairies, pacage extensif des pelouses sèches ou des landes...) aboutit très vite à l'appauvrissement de leur flore et de leur faune. Dans la grande majorité des sites, la préservation de la biodiversité, objet essentiel de la création de réserves, repose donc sur une gestion raisonnée, en fonction de l'écologie des espèces et des écosystèmes à préserver, fondée principalement sur le maintien (ou la reprise) des activités humaines traditionnelles. Dans la *Lettre des réserves naturelles* (n° 38, 1996), le récent article de Jacques Lecomte, éminent spécialiste de ces problèmes, apporte à ce sujet (et sur les autres points évoqués ci-après) d'utiles éléments de réflexion.

Les méthodes de conservation des milieux semi-naturels, fondées sur le «génie écologique», restent encore largement empiriques : le comité de gestion attaché à chaque réserve digne de ce nom propose leur mise en œuvre, examine leurs résultats et doit les modifier en cas de nécessité. Les gestionnaires sont toutefois certains que, si chaque écosystème requiert des méthodes spécifiques de conservation, celles-ci ne sont pas uniformément applicables à la totalité des milieux de même type dans des réserves géographiquement éloignées.

Pratiquée par une dizaine d'organismes, dont la part respective d'activité est précisée dans l'ouvrage, cette gestion entraîne des frais importants, alors même qu'elle s'appuie sur un nombre considérable de bénévoles. Il faut souligner que la préservation d'un milieu en équilibre, même précaire, comme une pelouse héliophile entretenue par le pacage extensif, est d'un coût infiniment plus faible que la restauration (aléatoire) d'une telle pelouse envahie depuis des années par des buissons à la suite de la déprise agricole. Dans tous les cas, l'action préventive est à la fois plus efficace et plus économique : le retard apporté à la création de certaines réserves représente donc non seulement un risque de banalisation à brève échéance pour nombre de milieux fragiles, mais encore la perspective de frais élevés pour tenter de leur rendre leur richesse.

Rappelons enfin que, même si la création de la plupart des réserves repose sur le souci de conserver prioritairement soit une faune menacée, soit une flore



Le lac Luitel (Isère) et sa tourbière flottante, enchâssés dans la forêt montagnarde. La première réserve créée en France, en 1961.

relictuelle, soit même un gisement géologique d'intérêt national, les interactions entre les diverses composantes des écosystèmes en cause sont telles que leur préservation, donc leur gestion, ne doit pas privilégier l'une par rapport aux autres.

Les réserves sont-elles des sanctuaires interdits au public ? Ici encore, tout dépend de la nature et de la fragilité des milieux en cause ; dans quelques cas, toute pénétration humaine constitue un danger et doit se limiter aux quelques personnes habilitées, respectant les plus grandes précautions. En revanche, le plus souvent, l'accueil du public reste possible dans des conditions contrôlées. Si cet accueil ne constitue nullement l'objectif principal des réserves naturelles, beaucoup d'entre elles jouent un rôle pédagogique apprécié, qui vise à pallier les lacunes actuelles de la culture naturaliste et écologique quelque peu négligée dans notre enseignement. Elles sont équipées pour recevoir, sans danger pour les milieux parcourus, des visiteurs attirés par la beauté ou par la singularité de leurs paysages ou par la diversité des plantes et des animaux vivant au sein de ces milieux préservés. Ces visiteurs, dont le nombre dépasse à ce jour quatre millions, sont le plus souvent encadrés par des guides compétents qui les amènent à «une meilleure connaissance de la nature et de son fonctionnement» et leur font comprendre la nécessité comme les méthodes de la préservation de la biodiversité.

L'ouvrage de F. Mosse est nécessairement limité aux réserves naturelles françaises créées par arrêtés ministériels, celles dont la réglementation a été examinée et validée par les instances officielles accréditées (dont le Conseil national de protection de la nature). Il donne toutefois des informations sur les autres types d'espaces protégés, à la réglementation et aux procédures de création variables : parcs nationaux, territoires acquis par le Conservatoire du littoral, réserves privées, notamment propriétés d'associations de protection de la nature, réserves domaniales de l'Office national des forêts, réserves volontaires, arrêtés de biotopes... Par ailleurs, l'introduction fait le point sur la nécessité d'une méthodologie pour la connaissance et l'évaluation du patrimoine naturel de notre pays et sur les textes nationaux et internationaux (arrêtés ministériels, directives européennes, labels internationaux...) qui ont en vue la protection légale des espèces et de leurs biotopes.

