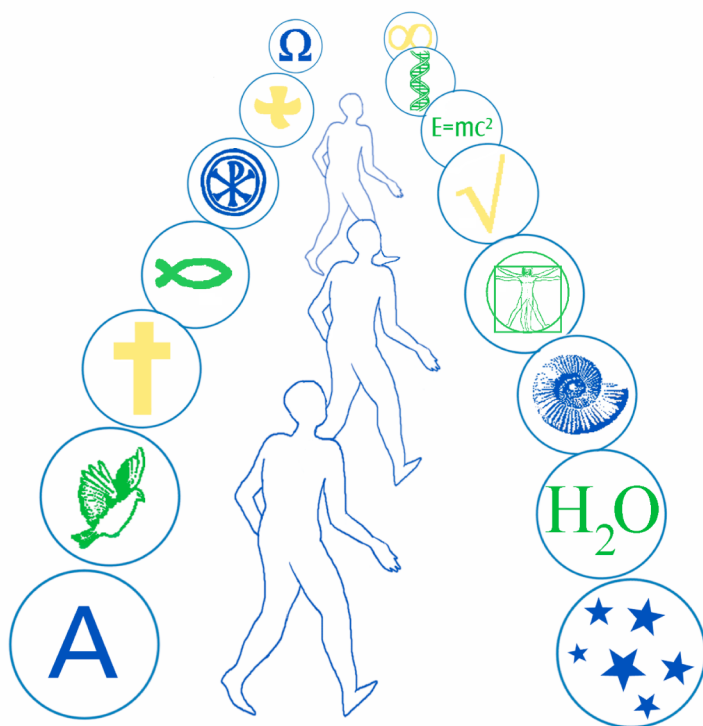




connaître ●

*Cahiers de l'Association
Foi et Culture Scientifique*

Réseau Blaise Pascal

CONNAÎTRE

REVUE SEMESTRIELLE
ASSOCIÉE AU RÉSEAU BLAISE PASCAL

Cahiers de l'Association Foi et Culture Scientifique

N° 34
Septembre 2010

Rédacteur en chef : Dominique GRÉSILLON

Comité de rédaction

Jacques ARSAC, Marie-Claire GROESSENS-VAN DYCK, Marc le MAIRE,
Thierry MAGNIN, Jean-Michel MALDAMÉ, Bernard MICHOLLET, Bernard
SAUGIER, Remi SENTIS, Christoph THEOBALD

Membre honoraire : Jean LEROY

Comité de gestion

Marcelle L'HUILLIER, Christian MALET

Ce numéro : 9 Euros

« Connaître », 13 Rue Amodru, 91190 GIF sur Yvette
http://evry.catholique.fr/IMG/pdf/AFCS_connaître.pdf
91afcs@orange.fr

ABONNEMENTS (voir encadré en dernière page)

ISSN: 1251-070X

CONNAÎTRE

Cahiers de l'Association Foi et Culture Scientifique
Réseau Blaise Pascal
 SOMMAIRE

N°34, septembre 2010

<i>L'espérance chrétienne</i>		<i>p. 5</i>
	JEAN DELUMEAU	
<i>Physique et réalité</i>		<i>p. 22</i>
	BERNARD D'ESPAGNAT, interviewé par THIERRY MAGNIN	
<i>Une vision de la recherche en biologie en 2010</i>		<i>p. 36</i>
	MARYVONNE LEGROS	
<i>"Le hasard entre sciences et mythes" (Colloque de l'Association des scientifiques chrétiens, Paris, 2010)</i>		
<i>Présentation du colloque et préambule</i>		<i>p. 51</i>
	JACQUES ARSAC	
<i>Le hasard dans la théorie de l'évolution</i>		<i>p. 55</i>
	MICHEL MORANGE	
<i>Le hasard dans l'œil du philosophe</i>		<i>p. 67</i>
	PAUL CLAVIER	
<i>Le hasard entre sciences et mythes : Table ronde</i>		<i>p. 75</i>
	PAUL CLAVIER ET MICHEL MORANGE	
<i>Hasard et Déterminisme en Physique</i>		<i>p. 80</i>
	OLIVIER REY	
<i>Idéologie du savoir et foi chrétienne</i>		<i>p. 95</i>
	LAURENT SENTIS	
 <i>Revue de livres :</i>		
<i>Chercheurs en science, chercheurs de sens</i>		<i>p. 106</i>
<i>Génétique du péché originel. Le poids du passé sur l'avenir de la vie</i>		<i>p. 107</i>
<i>L'univers a-t-il un sens ?</i>		<i>p. 111</i>
 <i>Annonces :</i>	<i>Colloque RBP 2011</i>	<i>p. 112</i>
	<i>Collège des Bernardins</i>	<i>p. 113</i>
 <i>Abonnements, anciens numéros</i>		<i>p. 115</i>

L'espérance : dans ce numéro trente-quatre, Jean Delumeau confie son témoignage d'un pratiquant éminent de l'espérance, écrivant pour nous une nouvelle « Histoire du paradis » basée sur le temps présent. Quel bien nous fait cette lecture ! Et quelle force paradoxale que cette vertu de l'espérance ! Comme il est facile de l'ignorer, quand ce n'est pas même de la tuer avec force démonstrations d'évidences. Quelle est sa place en effet dans les protocoles scientifiques, dans les résultats expérimentaux, dans les observations du cerveau par IRM ? Sort-elle avec la moindre évidence des analyses sociologiques ? Et pourtant, quelle science aurions-nous si des hommes n'avaient espéré, s'ils n'avaient cru d'avance à la pertinence de l'approche scientifique ? Dans un numéro précédent, Christoph Theobald¹ nous a dit pourquoi « la petite vertu théologale 'espérance' prend (...) une importance si décisive aujourd'hui ». Ce numéro énonce quelques autres raisons discrètes d'espérer : Par exemple le dialogue constructif du spécialiste de l'évolution Michel Morange avec le philosophe Paul Clavier ; ou bien l'exposé de Maryvonne Legros qui évoque le désir des biologistes à fonder les choix de leurs recherches, notamment ceux des NBIC².

Des évidences seraient plus confortables : on peut préférer une science qui voit « le visage de Dieu », quitte à confondre la cosmologie avec la théologie. Mais on ne peut oublier le scandale de la mort, notre propre mort, celle des civilisations, et accessoirement celle des modèles cosmologiques. Le dialogue de l'astrophysicien Pierre Valiron avec Philippe Deterre nous montre un chemin plus difficile mais marqué d'exigence et de vérité : celui de « la confiance en Jésus-Christ par qui la mort peut être traversée ». Cette confiance, cette espérance, est aussi la nôtre.

DG

¹ Connaître N°31-32, p. 50 (2009)

² nom abrégé du programme de convergence des nanosciences, des biotechnologies, des sciences de l'information et des sciences cognitives (cf J-M Besnier, Connaître N°31)

L'espérance chrétienne

*Jean Delumeau*³

Beaucoup parmi nos contemporains s'interrogent aujourd'hui sur l'avenir du christianisme. Certes, les raisons d'inquiétude existent. Elles concernent à la fois la religion en général et le christianisme en particulier, notamment, en France dans sa version catholique. Nous sommes quotidiennement affrontés à des fortes critiques associant pêle-mêle le doute sur un Dieu créateur, le constat du mal sur terre, la violence religieuse--« Dieu est-il criminel ? » a tiré un jour l'hebdomadaire *Marianne*-- le rappel de l'Inquisition et du procès de Galilée, la morale rigide du Vatican, la gouvernance actuelle de l'Eglise romaine, etc.--, autant de sujets à la une des médias.

A quoi s'ajoutent des statistiques et prospectives inquiétantes. On prévoit que dans dix ans la France aura trois fois moins de prêtres qu'aujourd'hui, et que, dans le Finistère par exemple, on vivra avec quarante prêtres en activité, soit un prêtre pour 25000 habitants. Chez nous les religieux ont diminué de 35% entre 1965 et 2005, les religieuses de 60%. En Europe le nombre global des baptêmes a baissé de 12,5% entre 1994 et 2003 et il continue de fléchir. Un document récent de l'Eglise protestante allemande envisage une rétraction du nombre de ses fidèles de 25 à 17 millions entre 2006 et 2020, s'ajoutant aux 3,4 millions déjà perdus depuis quelques années. Partout en Europe le nombre des « sans religion » grandit, notamment en France, en Allemagne et en Espagne. Enfin --situation inédite et ambiguë qui

³ Jean Delumeau, Professeur émérite au Collège de France. Ce texte est la rédaction par l'auteur d'une conférence délivrée aux " Vendredis de Gif " le 13 Mars 2009.

bouscule les Eglises traditionnelles-, les groupes évangéliques se développent non seulement dans les pays anglo-saxons, où ils sont nés, mais aussi en Amérique latine, en Afrique, en Chine et...dans nos banlieues. On dénombre maintenant plus de 400 millions d'évangéliques dans le monde. Ces chiffres se placent sur fond de prophéties annonçant, tantôt le « choc des civilisations » à cause des haines entre les religions, tantôt une « guerre civile mondiale » induite par le dérèglement climatique. Comment alors ne pas être pessimiste ? Comment certains chrétiens ne seraient-ils pas tentés de s'enfermer dans une citadelle assiégée et une contre-culture de résistance dans l'attente ou dans l'espérance d'une prochaine fin du monde ? Depuis le 11 septembre 2001 on a assisté à un boom sans précédent de la littérature sur la fin des temps à la fois dans les milieux conservateurs chrétiens et chez les islamistes.

Mais d'autres faits, heureusement, orientent le regard dans une direction opposée. Tout d'abord, malgré le néopositivisme agressif actuellement à la mode en France, rien n'autorise à prédire la prochaine mort de Dieu, pourtant maintes fois annoncée depuis Schopenhauer, Marx, Nietzsche et Freud. Actuellement 80% des habitants de la planète pratiquent une religion. Aujourd'hui les Etats-Unis sont toujours un pays très religieux : ce qu'on a pu observer lors de l'investiture d'Obama. Plus globalement, l'ordinateur n'a pas fait reculer la demande de sacré, comme on peut le vérifier au Japon et en Inde. Le désenchantement du monde n'est pas une évidence. Les pèlerinages se portent bien. Subsiste dans le monde entier, et aussi chez nous, une forte interrogation sur le mystère.

D'autre part, des voix autorisées se font entendre dans le christianisme pour tempérer l'angoisse des fidèles inquiets. Le père Timothy Radcliffe estime que la crise de l'Eglise catholique est « réelle », mais moins grave que beaucoup d'autres antérieures, notamment la violente déchristianisation

pratiquée par la Révolution française et, à la suite de la révolution industrielle, le déplacement massif des populations vers un univers urbain dont l'Eglise était largement absente. On peut apporter des bémols à cette lecture historique. Mais le P. Radcliffe a raison de juger que nos ancêtres réagirent avec courage à ces défis successifs. Il affirme aussi et je pense avec lui que « d'une certaine façon, toute la création est en chemin vers Dieu...(et que) nous pouvons affronter les défis avec réalisme et créativité, confiants d'être mystérieusement dans les mains du Seigneur⁴ ». Enzo Bianchi, prier de la communauté monastique œcuménique de Bose en Piémont, déclare qu'« être minoritaire ne signifie pas être insignifiant ». Le passage actuel est, certes, « douloureux » et constitue une « épreuve », mais « il ne faut pas avoir peur, ni se fier aux statistiques, parce que la foi n'est pas mesurable ... Si les hommes perçoivent que les chrétiens ont une vie bonne, vraie et heureuse, ils se poseront la question du fondement de cette vie et l'annonce de Jésus Christ deviendra presque naturelle⁵ ».

Voici maintenant quelques autres déclarations récentes notées au hasard des lectures : A la rencontre œcuménique de Sibiu en 2007, le président de la commission européenne, Manuel Barroso, a invité les Européens à « écouter le message des religions » ; Jean-François Mattei, président de la Croix Rouge française, estime qu'il « n'y a aucune fatalité. L'avenir du christianisme sera celui que les chrétiens—croyants et clergé—voudront bien faire » ; le père Devert, prêtre de Lyon, fondateur d'« habitat et humanisme », dans une interview à *La Croix* a affirmé que pour le christianisme la « mutation historique (actuelle est) « considérable », mais riche de « multiples indices positifs ». Il ajoutait : « L'Eglise que j'entrevois demain sera une Eglise minoritaire, mais cela n'a pas de sens de réfléchir à la

⁴ Timothy Radcliffe, "Pourquoi donc être chrétien ?", Le Cerf, 2005

⁵ Interview, *La Croix*, 16 Novembre 2007.

question de savoir si l'on sera minoritaire ou majoritaire. Quand le Christ se demande à quoi comparer le Royaume, il se sert de l'infiniment petit pour faire entrevoir ce qui est le plus grand et, en même temps éloigné de toute idée de puissance. Demain l'Eglise va devoir s'inscrire au cœur du fragile, consentir à ne pas peser sur les institutions et découvrir la force de l'exemplarité ».

J'ajoute que rien ne prouve que la fin du monde est pour demain. On a souvent cru dans le passé qu'elle était aux portes. Beaucoup ignorent, à cause de l'éclat de la période qu'on appelle « Renaissance », que ce temps fut fortement marqué par la crainte des dernières échéances eschatologiques. Christophe Colomb, Guillaume Budé et Luther croyaient, tous les trois, à une fin prochaine du monde. La sagesse pour nous est plutôt de tableer sur un long avenir de la religion, christianisme compris. Ces dernières années le cardinal Etchegaray, Claude Geffré, Henri Madelin et Bruno Chenu ont même exprimé, sans se donner le mot, la conviction que le christianisme est « une religion jeune » et que nous sommes encore « au début de l'ère chrétienne ».

Vivons donc avec notre époque et abordons frontalement et sans panique les questions d'aujourd'hui, à commencer par celles relatives aux rapports entre science et religion qui font fréquemment la une des médias. Le récent livre de Hans Küng, *Petit traité du commencement de toutes choses* (le Seuil, 2008), est très utile sur ce sujet. Je constate d'abord avec lui la forte présence dans les milieux scientifiques d'un néopositivisme et d'un « politiquement correct » qui considèrent comme dénuée de sens toute mention de la religion. Ne serait réel que ce qui est mesurable et quantifiable. Tout en accordant à la science la légitime importance que lui ont acquise ses immenses succès, ne nous laissons pas démonter par le simplisme du nouveau matérialisme, Cherchons plutôt comment harmoniser les champs respectifs de

la science, de la philosophie et de la religion. Remplaçons le modèle de la confrontation par celui de la complémentarité.

Car demeurera toujours sans réponse scientifique la question posée par Leibniz : pourquoi y a-t-il quelque chose plutôt que rien ? La science, ne travaillant que dans le cadre spatiotemporel, ne pourra jamais dire ce qui existait avant le big bang. « Celui qui reconnaît qu'il ne peut voir derrière le rideau n'a pas le droit d'affirmer qu'il ne s'y trouve rien » (Hans Küng). Et, même dans l'univers accessible à la science, subsisteront toujours des zones d'ombre. Nous n'arriverons jamais au bout de l'infiniment grand ni de l'infiniment petit. En même temps que s'accroît le savoir augmente aussi le non-savoir. Enfin, pourquoi décréter *a priori* que la réalité, envisagée dans sa totalité, ne laisse pas de place à ce qui échappe à la mesure ? Poser cette question c'est légitimer la métaphysique et la religion.

Quant au rôle attribué par Jacques Monod au hasard dans le processus de l'évolution, le moins qu'on puisse dire, c'est qu'il ressemble fort à un *deus ex machina*, un bouche-trou auquel il accordait une valeur « animiste ». Certes, le hasard et la nécessité ont été à l'œuvre, l'un et l'autre, au cours de l'évolution. Mais cela ne prouve pas que celle-ci soit dénuée de sens. Pourquoi avons-nous un cosmos favorable à la vie ? L'opinion de beaucoup de physiciens et de chimistes aujourd'hui, contrairement à Monod, est que les lois de la nature régulent le hasard et qu'il n'arrive pas n'importe quoi. Tout s'est passé comme si l'évolution sur 14 milliards d'années s'était déroulée dans un sens favorable à la vie, puis à l'émergence de l'esprit. La religion a alors vocation à interpréter l'évolution comme une création continuée et à lui donner un sens au bord duquel la science s'arrête.

Autre grande question posée par la science d'aujourd'hui : l'esprit n'est-il qu'un effet secondaire du cerveau ? Le mental est-il un épiphénomène du neuronal ? Le libre arbitre a-t-il fait son temps ? La réponse, suggérée par

notre expérience quotidienne, est que le scanner donne des informations sur le *où?*, c'est-à-dire sur les localisations, mais pas sur le *comment?*. « Ce n'est pas du fait que je pense avec le cerveau que mon cerveau pense à ma place ». Le génie de Shakespeare et de Bach et, plus largement, la liberté humaine ne seront jamais réductibles à une mécanique neurobiologique. Le mathématicien André Lichnérowicz avait coutume de dire « ne confondons pas le fil du téléphone avec le message qui passe dedans ». Ainsi, qu'il s'agisse de l'origine et de l'évolution du cosmos ou de notre liberté, la science n'apportera pas l'explication ultime. La réflexion philosophique sur la connaissance et la révélation religieuse ne sont donc pas de trop pour ajouter une signification aux découvertes scientifiques.