Le cœur de l'ouvrage présente les réserves naturelles selon 12 grands ensembles géographiques pour la métropole, un treizième concernant l'outre-mer. Ces chapitres sont précédés d'un com-

mentaire biogéographique et écologique, illustré par de superbes photographies et d'une carte régionale de situation des réserves. Celles-ci sont l'objet de monographies précises, chacune appuyée sur deux photographies (généralement un paysage caractéristique et une espèce représentative), pour la plupart splendides et en même temps d'une parfaite valeur démonstrative. Outre une description détaillée des milieux significatifs, des particularités de la flore, de la faune, éventuellement de la géologie, on trouvera toutes précisions sur la localisation de la réserve (avec une carte à grande échelle des principaux groupements végétaux), sa date de création, les organismes gestionnaires, les conditions d'accès et d'accueil, les autres mesures de protection, notamment européennes, concernant ce territoire, sa géologie et sa géomorphologie, le recensement des milieux et des espèces de faune et de flore protégées ou rares...

En dépit du nombre annoncé de «126 itinéraires», l'analyse porte en fait sur 122 sites, la plus récente création prise en compte étant celle de la réserve des landes de Versigny, dans l'Aisne (10 mai 1995). La différence tient au fait que deux réserves ont été jugées (avec raison) trop fragiles, les informations données à leur sujet risquant d'entraîner des risques de dégradation ; deux autres ont vu le jour entre la rédaction et la parution de l'ouvrage : rappelons que le processus n'est heureusement pas interrompu, même si la création d'une réserve naturelle est un parcours long et semé d'obstacles ; une dizaine de sites nouveaux sont en cours de classement, d'autres, également de grande valeur patrimoniale, sont en attente... Les réserves citées couvrent tout de même 140 000 hectares ; si elles renferment 80 pour cent des espèces protégées de la faune française, ce nombre tombe à 40 pour cent pour la flore... On ne peut même pas invoquer ici le banal cliché du verre à moitié plein !

Ce remarquable ouvrage suscite cependant quelques regrets : il est dommage que l'auteur n'ait pas pu se concerter avec Michel Baffray et Philippe Danton, dont l'ouvrage sur les plantes protégées en France a été publié chez le même éditeur et est antérieur de plusieurs mois. Il en résulte que la liste des espèces végétales protégées relative à chaque réserve est en partie erronée, puisqu'elle ne tient pas compte de l'arrêté ministériel du 31 août 1995 modifiant celui du 20 janvier 1982.

Quelques affirmations méritent rectification : ainsi le rôle estimé favorable de l'incendie dans la conservation de la lande de Versigny (alors que l'effet néfaste du feu a été dénoncé dans plusieurs publi-

cations concernant ce même site)... Mais, de par la nature même de son contenu, ce très beau livre, presque un ouvrage d'art, ne pourra manquer d'avoir d'autres éditions. Souhaitons-les prochaines, puisqu'elles seraient le signe de la création d'un nombre important de nouvelles réserves naturelles.

Marcel BOURNÉRIAS

Chimie

The Same and not the Same

Roald Hoffmann. Columbia University Press, 1995.

La chimie a besoin de défenseurs passionnés, car bien qu'indispensable, elle reste dans l'ombre. Paradoxalement elle est si présente qu'elle passe inaperçue et qu'elle est sous-estimée. Que serions-nous pourtant sans essence, sans médicaments, sans fibres et sans engrais, fruits de la chimie ? D'autre part, l'invention a ses risques, dont Dédale a souffert ; une certaine presse laisse croire que l'actualité chimique se réduit à des accidents. Enfin on pourrait regretter que la discipline qui s'intéresse à la matière, bien concrète, se fonde sur des abstractions : les explications chimiques emploient les concepts d'entropie, d'énergie, d'atomes ou d'électrons.