Sur un sujet tout différent, mais s'agissant toujours des obstacles à la foi religieuse, je voudrais maintenant aborder une autre objection que nous avons tous entendue contre la croyance en Dieu. Elle rejoint la nuit de la foi que connut Mère Térésa : si Dieu existe, pourquoi tolère-t-il tout le mal que nous voyons dans le monde ? Dans la panoplie des malheurs, les uns viennent de la nature (tremblements de terre, cyclones, raz de marée, etc), les autres de nos semblables. Et ces derniers sont devenus de plus en plus effrayants et destructeurs au fur et à mesure que la technique se perfectionnait. En tout cas nous posons avec plus d'insistance qu'autrefois la question de la responsabilité de Dieu dans le mal-être du monde. Pour saint Augustin et la théologie qui l'a suivi la condition malheureuse de l'humanité avait une explication simple : elle est due « au péché abominable à l'excès qui fut commis au paradis (terrestre) ». Dans ce sillage Calvin enseignait que, depuis le péché originel, « la nature est en deuil ». Cette explication est-elle encore recevable par nos contemporains ? Car, bien longtemps avant la présence des hommes sur terre, les animaux se dévoraient entre eux. La grande « loi

naturelle » veut qu'il en soit ainsi. Comment les différents écosystèmes fonctionneraient-ils sans cette loi d'airain antérieure à toute morale ?

Certes, les hommes ont décuplé la violence animale et la responsabilité incombe à leur liberté. Mais pourquoi Dieu a-t-il permis Auschwitz et les massacres perpétrés par les Khmers rouges ? Dans *La troisième mort de Dieu*⁶ André Glucksmann enferme Dieu dans un cercle accusateur. « Quand l'horreur surgit, écrit-il, si le Seigneur est toute-puissance, ou bien il n'est pas toute-sagesse, ou bien il n'est pas toute-bonté. Si le Seigneur est omniscient et s'il est charitable, il faut croire qu'il est impuissant »⁷. Déjà à la fin du XVIII^e siècle Pierre Bayle avait écrit : « La manière dont le mal s'est introduit sous l'empire d'un être infiniment bon, infiniment saint, infiniment puissant, est non seulement inexplicable, mais même incompréhensible ».

Ne donnons donc pas de réponses péremptoires à ceux qui nous questionnent avec angoisse sur l'omniprésence du mal. Jésus n'a jamais parlé du péché originel et ne s'est pas prononcé sur l'origine du mal. Claudel a écrit quelque part : « Dieu n'est pas venu expliquer la souffrance. Il est venu la remplir de sa présence ». Un théologien de notre temps, le P. Rey-Mermet, avouait « toutes les explications s'écroulent devant la souffrance d'un enfant ». S'impose ici le retour au livre de Job. Accablé d'épreuves, Job demande des comptes à Dieu : « Je hurle vers Toi, et Tu ne me réponds pas... Qui me donnera quelqu'un qui m'écoute ? ». Mais Dieu lui répond par des questions : « Où étais-tu quand je fondai la terre ? Dis-le moi puisque tu es si savant »⁸. Job finit par conclure : « Je ne fais pas le poids. Je mets la

⁶ André Glucksmann, "La troisième mort de Dieu", NIL éditions, 2000

⁷ En 1984, Hans Jonas avait fait la même remarque, conduisant à une conclusion distincte : "Si Dieu... doit être intelligible... alors il faut que sa bonté soit compatible avec l'existence du mal, et il n'en va de la sorte que s'il n'est pas tout-puissant", in "Le concept de Dieu après Auschwitz", (Trad. Française : Payot, Paris, 1994). (NDLR)

⁸ Job 38, 5

main sur ma bouche...J'ai abordé sans le savoir des mystères qui me confondent ».

Pourquoi le mal existe-t-il ? Reconnaissons-le humblement : il n'y a pas de réponse à notre portée. Mais la foi chrétienne éclaire et relativise tout de même cette immense énigme par deux fortes affirmations qui sont au cœur de la Révélation : 1° Dieu est venu parmi nous ; il a souffert de la violence du mal et il est mort dans l'abandon le plus total ; et même, écrit Pascal, il « sera en agonie jusqu'à la fin du monde » ; 2° Dans la Jérusalem céleste, le mal, la souffrance, les larmes, la peur, la nuit et la mort auront disparu. Ainsi le chrétien sait, d'une part, que la présence divine ne cesse pas de l'accompagner au cœur de la souffrance et, d'autre part, qu'il y aura une sortie du tunnel dans la lumière éternelle.

A cette ouverture sur l'espérance je voudrais ajouter un constat à contre-courant du pessimisme actuel et de la fixation que nous opérons aujourd'hui sur le mal. Le bien existe, mais il est discret. S'applique aux rapports du mal et du bien le proverbe bien connu : « On entend le fracas de l'arbre qu'on abat, mais on n'entend pas la forêt qui pousse ». La forêt qui pousse en silence, c'est le bien qui s'accomplit chaque jour autour de nous et aussi —pourquoi pas ?— par nous. Nous héritons, certes, de tout le mal commis dans le passé, mais, tout autant, du bien qui y a été réalisé. Ne pas faire entrer la réalité quotidienne du bien dans une analyse de la condition humaine et dans la réflexion à la fois historique, philosophique et religieuse sur l'existence, c'est commettre une soustraction illégitime. Le P. Valadier réagit avec raison contre « l'obturation de l'espérance » et « la survalorisation du mal » dans laquelle se complait la pensée contemporaine. Elle accorde au mal, dit-il, « une sorte de primat sur le bien...une sorte de chape de plomb nous enferme désormais sans recours ». Le philosophe autrichien Musil, mort

en 1942, a avancé cette affirmation que je fais mienne : « l'homme est capable de tout, même du bien ».

A propos du mystère du mal je viens de faire allusion à la doctrine du péché originel, absente des évangiles et qui pose problème à nos contemporains, s'ils s'en tiennent à une lecture littérale de la Genèse. Il me paraît donc nécessaire que les Eglises chrétiennes en donnent des clés de lecture et procèdent à un *aggiornamento* à son sujet sur trois points: 1° l'énormité de la faute première ; 2° la condamnation à mort ; 3° la culpabilité héréditaire. La science d'aujourd'hui conduit probablement à abandonner la thèse du monogénisme et, surtout, à renoncer à la croyance en un premier couple humain doté de privilèges extraordinaires, exempt de la mort, vivant dans un paradis terrestre dont, écrivait Teilhard de Chardin, « on n'a pas retrouvé la trace », et capable de commettre en toute liberté et pleine conscience une faute méritant une punition dramatique. Nous entrevoyons au contraire l'humanité des origines se dégageant difficilement de l'animalité, apprenant progressivement à se tenir debout et à parler et développant peu à peu l'usage de sa liberté. Ce que la Genèse a symboliquement signifié, c'est le constat qu'aussi loin en arrière que porte le regard de l'histoire, on découvre les hommes péchant par orgueil et violence.

Quant à la mort, si angoissante soit-elle, elle n'est pas une condamnation mais un processus naturel lié à l'apparition de la reproduction sexuée, dans laquelle la mort est « programmée (...). Car il ne sert à rien de produire des individus différents des parents si ceux-ci restent et occupent la place. Il faut qu'ils s'en aillent », écrit le grand géologue Xavier Le Pichon, par ailleurs membre de la Communauté de l'Arche.

Enfin la culpabilité héréditaire a contre elle à la fois un texte célèbre d'Ezéchiel, 18, 20 (« Un fils ne portera pas la faute de son père, ni un père la faute de son fils ») et la réponse de Jésus aux questions sur l'aveugle-né

(« Qui a péché pour qu'il soit né aveugle, lui ou ses parents ? »--« Ni lui, ni ses parents » (Jean 9, 2-3). L'Eglise catholique a renoncé à affirmer la culpabilité héréditaire dans le cas du peuple qu'elle appelait autrefois « déicide ». Il est urgent qu'elle dissipe toute ambiguïté au sujet de celle qui aurait découlé du péché originel.

Le texte de la Genèse ne peut donc plus être entendu de manière littérale. De même les chrétiens ne doivent pas s'alarmer de ne plus pouvoir lire les évangiles comme on le faisait autrefois. Nous savons aujourd'hui qu'ils furent des reconstructions didactiques de l'enseignement de Jésus et sur Jésus à partir de la certitude de la résurrection du Messie. Ils furent une pédagogie illuminée par cette conviction. Le grand historien catholique que fut Henri-Irénée Marrou écrivait à bon droit :

« Un évangile n'est pas un recueil de procès-verbaux, de constats d'événements plus ou moins exacts, plus ou moins fidèlement transmis...L'auteur voulait transmettre à ses lecteurs la connaissance du Christ nécessaire au salut; pour élaborer cette image de Jésus, il a pu être amené à toute une manipulation des sources qui nous déconcerte peut-être (par son indifférence, par exemple, à la chronologie), mais qu'il serait naïf de qualifier de falsification ou de mensonge. »

Cet éclairage donné par Marrou consonne avec le conseil de Benoît XVI dans *Jésus de Nazareth*⁹ (p.14) : concilier les acquis de l'exégèse avec une lecture globale qui découvre la cohérence des desseins de Dieu et l'harmonie entre les deux Testaments qui se répondent l'un l'autre. En tout cas une conversion intellectuelle nécessitée par les progrès de l'exégèse, nous est désormais indispensable pour comprendre que les évangélistes, contrairement à nous, ne plaçaient pas de frontières nettes entre histoire, récits symboliques (comparables aux paraboles) et théologie. Jésus étant ressuscité,

⁹ Flammarion, 2007

leur but était de montrer de la manière la plus convaincante pour leurs publics que le passé du peuple de l'Alliance et les événements de la vie de Jésus convergeaient vers la résurrection du Messie. Ne soyons donc pas surpris de lire sous la plume d'exégètes catholiques que Jésus est probablement né à Nazareth et non à Bethléem et que le massacre des Innocents ne peut pas être tenu pour un fait historique.