Peu de chimistes ont les capacités, ou la volonté, de combler ce fossé entre l'abstraction et le quotidien. Pourtant, comprendre le monde matériel en termes d'atomes ajoute à la richesse et au délice de notre compréhension du monde. Roald Hoffmann, professeur à l'Université Cornell et prix Nobel de chimie, est un défenseur passionné de sa discipline. Le titre de son livre, *Le même et pas le même*, reconnaît les tensions dialectiques de la discipline. Non seulement il montre comment la maîtrise du monde suscite des risques inévitables, mais il dégage d'autres oppositions de la chimie : le statique et le dynamique, la création et la découverte, le naturel et l'artificiel, le connu et l'inexpliqué, montrant comment ces termes opposés sont souvent si mêlés qu'ils en deviennent indiscernables.

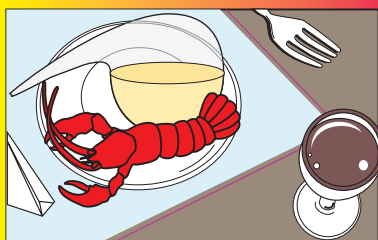
R. Hoffmann révèle, par exemple, une des grandes idées de la chimie : la chimie est dynamique même quand elle considère des équilibres : même quand rien ne semble se passer, les réactions sont incessantes au niveau moléculaire, les produits de réaction se formant exactement aussi vite qu'ils se décomposent. Cet équilibre

FRANCE INFO et POUR LA SCIENCE

vous invitent
à écouter la chronique
de Marie-Odile Monchicourt :

Info Sciences

Tous les jours
sur **France Info**
à 11 heures 44,
16 heures 21,
18 heures 14,
20 heures 12,
22 heures 21
et 0 heure 51



Les prochains
résultats présentés
dans la rubrique
Science et Gastronomie
seront annoncés sur
France Info
le 30 juillet 1996.

FRANCE

info

dynamique, sous la surface de l'ostensiblement statique, provoque un réseau subtil de réactions qui forment la vie.

Poète et prix Nobel, R. Hoffmann connaît bien la différence entre la pratique de la chimie – et de la science en général –, où intervient la découverte, et la pratique des arts, qui est principalement création. Pourtant il remarque que les progrès de la chimie dépendent également d'une pensée créative et que les arts, d'autre part, trouvent une grande partie de leur force dans la révélation de ce qui était caché.

Dans sa discussion du naturel et de l'artificiel, R. Hoffmann indique combien il est ambigu de chercher une distinction entre les produits recueillis dans la nature et leurs contreparties synthétiques (souvent calomniées). Un des principaux rôles de la chimie est l'identification des propriétés pharmaceutiques des composés dispersés dans le monde naturel et la recherche de méthodes pour produire ces composés actifs en quantité suffisante pour soigner les peuples. À ce stade, je comprends mal R. Hoffmann quand il mentionne que la révélation et l'accaparement sont une des oppositions essentielles de la chimie. Évoque-t-il l'art de la publication scientifique, où l'objectif est de montrer ? Il dit que les processus éditoriaux actuels cachent les faux pas et les sauts intuitifs qui font progresser la science, et il mentionne que les articles scientifiques masquent une tension, et que la révélation de cette tension est «une reconnaissance de la profonde humanité de l'acte créatif en science».

Bien qu'il y ait beaucoup plus dans le livre que ce que j'en ai dit ici, je crains qu'il y en ait bien moins. En tant que chimiste, j'apprécie l'amour de R. Hoffmann pour la science, qui lui a fait faire tant de belles découvertes, mais je peine souvent à le lire : à vouloir être «humaniste», R. Hoffmann nous assène trop de prose tourmentée, telle que «les minerais naturels, l'utilisation artificielle des hauts fourneaux et les techniques de métallurgie sont utilisés par l'homme naturel dans l'acte artificiel de la sculpture pour manipuler des éléments les plus naturels...» En d'autres endroits, l'auteur emploie des termes techniques sans les expliquer : «adsorbés», «élué», «dichlorométhane», «fraction», «chromatographie en phase gazeuse», employés au début du livre, feront décrocher les lecteurs non chimistes.

Le livre est composé de nombreux petits chapitres, ou mini-essais. Bien que nombre d'entre eux puissent être considérés comme des vignettes provocantes quand ils sont isolés, leur succession ininterrompue donne l'impression de banalité. Mais peut-être faut-il butiner et non avaler l'ensemble d'un coup.

Enfin un mot d'avertissement pour les tous les adeptes de R. Hoffmann : le titre de son livre est bien choisi, car 18 des 51 chapitres ont déjà été publiés, puis présentés sous la forme de cours en 1990.

R. Hoffmann aime sans doute écrire. Mais au total, son livre plaira plutôt à ceux qui aiment savoir comment les scientifiques pensent et à ceux qui aiment recueillir des preuves de la non existence de la dichotomie de la culture.

Peter ATKINS

Biologie

Les créationnistes

Jacques Arnould. Éditions du Cerf, 1996.

Ce petit ouvrage livre les réflexions d'un religieux sur les réponses que l'Église peut et doit apporter aux créationnistes. Ce mouvement fondamentaliste est né dans le creuset de l'Amérique puritaine et calviniste de la seconde moitié du XIX^e siècle, en réaction, dit-on, à la parution de *L'origine des espèces*, de Charles Darwin (1859), mais plus généralement à toute idée transformiste. Depuis, il tente d'opposer à «la descendance avec modification par la sélection naturelle» une théologie prétendue tout aussi naturelle, et s'en tient à une lecture littérale de la Genèse.

Il appartient donc à toute une vague d'anti-évolutionnisme qui s'est manifestée alors – le Ku Klux Klan (1866) n'en est pas le moindre épigone – et qui reste tout aussi houleuse 150 ans après Darwin. Depuis la fondation de leur mouvement et, entre autres, au travers de divers procès dont le plus célèbre est le procès du Singe (1925), les créationnistes humilient régulièrement et tout à fait officiellement la communauté scientifique tout entière. Ils ont même réussi à trouver un avocat en Ronald Reagan, lorsqu'il était président des États-Unis, et à quasiment exclure de l'enseignement secondaire de ce pays toute référence au darwinisme. Dernier épisode, ils tentent d'établir des bases scientifiques à leurs propositions théologiques, sans résultat il est vrai, mais cela ne semble pas les porter à infléchir leur réflexion.

Après avoir rendu compte de l'histoire du créationnisme et de ses démêlés avec la société laïque aux États-Unis, l'auteur tente d'apporter quelques suggestions, afin surtout, et c'est ce qui lui importe le plus, que ne soit pas rompu le dialogue

entre, d'une part, les créationnistes, qu'il considère comme des égarés et, d'autre part, les Églises, en particulier leurs théologiens. C'est donc avant tout un ouvrage qui s'adresse aux croyants troublés par les démêlés judiciaires et l'impact médiatique certain qu'ont réussi à susciter les créationnistes outre-Atlantique. Reconnaissons que, jusqu'ici, le créationnisme a trouvé peu d'échos dans le pays de Descartes, mais il n'est pas inintéressant que l'on se penche chez nous sur ces mouvements de pensée : la culture américaine a la volonté et les moyens techniques et économiques de pénétrer la nôtre. Tôt ou tard, la même vague fondamentaliste a toutes chances de nous affecter, sous sa forme originelle ou en ersatz.

Si la partie historique de ce petit livre pose bien les données du problème, on s'aperçoit ensuite que les réponses apportées par l'auteur sont du ressort de recettes bien classiques. En effet, qu'il vienne ou non de scientifiques, de croyants ou d'agnostiques, on nous a déjà servi ce refrain qui consiste à ressasser qu'il convient de diviser le champ de la réflexion des hommes en deux niveaux étanches : la science doit s'occuper du comment, la théologie du pourquoi. Notre histoire naturelle serait-elle

un fardeau si lourd à porter que nous adoptions une stratégie qui nous condamnerait de fait à éluder ces deux questions existentielles : l'homme est-il vraiment différent des autres êtres vivants ? Dieu le créa-t-il à son image ou fut-ce l'inverse ?

Nous voici cependant rassurés sur deux points : les évolutionnistes darwiniens n'ont plus à craindre un procès galiléen ; mieux, les croyants qui nient la réalité de l'évolution biologique sont considérés par l'Église comme de dangereux trublions, et l'auteur n'apprécie guère, et on le comprend, l'intrusion créationniste dans la politique et l'enseignement, servie par des médias plutôt complaisants. Il n'en demeure pas moins que, comme les scientifiques, il semble que les théologiens n'arrivent pas à contrer, de façon qu'il perde tout crédit auprès du public, un mouvement de pensée dont le sectarisme est la qualité première. Peut-être les uns et les autres sommes-nous trop ambitieux en souhaitant éradiquer cette dérive des esprits : il n'y aura jamais de bataille définitive à mener qui réussisse à jeter à bas l'adversaire. Nous devons conduire de multiples combats, en toutes occasions refuser ses assertions et, par là, le priver de tout droit de cité.