Ces remarques conduisent à une réflexion, plus large et très actuelle, sur les rapports du christianisme avec les changements apportés par l'histoire. Or un constat s'impose : le christianisme, comparé aux autres religions, a montré au cours des âges une étonnante capacité de créativité et d'adaptation aux temps, aux espaces et aux cultures. Issu du judaïsme, il s'est rapidement intégré à la civilisation gréco-romaine, puis il est « passé aux barbares », pour créer une chrétienté européenne et s'épanouir ensuite à l'échelle planétaire. L'évolution de l'art chrétien constitue un bon témoignage sur cette créativité depuis les premières basiliques jusqu'aux sobres églises de notre temps (Brasilia, Evry), en passant par la solidité du roman, l'élégance du gothique et de la Renaissance, la fulgurance du baroque, le néo-classicisme et le style composite du XIXe siècle (Montmartre).

Par ailleurs beaucoup d'historiens estiment que ce n'est pas un hasard si la science moderne, les Droits de l'Homme et l'amélioration du statut de la femme ont pris leur essor en terre chrétienne. Toutefois sur ces derniers sujets on objectera, à bon droit, des faits en sens contraire : la condamnation de Galilée, que l'Eglise romaine a mis 359 ans à regretter, la longue défiance de la théologie à l'égard du fait de l'évolution, la condamnation par Pie VIII de la Déclaration des Droits de l'Homme de 1789 et celle de liberté de conscience et de religion par Pie IX, etc. Mais reconnaissons en contre partie qu'en notre temps, depuis Vatican II et grâce surtout à Jean XXIII et à Jean-

Paul II, l'Eglise catholique a demandé pardon avec une netteté exemplaire pour l'Inquisition, pour son antijudaïsme de jadis et pour son silence sur la traite des Noirs et qu'elle est maintenant en tête du combat mondial pour la liberté de conscience et de religion, pour les Droits de l'Homme et contre la peine de mort. Cela veut dire que notre Eglise n'est pas insensible aux « signes des temps ». Nous devons l'aider à poursuivre sur ce chemin, pour qu'elle ne revienne pas aux erreurs du passé.

Autre constat historique, qui s'écarte peut-être un peu de l'analyse du P. Radcliffe : nous sommes aujourd'hui dans une situation inédite. Jamais dans le passé n'a existé une civilisation comme la nôtre. Sur le plan matériel les sujets de Louis XIV étaient plus proches des contemporains de Périclès que de nous. Le christianisme, comme les autres religions du monde, se trouve aujourd'hui inséré dans une civilisation autre que celle dans laquelle il est né. Ne nous étonnons pas que l'adaptation soit difficile. Nous avons vécu depuis la fin du XVIIIe siècle deux révolutions majeures : d'abord la révolution industrielle, puis la révolution de l'informatique et du numérique. Le cumul de ces deux transformations géantes conduit à la mondialisation accélérée, à une urbanisation massive et à la communication instantanée dans un flux assourdissant de sons et d'images. Accompagnant ces bouleversements, les progrès de l'enseignement et l'élévation du niveau de vie dans les pays anciennement développés et maintenant aussi dans les pays émergents ont induit et continuent de susciter la demande de parole des citoyens, une plus grande autonomie des consciences et la sécularisation globale des sociétés. Jamais dans le monde, avant la création des Etats-Unis et la Révolution française, n'avait existé de séparation entre religion et pouvoir politique. A cet égard nous sommes depuis deux cents ans dans une situation radicalement nouvelle dont le christianisme, notamment dans sa composante

catholique, doit prendre la mesure ; faute de quoi il sera marginalisé et la « nouvelle évangélisation » échouera.

Les événements de février dernier¹⁰—la levée, sans consultation de l'épiscopat français, de l'excommunication des quatre évêques lefebvristes, les déclarations scandaleuses de l'un d'entre eux sur la Shoah, la nomination par Benoît XVI comme évêque auxiliaire de Linz, sans consultation du nonce à Vienne et de l'épiscopat autrichien, d'un ecclésiastique connu pour ses positions ultraréactionnaires—ont montré de graves défauts dans la gouvernance de l'Eglise romaine. L'archevêque de Salzbourg a accusé le Vatican de « ramener l'Eglise au rang d'une secte où ne resterait plus qu'une poignée de membres fidèles à la ligne officielle ».

De multiples appels se sont élevés récemment dans notre Eglise pour souhaiter qu'elle se décentralise, qu'elle restaure la collégialité épiscopale, qu'elle fasse une place plus grande au principe de subsidiarité et au dialogue et qu'elle écoute davantage la voix des fidèles, notamment sur les grands problèmes de société. Dans un ouvrage paru en 2007 le cardinal Danneels écrivait « Je me demande si la vraie question qui est derrière l'ordination des femmes, n'est pas celle de l'autorité dans l'Eglise. Pourquoi l'autorité, et donc le pouvoir dans l'Eglise, est-elle toujours entre les mains des hommes ? ». Autre citation du cardinal : « Quand on ne réunit plus, comme au concile, tous les évêques pour décider de l'avenir de l'Eglise, c'est l'administration qui reprend les rênes ». Notre Eglise n'a pas assez la culture du débat. René Rémond conseillait : « L'Eglise doit prendre la peine d'expliquer, de solliciter la conscience, et de ne pas dire 'c'est à prendre ou à laisser, sinon vous êtes dehors' ». Le P. Valadier constate : « (nous sommes là) devant un problème de sensibilité, car les sociétés démocratiques sont profondément réticentes, non devant toute autorité, mais devant l'autoritarisme. Et, faute de sentir

¹⁰ Février 2009

l'esprit de vos interlocuteurs, comment espérer être entendu ? ». S'interrogeant sur *L'avenir de la foi*, le P. Sesboüé renvoie à la formule de saint Cyprien : « ce qui concerne tous doit être l'affaire de tous » et rappelle le souhait du cardinal Martini qu' « il y ait la possibilité dans l'Eglise de discuter ouvertement et librement de certains problèmes ». Le célibat des prêtres, la contraception artificielle, le statut religieux des divorcés remariés sont de ceux-là et, écrivait récemment le cardinal Martini, d'autres sujets encore qui se situent « dans ces zones d'ombre ou zones frontières où ce qui est vraiment bien n'apparaît pas immédiatement et où il ne sert à rien de dire non et surtout d'interdire de manière prématurée ».

Voilà des propositions positives pour ouvrir de nouveaux chemins au message évangélique dans le monde d'aujourd'hui. Il faut aussi insister sur quelques autres urgences. L'une d'entre elles est de tirer les conséquences de l'effacement de la civilisation paroissiale qui était adaptée au monde rural ou à des villes de dimensions modestes. Aujourd'hui nos villes sont énormes et elles imposent la mise en place de structures d'Eglise démultipliées, donc des « communautés de base » : expression que vient d'employer Mgr Papin, évêque de Nancy au sujet de son diocèse et qui caractérise aussi les créations de Mgr Rouet dans celui de Poitiers. Ce n'est pas un hasard si les groupes évangéliques se sont multipliés ces dernières années en Amérique latine. Ils ont là-bas profité de la suspicion de la hiérarchie à l'égard des communautés de base, groupes de quartiers actifs et chaleureux, qui, Dieu merci, n'ont pas disparu. Nous devons en tout cas réfléchir au succès des groupes chrétiens de proximité, évangéliques ou non : ils sont sans doute la structure ecclésiale souple et décentralisée dont notre époque a besoin.

Enfin j'appelle instamment de mes vœux une relance, d'une part, de l'œcuménisme actuellement en panne et, d'autre part, des contacts interreligieux que Jean-Paul II avait inaugurés par les rencontres d'Assise.

S'agissant de l'œcuménisme, il est déraisonnable, quand le christianisme est l'objet d'attaques convergentes, que les fidèles de Jésus ne resserrent pas les rangs. Je me souviens du message adressé par Jean-Paul II aux protestants d'Allemagne en 1980 : « ce qui nous unit est plus fort que ce qui nous sépare ». C'est un fait en tout cas que, dans le vécu quotidien, les chrétiens connaissent et comprennent de moins en moins les raisons de leurs divisions passées. Prenons-en acte.

Quant au dialogue interreligieux, il a, si on le veut, un immense champ d'action devant lui, moins peut-être sur le plan théologique que sur celui du sauvetage de la planète. Si les grandes religions du monde se mettaient d'accord pour une action commune contre la guerre, la torture et les épidémies, pour les Droits de l'Homme, pour un meilleur partage des ressources de la planète et pour un ordre économique plus humain, notre modèle de développement s'avérant intenable à long terme, quel immense espérance soulèverait une telle coordination, qui ne nuirait en rien à l'approfondissement par chacun de sa propre religion.

Car je voudrais dans cette partie terminale de mon exposé expliquer en quoi consiste l'originalité du christianisme et pourquoi il reste, selon moi, d'actualité. La double réponse à ces questions est qu'il a apporté de façon inédite et décisive une nouvelle image de Dieu et institué de nouveaux rapports entre Dieu et les hommes. Jésus était juif. La religion issue de son enseignement est sortie de la fusée juive. Mais—je cite ici Régis Debray (*Dieu, un itinéraire*¹¹)—Jésus a « déterritorialisé la religion...Un divin hors sol, cela ne s'était jamais vu... (Le Dieu de Jésus) n'est plus un Dieu ethnique... C'est un Dieu désenclavé, déraciné... Jésus a mondialisé Dieu... Toutes les nations sont admises à la Sainte Table ». Ce déracinement s'est

¹¹ Régis Debray, "Dieu, un itinéraire", Odile Jacob, 2002.

accompagné de la libération d'une multitude de rites, c'est-à-dire des 248 commandements et 365 prohibitions de la loi juive.

Aussi peut-on légitimement affirmer que Jésus a donné un nouveau statut à la liberté humaine. Le premier Testament avait surtout insisté sur les libérations successives du peuple élu, d'abord de l'Égypte, puis de la captivité de Babylone. Le christianisme, au contraire, comprit l'enseignement de Jésus comme une parole libératrice adressée à tout homme. Paul le proclama aux Galates : « C'est pour que nous restions libres que le Christ nous a libérés. Vous avez été appelés à la liberté »¹² Et Jean de confirmer : « La vérité vous fera libres... Si le Fils vous affranchit, vous serez réellement libres »¹³. Selon le christianisme et à partir de la doctrine du corps mystique du Christ, les hommes sont tous frères de Jésus et cohéritiers avec lui du Royaume de Dieu, tous appelés au même destin de divinisation ultime. Jamais auparavant la dignité de l'homme —de tout homme— n'avait été affirmée avec une telle force et justifiée par un aussi fort argument. Tous les hommes sont en droit égaux devant Dieu. C'est pourquoi l'actuelle mondialisation donne une nouvelle chance au christianisme.

Autre caractéristique sans précédent de l'enseignement de Jésus : la façon dont il a parlé de son Père en lui disant « Abba » (*papa*). A ce sujet Régis Debray écrit aussi : « Au Dieu dur des armées qui se venge et punit ("Ta droite, Ô Éternel, a écrasé l'ennemi") succède un doux qui pardonne et désarme ... Yahweh gronde ; Jésus sourit ».

L'appel adressé par Jésus à son Père - « papa » - ouvre sur une doctrine stupéfiante dans les annales religieuses de l'humanité, celle de l'Incarnation, mystère inaccessible à la science et communiquée aux hommes par une parole venue d'ailleurs, une « Révélation ». Un rapprochement avec les « avatars »

¹² Ga 5, 1 et 13

¹³ Jean 8, 32 et 36.

de Vishnou ne peut être que superficiel. Vishnou apparaît tour à tour comme poisson, tortue, sanglier, comme le pieux guerrier Rama ou comme Krishna, l'amant parfait. Mais il ne devient pas vraiment la forme qu'il prend. Celle-ci n'est qu'une apparence en faveur de ses dévots. Le christianisme, au contraire, affirme que Dieu n'a pas fait seulement semblant de devenir homme. « Il a gémé dans un berceau, écrivait Luther, ...Il a tété les seins de sa mère et a été couché dans la crèche : voilà l'article principal de notre religion ». Il est donc notre frère et la promotion de l'humanité s'est faite grâce à l'Incarnation. Il reste présent parmi nous dans l'eucharistie et dans nos frères humains, en particulier ceux qui souffrent. Mystère assurément et qui n'est pas de la compétence de la science, mais mystère qui a révolutionné l'image de Dieu.

Ultime novation chrétienne, aussi paradoxale que la précédente, mais qui donne son plein sens à la Révélation chrétienne : la proclamation de la résurrection de Jésus qui a été « relevé » d'entre les morts. Un événement unique, inattendu, incompréhensible en termes de science, un « mystère » au sens fort. Car il ne s'agit pas d'une divinité qui meurt à l'automne pour renaître au printemps comme dans certaines religions de l'Antiquité, mais du Fils de Dieu arraché définitivement au séjour des morts. Nous pouvons refuser de croire à cette « folie »—c'est l'expression de Paul—mais force est de constater que jamais auparavant n'avait été proposée pareille doctrine qui n'est l'assise d'aucune autre religion. Son corollaire, c'est que Jésus, en ressuscitant, nous a ouvert les portes du royaume des cieux et qu'il nous y accueillera. Tel sont le sens et le dénouement que le christianisme donne à notre vie. D'où, en finale, cette question : pourquoi une telle espérance serait-elle démodée ?

Physique et réalité :
interview de Bernard d'Espagnat¹⁴

*Thierry Magnin*¹⁵

Th.M. Vous avez enseigné la physique quantique et la philosophie des sciences. Pouvez-vous nous dire comment physique et philosophie se sont retrouvées dans votre parcours de recherche scientifique ?

B.d'E. Elles se sont rencontrées d'une manière toute naturelle. Par le seul fait que la physique de pointe d'aujourd'hui est à base de mécanique quantique et que la mécanique quantique pose d'elle-même des questions philosophiques. C'est là un fait que nous allons constater avec évidence au cours de cet entretien.

Th.M. Racontez-nous quelques moments clés de vos recherches de physicien, vous qui appartenez à une génération qui a beaucoup apporté à la physique.

B.d'E. Un moment-clé a certainement été le jour où John Bell et moi - qui avions des bureaux voisins au CERN et nous connaissions depuis longtemps - avons découvert que, chacun de notre côté et sans trop oser en parler, nous posions les mêmes questions quant aux fondements véritables de la mécanique quantique. Mais - vous savez - une clé n'en est une que s'il y a une serrure préparée pour la recevoir ! Et, de même, un moment-clé n'est "clé"

¹⁴ Interview publique donnée au Collège des Bernardins à Paris le 30 septembre 2009, à l'occasion de la remise du "Prix Templeton 2009" à B. d'Espagnat.

¹⁵ Docteur en Physique des matériaux et Docteur en Théologie, Prêtre

pour quelqu'un, qu'en vertu des étapes intellectuelles déjà franchies par ce quelqu'un.

En ce qui me concerne la principale de ces étapes fut la "redécouverte", si j'ose dire, de la notion d'enchevêtrement quantique. La notion - liée à celle de non-séparabilité - émerge tout naturellement des mathématiques de la mécanique quantique mais ne se prête à aucune image. Pour l'instant permettez-moi donc, pour répondre simplement à votre question, de remettre toute définition, ou explication, à plus tard et de simplement *mentionner* la redécouverte en question. Je dis "redécouverte" et non pas "découverte" parce que le fait que cet enchevêtrement ("entanglement" en anglais) est une conséquence incontournable des axiomes de la mécanique quantique avait été noté par Schrödinger depuis longtemps. Il avait même écrit que c'était là la plus importante caractéristique de cette mécanique ! Mais, curieusement, en dépit du prestige de Schrödinger, l'un des "pères fondateurs" de la mécanique quantique, cette forte assertion de lui avait été radicalement oubliée. Au point que le mot même n'apparaissait dans aucun des manuels utilisés pour l'enseignement de cette discipline et que je dus en inventer la traduction en Français (d'autres écrivent "imbrication" ou "intrication", c'est bon aussi !). Toujours est-il que ma découverte personnelle de la chose et de son caractère étrange m'a grandement fait réfléchir. Elle m'a conduit à formuler une distinction (assez technique, donc je glisse) entre mélanges quantiques *propres* et *impropres*, à contester l'opinion (alors répandue) que les problèmes relatifs à la théorie de l'opération de mesure étaient résolus depuis longtemps et surtout à réaliser que l'idée surprenante d'un enchevêtrement à grande distance ne pouvait être court-circuitée. J'étais donc mûr pour apprécier ma rencontre d'idées (ou plutôt de questionnements !) avec John Bell et surtout l'importance de la grande découverte - en bref la

non-séparabilité - qu'il fit presque justement à ce moment là. Mais si vous le voulez bien nous parlerons de ça un peu plus tard.

Th.M. Bien entendu ce n'est pas ici le lieu de vous demander des précisions qui, en effet, ne pourraient être que techniques mais vous nous avez dit que les recherches auxquelles vous venez de faire allusion vous avaient été inspirées par votre réflexion relativement aux fondements de la mécanique quantique. Pouvez-vous nous dire sommairement en quoi consistait cette réflexion ?