Jean-Louis HARTENBERGER

RÉFÉRENCES DES ILLUSTRATIONS

Couverture : Robert Rodriguez. Pp. 7 et 8 : doc. Pp. 10 à 12 : Georges Bram. PLS. P. 13 : C.M. Hladik. P. 14 : Équipe Astriane, télescope du Pic du Midi. P. 15 : Rodger Doyle. P. 16 (en bas) : Isabel Loyola. Pp. 16 (en haut) et 17 : doc. PLS. P. 20 : Jacana. P. 21 : M. Troncy/HOAQUI. P. 22 (à gauche) : doc. PLS. P. 22 (à droite) : Wolf Dietrich Nieweier, Scientific American. P. 24 : Della Giustina. P. 25 (en bas) : Catherine Perrin. P. 25 (en haut) : INED. P. 26 : S. Duffaud. P. 27 : doc. PLS. P. 28 (dessins) : Jan Adkins. P. 28 (électronique) : Analog Devices. P. 28 (au milieu) : TRW Vehicle Safety Systems. P. 33 : Jean-Marc Loubat/Vandystadt. Pp. 34 (en bas) et 35 (en haut) : M. Khanoussi. P. 35 (en bas) : F. Lontcho. P. 36 : Harold Edgerton/Science Photo Library (Cosmos). P. 37 : Vania Fine/Vandystadt. P. 38 (en bas) : Gray Mortimore/Vandystadt. P. 41 : Richard Martin/Vandystadt. P. 42 (en haut) : Pascal Rondeau, Allsport. P. 42 (en bas) : Laurie Grace. P. 43 : Ken Regan, Camera 5. P. 44 (à gauche) : Laurie Grace. Pp. 44 (à droite) à 47 : Ken Regan, Camera 5. P. 48 : Laurie Grace. P. 49 : Bruno Bade/Vandystadt. P. 50 (en haut) : Tony Duffy/Vandystadt. Pp. 50 (en bas) à 52 : doc. PLS. P. 53 (à gauche) : Jean-Marc Loubat/Vandystadt. P. 53 (à droite) : Pat Black/Vandystadt. P. 54 : Claude Prelorenzo. Pp. 56 et 57 : Flip Nicklin, Minden Pictures. P. 58 (en haut) : L. Grace. P. 58 (en bas) : F. Nicklin, Minden Pictures. P. 59 : avec l'autorisation de Pierre Béland. Pp. 60 et 61 : Roberto Osti. Pp. 62 et 63 : F. Nicklin, Minden Pictures. Pp. 64 et 65 : Alfred T. Kaman. Pp. 66 et 67 (en haut, à gauche) : Peter Samek. P. 67 (en haut à droite, au milieu et

en bas) : Jane X. Luu et David C. Jewitt. P. 69 (en haut, à gauche) : P. Samek. P. 69 (en haut, à droite) : Yerkes Observatory. P. 69 (en bas) : J.X. Luu et D.C. Jewitt. P. 70. P. Samek. Pp. 72 et 73 : L. Grace. P. 74 (en haut, à gauche) : A.M. Jeffrey et I.B. Weinstein et al., Columbia University. P. 74 (en haut, à droite) : Michel Maiofiss, Gamma Liaison. P. 74 (en bas, à droite) : Regina M. Santella, Columbia University. P. 76 : Bryan Christie. P. 77 : Christopher Pillitz, Matrix. P. 78 (en haut, à gauche) : Richard Elkins, Gamma Liaison. P. 78 (en haut, à droite) : B. Christie. Pp. 80 et 81 : Jared Schneidman/JSD. P. 82 : Ola Røe, Røe Foto. P. 83 (photographie en arrière plan) : John Paul, Gamma Liaison. P. 83 (photographie au premier plan) : Ola Røe, Røe Foto. P. 84 : avec l'autorisation de Netscape. P. 85 : Andrew Lichtenstein. Pp. 89 et 91 (photographies) : Emergency Archive. P. 91 (dessins) : Pamela Blotner, Ther Arms Project/PHR. Pp. 92 et 93 : Boris Starosta. P. 94 : avec l'autorisation de Cambridge University Press. P. 95 (en haut) : Craig Mauzy et Marie Mauzy, avec l'autorisation du Musée de l'Acropole. P. 95 (en bas) : d'après Hibberd V.B. Kline, avec l'autorisation de Thomas E. Weil, Jr. P. 96 (en haut) : Roberto Osti. P. 96 (en bas) : Everett Collection. P. 97 (en haut) : R. Osti. P. 97 (en bas) : d'après Sydney Hall, avec l'autorisation de John R. Hale. P. 100 (en haut) : R. Osti. P. 100 (en bas) : Mark Myers. P. 102 : avec l'autorisation de Thomas E. Weil, Jr. P. 105 (en haut) : Pix-Guillaume de Laubier. P. 105 (au milieu) : doc.PLS. P. 105 (en bas) : USIS. P. 107 : doc. PLS. Pp. 108 et 109 : Bernard Chaubet. P. 110 : Marcel Bournérias.