B.d'E. Pour cela il faut d'abord que je vous dise quelle est à mes yeux la différence principale entre physiques classique et quantique. Elle est que la physique classique est essentiellement *descriptive* alors que la physique quantique est fondamentalement *prédictive*. Et plus précisément : prédictive d'observations.

Dire que la physique classique est descriptive cela signifie que l'on considère sa visée comme étant de lever le voile des apparences: de découvrir et de décrire ce que, sous ce voile, le réel est en soi. Quand ils ont affaire à une théorie de ce type les philosophes disent qu'elle s'insère dans le cadre du *réalisme ontologique*. Le mot "ontologique" est construit à partir de la racine grecque *onto-* qui signifie l'être. Autrement dit, une telle théorie est une théorie pouvant être interprétée comme visant à la connaissance de ce qui *est*. De ce qui existe tout à fait indépendamment de nous. Et c'est bien ainsi que, tout naturellement, la grande majorité des scientifiques comprend la science.

Quand la mécanique quantique apparut, il était naturel d'espérer qu'il en irait de même pour elle, qu'elle s'insérerait d'elle-même dans le cadre du réalisme ontologique. Or, si étrange que cela paraisse, quand on essaye de présenter la physique quantique de cette manière, c'est à dire en mettant l'accent sur l'existence dans l'espace de réalités correspondant aux symboles

mathématiques que la théorie utilise pour ses prédictions, on tombe sur les pires difficultés. Je n'irai pas jusqu'à dire que ces difficultés sont insolubles. Mais je constate qu'en ce domaine, étudié en tous sens depuis que la physique quantique existe, aucune conception n'a été suffisamment crédible pour s'imposer. Et dans le même ordre d'idées je constate aussi que, dans la théorie, la notion même de choses existant par elles-mêmes, dans l'espace, séparément les unes des autres, tend plus ou moins à s'estomper. A s'estomper au profit d'une certaine globalité qui n'apparaît pas au regard mais se cache dans les équations.

Tout cela est plutôt déconcertant. Et pourtant la physique quantique existe. Dans le domaine de la prévision d'observations elle vole de succès en succès. Et ces succès, finalement, s'expliquent très bien. Ils s'expliquent, justement, par le fait que pour exposer clairement la physique quantique et comment on s'en sert il est inutile de chercher à faire du descriptif. Il faut, naturellement, énoncer ses axiomes constitutifs, mais ceux-ci se présentent eux-mêmes comme des règles de prédiction de ce qui sera observé. Personnellement j'en infère, comme je le disais, que la physique quantique n'est pas descriptive mais seulement prédictive d'observations. Et vu son caractère central, au coeur de quasiment toutes les disciplines scientifiques, je n'hésite pas à dire la même chose de la science elle-même. J'estime donc qu'il faut abandonner le réalisme ontologique. Que nos connaissances ne portent pas sur "le Réel", le *fond des choses*, mais seulement sur la réalité empirique, c'est à dire sur l'image que, vu sa structure et ses capacités finies, l'esprit humain est amené à se former de la réalité en soi. Et compte tenu de la globalité j'estime qu'il faut même abandonner l'idée que les objets, élémentaires ou composés, existent par eux-mêmes à chaque instant, chacun en un lieu donné. Il est plus vrai de dire que si nous les voyons ainsi c'est

parce que la structure de nos sens et de notre esprit nous conduit à les voir de cette manière.

Cette façon de voir n'est certes pas partagée par l'ensemble des scientifiques. Vous remarquerez cependant qu'elle est très loin de m'être personnelle. D'une part elle rejoint les vues de plusieurs neurologues actuels de premier plan, spécialistes de la cognition. Et d'autre part ses grandes lignes rappellent celles d'approches philosophiques telles que le kantisme, le pragmatisme, et même le positivisme. Ce que je viens en somme de vous montrer c'est simplement qu'aujourd'hui elle reçoit indirectement l'appui de la plus féconde des grandes théories physiques fondamentales, ce qui, évidemment lui confère un poids encore plus grand.

Th.M. Soit, mais je me pose une question. Il semble résulter de ce que vous dites que la physique quantique nous conduirait à adopter une philosophie à tendance plus ou moins idéaliste. Or l'un de vos grands apports concerne ce que vous appelez le « réel voilé ». Pourriez-vous nous expliquer ce que vous entendez par ce terme et comment vous reliez cette notion à ce que vous venez de dire ?

B.d'E. Oui certes. Vous avez sans doute constaté que jusqu'ici le raisonnement a été conduit à partir exclusivement de la physique. Mais de celle-ci nous avons tiré tout ce qu'elle pouvait nous donner. Or oui, personnellement je juge que ce n'est pas un aboutissement. Contrairement aux idéalistes je considère qu'il est *incohérent* de prétendre écarter radicalement la notion d'être. Mais mes raisons de penser cela ne doivent rien à la physique. Elles sont philosophiques et essentiellement au nombre de deux.

- La première, qui sera, je pense, jugée bonne par la plupart des scientifiques, est qu'il y a manifestement quelque chose qui nous résiste. Il arrive - trop souvent hélas ! - que le théoricien construise une théorie parfaitement logique, simple, mathématiquement élégante, dont les conséquences sont soumises à des tests expérimentaux, et que le résultat soit négatif. Il est constaté que les faits observés sont incompatibles avec les prévisions de la théorie. Dans ce cas, naturellement, la théorie est rejetée. Ainsi, il y a quelque chose qui a dit NON. Et il faudrait développer une grande acrobatie intellectuelle pour se convaincre que ce quelque chose est encore "nous". En harmonie, je crois, avec la quasi totalité des scientifiques, je juge qu'on ne peut raisonnablement le concevoir que comme pleinement extérieur à nous.

- Et ma seconde raison, qui en appellera moins aux scientifiques mais plus peut-être aux philosophes, est celle-ci. Selon les idéalistes, la pensée est première par rapport à tout puisque les choses ne sont que des apparences pour la pensée. Or je considère que cette conception n'est pas logiquement défendable, tout simplement parce que pour pouvoir penser il faut être. Je juge donc que c'est la notion d'être qui est première, par rapport à celle de pensée.

Donc, dis-je, il faut conserver la notion d'être, mais en prenant soin de ne pas la revêtir de toutes ces notions - spatialité, localité, temporalité etc. - dont la physique actuelle nous révèle qu'elles sont relatives à nous... et que, implicitement, postulent ceux qui proclament que "l'être, c'est la matière". Cet être, ce Réel ultime, est, dirai-je, fondamentalement inatteignable par les méthodes expérimentalo-déductives de la science, lesquelles ne donnent accès qu'à la réalité empirique, en d'autres termes aux phénomènes c'est à dire aux apparences valables pour tous. Je n'exclus cependant pas que certains traits de la physique - les constantes fondamentales par exemple - puissent

correspondre à des attributs vrais de l'être. C'est pourquoi j'appelle celui-ci "le réel voilé".

Th.M. Un autre élément essentiel de la physique quantique est la « non séparabilité ». De quoi s'agit-il et comment l'interprétez-vous ?

B.d'E. Comme nous le savons tous, en mécanique quantique il y a une notion très fondamentale qui est celle de fonction d'onde, et une bonne part des recherches qui y sont faites met en jeu son évolution dans tels ou tels cas. Il est donc très tentant de concevoir la fonction d'onde comme représentant la réalité physique du système étudié. Or pensons à un phénomène de choc entre deux particules. *A priori* on se représenterait cela, grosso modo, comme le choc entre deux boules de billard. Les deux boules se rapprochent, s'entrechoquent, et puis se séparent et partent chacune de son côté. En mécanique quantique on traite le phénomène en associant, au départ, une fonction d'onde à chacune des deux particules et l'on dispose d'une équation, celle de Schrödinger, qui permet d'étudier comment le tout va évoluer. Or ce que cette équation nous apprend c'est que, après le choc, il n'est en général plus possible d'attacher une fonction d'onde à chacune des deux particules. Mathématiquement, ce qui existe alors c'est seulement une fonction d'onde indissociablement attachée aux deux particules à la fois. Ce qui fait que tenir la fonction d'onde comme représentative de la réalité du système nous oblige à considérer qu'après le choc les deux particules restent mystérieusement liées, ne forment plus qu'un seul système, et cela indépendamment de la distance séparant les lieux où elles seront observées (nous voyons là bien distinctement apparaître cette notion d'enchevêtrement à grande distance que je mentionnais tout à l'heure).

Cette conclusion paraissant absurde on a cherché divers moyens d'y échapper. Par exemple en supposant que l'entité mathématique représentative du réel n'était pas la fonction d'onde mais une autre entité mathématique, dénommée "matrice densité". Mais on a vite constaté qu'on tombait alors sur une autre difficulté : celle que devenaient inexplicables des corrélations prévues par la mécanique quantique et effectivement observées. D'éminents théoriciens firent alors valoir que jusqu'ici toutes les grandes théories conçues en leurs temps comme définitives se sont avérées périssables, que le même sort attendait vraisemblablement notre actuelle mécanique quantique, et que, sans doute, dans le cadre de la théorie de remplacement de telles difficultés s'évanouiraient. Finalement, durant les deux décennies de l'après-guerre l'idée la plus répandue était qu'il devait s'agir là d'un problème plus philosophique que physique, sans implications expérimentales, et dont les physiciens seraient bien avisés de se détourner.

C'est alors - très précisément en 1964 - qu'eut lieu la découverte de Bell déjà mentionnée, laquelle balaya ces vues pessimistes et montra que la question relevait pleinement de la science. Il s'agit d'un test. Bell montra que si l'on croit au réalisme ontologique et à la localité (influences mutuelles décroissant avec la distance) certaines inégalités entre résultats de mesures doivent être satisfaites, alors que la mécanique quantique prédit qu'elles seront violées.

Les paris étaient ouverts. Se situant dans la ligne d'Einstein (réalisme et localité), John Bell s'attendait plutôt à un résultat positif (inégalités satisfaites) alors que, confiant en les vertus de la mécanique quantique, je pariais plutôt pour une violation. Mais nous jugions évidemment que c'était à l'expérience de trancher et la première chose à obtenir était qu'elle soit faite. Fort heureusement je fus invité par la Société Italienne de Physique à organiser une session de l'Ecole d'Été Enrico Fermi, à Varenna. Celle-ci eut

lieu en 1970, j'y invitai Bell ainsi que des physiciens susceptibles d'être intéressés par la question, ce qui contribua à mettre la collectivité physicienne en mouvement. Puis, des difficultés étant apparues, Bell et moi organisâmes conjointement, en 1976, une session d'étude en Sicile, où nous prîmes soin d'inviter les expérimentateurs ayant entamé le travail et leur adjoignîmes un jeune chercheur en optique, Alain Aspect, lequel décida de faire de l'expérience son sujet de thèse. Et c'est lui et sa toute petite équipe qui, en 1982, fournirent le premier résultat pouvant être tenu pour définitif. Il était que la mécanique quantique, une fois encore, avait gagné. Toute théorie conforme au réalisme ontologique et à la localité est fausse. L'enchevêtrement à distance, alias la non-séparabilité, est scientifiquement prouvé. Seule réserve: il ne permet pas l'envoi de signaux plus rapides que la lumière (ce qui sauve - en un sens - la relativité).

Th.M. Quand certains biologistes matérialistes disent que l'esprit émerge de la matière au cours de la grande évolution du vivant, que leur répondez-vous ?

B.d'E. Que je n'ai rien contre la théorie de l'évolution mais qu'elle concerne la réalité empirique: ce qui nous apparaît. Tous les objets, y compris les neurones, sont des apparences pour la conscience. Or on ne voit pas comment de simples apparences pour la conscience pourraient engendrer cette même conscience. Je veux bien qu'elle émerge, mais ce ne saurait être que du réel en soi.

Th.M. Comment passer de la réalité empirique du physicien au réel en soi ? Est-ce le domaine de la spiritualité pour vous ?

B.d'E. Oui en un sens. Ce qui se passe c'est ceci. Puisque, selon ma conception du Réel voilé, la science ne peut plus espérer nous fournir une information exhaustive sur la nature de l'Etre en soi, puisqu'elle ne nous donne sur lui que d'incertaines lueurs, elle ne peut pas exclure que d'autres activités de l'esprit nous donnent, elles aussi, d'imprécises lueurs sur lui. Ce qui fait justice de l'idée qu'il y aurait, d'une part, la science, qualifiée et seule qualifiée pour atteindre le fond des choses, et d'autre part l'art, la musique, la poésie, l'émotion, confinés au seul agrément. Je dirai que, alors que si, sur le plan de l'accès à la réalité empirique, la science est seule reine, en revanche elle ne jouit d'aucun privilège lorsqu'il s'agit du "fond des choses". Que là, l'émotion, artistique par exemple, se trouve (au moins!) à égalité avec elle, l'une comme l'autre ne nous fournissant que des lueurs - précieuses certes ! - sur un domaine qu'elles ne nous laissent qu'entrevoir.

Marcel Proust est l'auteur qui a le mieux rendu l'expérience de telles "lueurs". Et j'ai récemment lu un petit livre de Jean-Noël Contensou (intitulé *Fugue en Dieu majeur*) qui les illustre excellemment. Et je dirai que de mon point de vue comme du sien il en va - dans les grandes lignes - de même s'agissant de la spiritualité laquelle est avant tout expérience intérieure. Et qui ne va pas sans le sentiment du mystère.

Th.M. *Comment situez-vous votre positionnement métaphysique par rapport à Platon, Spinoza, Jaspers, Schrödinger ?*

B.d'E. L'analogie entre la position de Platon et la mienne tient à ce que, dans le mythe de la Caverne, il souligne que nos sens ne nous donnent accès qu'à des apparences et que ce qui *est* - pour lui, les *Idées* - est d'une nature bien différente de celles-ci. C'est aussi ce que je dis.

Ce qui me rapproche quelque peu de Spinoza c'est qu'il n'admet qu'une seule Substance, qui est Dieu, qui est perçue (ou "conçue") soit comme matière (ou "étendue") soit comme esprit; ce qui rapproche un peu le Dieu spinozien de mon Réel voilé, que nous percevons, soit sous les apparences d'objets soit sous celles d'états de conscience. Mais ce qui m'en éloigne, c'est qu'il considère cette Substance comme connaissable.

Pour la même raison je me sens aussi assez proche de Jaspers quand il affirme que l'être ne peut être ni objet ni sujet et qu'il ne peut être que *l'englobant*, qui ne se manifeste que via une scission sujet-objet. Cet englobant a manifestement quelque similarité avec mon Réel voilé. La différence, bien sûr, étant que j'infère celui-ci à partir de données de la physique.

Quant à Schrödinger, qui se sentait au moins autant philosophe que physicien, il jugeait, comme Mach, que nous disposons d'un jeu de sensations élémentaires avec lesquelles nous pouvons "construire" soit la science soit l'affectivité - le beau et le laid, le bien et le mal, Dieu et l'éternité... ; mais pas les deux à la fois. Il disait là "construire", car il était idéaliste. Dans ma conception du Réel voilé je dirais aussi "construire", mais quand même avec l'idée que par là, au moins dans la branche "science", on arrive malgré tout à glaner d'incertaines lueurs sur le Réel, sur l'Etre, les constantes universelles par exemple. Il me paraît alors normal que dans l'autre branche, celle de l'affectivité, on arrive aussi, finalement à certaines lueurs sur l'Etre, mais cette fois de type affectif. Et c'est la spiritualité.

Th.M. Vous parlez dans vos livres de "l'appel de l'être". Pouvez-vous préciser ce que vous entendez par là ?

B.d'E. C'est vrai : dans plusieurs de mes livres j'ai avancé l'idée que l'esprit humain conserverait une sorte de vague "souvenir" (mais a-temporel...) de cet Etre "antérieur" à la scission jaspérienne, de cet englobant, apparenté à mon Réel voilé. Je suis même allé jusqu'à évoquer des "ponts-en-fils-d'araignée" qui nous reliaient à cet Etre, ainsi que d'énigmatiques "appels de l'Etre". Ce sont là des images visant à évoquer le moins mal qu'on le peut des choses ressenties, à la fois incertaines et non tout-à-fait conceptualisables, mais *possibles* : en ce sens que dans la conception du réel voilé elles ne sont pas exclues par les données qu'on a (alors qu'en physique classique elles paraissaient l'être).

Th.M. Vous m'avez dit vous intéresser à la théologie apophasique. Quels éléments y trouvez-vous qui apportent quelque chose à votre recherche de physicien philosophe ? Et d'abord, pouvez-vous rappeler brièvement de quoi il s'agit ?

B.d'E. En deux mots il s'agit de la pensée, dite aussi "théologie négative", d'un auteur vivant sans doute au Vème siècle après Jésus-Christ en Egypte, en Grèce ou en Syrie, adepte de la pensée néo-platonicienne et sur lequel on ne sait rien sinon qu'il s'est fait passer pour le membre de l'Aréopage d'Athènes nommé Denys, converti par Saint Paul au Christianisme. Curieusement, sa pensée n'en est pas moins très profonde et intéressante. Ce que j'y trouve c'est cette idée que pour l'essentiel Dieu - l'Origine, l'Etre ultime, le Réel voilé, appelez-le comme vous voudrez - est inaccessible à la pensée conceptualisée, ce qui est bien une sorte de préfiguration de la conception du Réel voilé. Voyez-vous, la plupart des penseurs disent : "par définition ce qui n'est pas conceptualisable ne nous concerne pas : nous n'avons pas à y penser". Ce que

j'apprécie en Denys dit l'Aréopagite - parce que je pense comme lui ! - c'est qu'il dit qu'au contraire cet indicible est essentiel.