POUR LA SCIENCE

8, rue Férou 75278 PARIS CEDEX 06

POUR LA SCIENCE Directeur : Philippe Boulanger. Rédaction : Philippe Boulanger (Rédacteur en chef), Hervé This (Rédacteur en chef adjoint), Françoise Cinotti (Rédactrice - Secrétaire générale de la rédaction), Bénédicte Leclercq, Luc Allemand, Yann Esnault, Philippe Pajot. Secrétariat de Rédaction : Annie Tacquenot, Pascale Thiollier, Marion Aguttes. Direction Marketing et Publicité : Henri Gibelin, assisté de Séverine Merviel. Direction financière : Pierre Lecomte. Fabrication : Jérôme Jalabert, assisté de Delphine Savin. Directeur de la publication et Gérant : Olivier Brossollet.

Ont également collaboré à ce numéro : Paloma Cabeza-Orcel, Michel Claude, Philippe Fleurance, Évelyne Host-Platret, Marie-Thérèse Landousy, Alessandro Morbidelli, Claude Olivier, Guy Paulus, Chantalle Thepaut-Mathieu, Pascale This, Pierre Weis.

SCIENTIFIC AMERICAN Editor : John Rennie. Board of editors : Michelle Press (Managing Editor), Timothy Beardsley, Wayt Gibbs, Marguerite Holloway, John Horgan, Kristin Leutwyler, Madhusree Mukerjee, Sacha Nemecek, Corey Powell, Ricki Rusting, David Schneider, Gary Stix, Paul Wallich, Philip Yam, Glenn Zorpette. Publisher : John Moeling. Chairman and Chief Executive Officer : John Hanley. Corporate officers : John Moeling, Robert Biewen, Anthony Degusti.

PUBLICITÉ France

Chef de Publicité : Susan Mackie, assistée de Anne-Claire Ternois, 8 rue Férou 75278 Paris Cedex 06
Tél. (1) 46 34 21 42.
Télex : LIBELIN 202978F.
Télécopieur : 43 25 18 29

Étranger : John Moeling, 415 Madison Avenue, New York. N.Y. 10017 - Tél. (212) 754.02.62

SERVICE DE VENTE RÉSEAU NMPP

Henri Gibelin.

DIFFUSION DE LA BIBLIOTHÈQUE POUR LA SCIENCE

Canada : Modulo - 233, avenue Dunbar Mont-Royal, Québec, H3P 2H2 Canada

Suisse : GM Diffusion - Rue d'Etraz, 2 - CH 1027 Lonay

Autres pays : Éditions Belin - B.P. 205, 75264 Paris Cedex 06.

Toutes demandes d'autorisation de reproduire, pour le public français ou francophone, les textes, les photos, les dessins ou les documents contenus dans la revue «Pour la Science», dans la revue «Scientific American», dans les livres édités par «Pour la Science» doivent être adressées par écrit à «Pour la Science S.A.R.L.», 8, rue Férou, 75278 Paris Cedex 06.

© Pour la Science S.A.R.L.

Tous droits de reproduction, de traduction, d'adaptation et de représentation réservés pour tous les pays. La marque et le nom commercial «Scientific American» sont la propriété de Scientific American, Inc. Licence accordée à «Pour la Science S.A.R.L.»

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement la présente revue sans autorisation de l'éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de Copie (3, rue Hautefeuille - 75006 Paris). Nos lecteurs trouveront en pages 18A, 18B, 98A et 98B des bulletins d'abonnement.