Aussi est-ce avec une grande joie que j'ai récemment découvert sur Internet un éloge marqué de cet auteur et de sa théologie dû à une plume autorisée s'il en fut : celle de notre Saint Père Benoît XVI ! Vous le trouverez sans difficulté, il n'est pas long, et je vous suggère de le consulter (si ce n'est déjà fait !).

Th.M. En quoi votre vision du réel peut-elle rejoindre la quête de sens de nos contemporains, ainsi que nos responsabilités en termes d'écologie et d'éthique ?

B.d'E. En ce qui concerne la quête de sens, aujourd'hui beaucoup croient encore que l'on peut expliquer les choses à partir de l'élémentaire, du bas, en démontrant que les particules élémentaires - conçues comme des *êtres en soi* - se combinent peu à peu pour donner le monde complexe que nous voyons. C'était une conception que la physique classique rendait plausible. Mais nous avons vu qu'elle a échoué. Tant mieux car elle rendait difficile la quête de sens. Au vu de la physique contemporaine je dis que s'il nous faut, à toute force, une explication nous avons à la chercher dans ce qui est plus élevé que nous-mêmes, et qui nous est, par conséquent, mystérieux. C'est le Réel, l'Etre, le Divin. Et c'est là qu'on trouve le sens.

Notez que c'est là l'enseignement traditionnel de l'Eglise, auquel je ne fais qu'apporter ce qu'on pourrait appeler un "arc-boutant de crédibilité" supplémentaire, tiré de la physique contemporaine. Et destiné, bien sûr aux personnes en recherche plutôt qu'à celles qui ont la foi, comme on dit, chevillée au corps, et qui n'en ont donc pas besoin.

Même chose en ce qui concerne nos responsabilités en termes d'écologie et d'éthique. Dans les deux cas l'Eglise nous apprend, me semble-t-il, à ne pas entièrement nous focaliser sur le court terme et les amusements d'ici-bas; et, bien sûr, c'est aussi un enseignement qui découle, implicitement, de ce que je dis.

Une vision de la recherche en biologie en 2010

Maryvonne Legros¹⁶

Évaluée à l'aune de la place occupée dans l'ensemble des médias, la recherche en biologie est florissante, et ses nouvelles acquisitions affichent l'ambition de conduire tous les hommes à un grand bien-être généralisé. En même temps, un certain malaise est perceptible dans la communauté même des biologistes, et la biologie est sans doute le pan de la recherche scientifique le plus inquiétant pour l'ensemble du public. Quelles évolutions majeures la biologie a-t-elle connues au cours de ces dernières décennies, quelles sont les nouvelles orientations de la recherche et leurs retombées, sur la santé ou même sur l'image de l'homme ? Et dans ces conditions, comment définir une éthique de la recherche ? Voici des réflexions que nous souhaitons ici partager avec les lecteurs de "Connaître".

La biologie est sortie de son cadre académique traditionnel

La biologie occupe maintenant l'espace de vie de tous les hommes

Alors que jusqu'au milieu du vingtième siècle tout un chacun, quel que soit son degré de culture, pouvait ignorer les bases des réactions biologiques sur lesquelles reposent la vie, tout le monde entend maintenant parler de réponses biologiques à une multitude de produits bénéfiques ou toxiques. On peut citer plusieurs exemples illustrant cette évolution, que ce soit à propos de pratiques de consommation, de sport ou de santé. La moindre publicité, la moindre notice accompagnant la plupart des objets courants que chacun est amené à se procurer montre clairement que la biologie est partout. Par exemple, pour la protection des consommateurs, la composition de tout ce qui est mis en vente doit être indiquée, et les fabricants sont tenus de fournir la preuve de l'innocuité de chacun de ces composants sur la santé. Ce qui se justifie aisément pour les produits alimentaires ou les cosmétiques concerne

¹⁶ Chercheur à l'INSERM, Hôpital Necker, Paris.

aussi maintenant des éléments dont la dangerosité est moins évidente : peintures susceptibles d'être léchées, matières plastiques qui pourraient être ingérées ...

On peut aussi penser que les pratiques sportives, quant à elles, sont devenues des applications directes de données biologiques quand on considère la longueur des rayonnages de produits énergisants proposés à la vente dans les magasins spécialisés. L'intrication des domaines sportifs et biologique est encore plus flagrante dans le cas des efforts mis en œuvre pour le dopage des professionnels, aussi bien par les officines inventant toujours de nouveaux produits que par les laboratoires officiels chargés de la détection de ces nouvelles substances.

Enfin, dans le domaine de la santé, à l'occasion d'une épidémie ou de variables faits divers, tous les médias pour grand public répandent à plaisir de nombreuses connaissances de médecine ou de biologie.

Les études biologiques s'appliquent à toute la sphère du vivant

La biologie humaine est en plein essor, mais les mondes animaux et végétaux sont aussi pris en considération. Les moteurs de la démarche biologique sont divers : il peut s'agir d'une recherche de meilleurs rendements pour les cultures ou l'élevage, d'un souci du bien-être de l'animal ou de l'environnement, ou de l'exploration de nouveaux biotopes ou de nouvelles espèces. Dans tous les cas, cette démarche englobe l'utilisation de composés chimiques constamment « améliorés » et la réalisation de nombreuses analyses biologiques. De vrais laboratoires sont maintenant présents dans beaucoup de grandes exploitations agricoles du monde occidental. Des petits laboratoires d'analyse font d'ailleurs aussi partie de l'équipement des chercheurs partant explorer les recoins mal connus de la planète. Le même type de recherches est même conduit en archéologie (recherche d'ADN, analyse de la composition chimique des fossiles animaux ou végétaux).

L'épopée des « Organismes Génétiquement Modifiés » illustre tous les aspects des interventions de la biologie dans ces mondes. C'est le cas, bien sûr, de la création de ces OGM, qui requiert la mise en œuvre de techniques

de génie génétique très performantes, mais aussi des multiples et diverses investigations de laboratoire mises en œuvre, aussi bien par leurs défenseurs que par leurs opposants, pour apprécier leur impact sur le reste du monde vivant. La question de leur impact est en effet au centre des débats, puisque c'est maintenant un fait : de nombreux produits de l'agriculture portent maintenant les marques de l'intervention humaine. Cela peut être vrai pour le lait produit par des animaux « enrichis par certains gènes », mais aussi pour la viande, puisque la chair de descendants de bovins clonés a été mise en vente récemment. On constate donc une rapide et très large transformation de l'environnement humain par les retombées de la recherche en biologie. Ceci repose sur la volonté de quelques hommes, scientifiques et entrepreneurs, de créer dans ce but d'énormes centres de biotechnologies capables de réaliser tous leurs projets.

Les cathédrales dédiées aux prestigieuses recherches sur la biologie humaine

Les avancées les plus prestigieuses de biologie des dernières années ont aussi été réalisées dans ce type de nouvelles et énormes structures élaborées dans un but précis. C'est le cas de l'Institut J. Craig Venter de génomique créé en 1998 pour réaliser le séquençage du génome humain, en compétition d'ailleurs avec un consortium public multicentré et piloté par le NIH (National Institute of Health) aux États-Unis. Les moyens mis en œuvre ont été colossaux, aussi bien au niveau matériel (nécessité d'élaborer des machines géantes pour une exploration biologique ultra rapide, du matériel informatique ultra puissant pour interpréter les résultats, de coordonner l'ensemble ...) qu'humain. Le séquençage humain, qui semblait impossible 20 ans avant, a été réalisé, pour l'essentiel en 3 ans, à la fois par la coopération internationale étroite des centres du consortium public et l'institut Craig Venter. Le séquençage a été achevé en 2004. L'acquisition de ce résultat fondamental sur les caractéristiques des cellules humaines a ouvert une nouvelle situation qui pourrait dominer la recherche en biologie des prochaines années. Il s'agit d'une compétition ouverte entre les laboratoires

publics, dont le but est de préciser les connaissances et de les mettre à la disposition de toute la communauté scientifique, et les instituts privés espérant rentabiliser financièrement leurs investissements et leur travail. C'est justement dans ce but que, récemment (fin mai 2010), le même Craig Venter a prétendu réaliser la première « fabrication » d'une cellule (*Mycoplasma mycoides*) contrôlée par un ADN synthétique. Le résultat acquis n'était pas aussi important que le laissait penser la médiatisation qui en était faite. Néanmoins, cette médiatisation même lui conférait une réalité certaine pour des acteurs de la sphère économique susceptibles d'aider au développement de ce type de manipulations génétiques à retombées financières possibles.

Les nouveaux apports de la recherche académique

À côté des grandes entreprises aux ambitions prestigieuses, la recherche en biologie se développe dans des laboratoires « classiques », mais il ne s'agit plus de laboratoires dispersés peuplés de petites souris et de réactifs divers et variés.

Les nouveaux laboratoires

Les petites souris ne sont plus hébergées dans un local attenant au laboratoire, mais habitent des animaleries « de luxe » construites selon des normes drastiques de température, stérilité et confinement et dans lesquelles se pratiquent les expériences parfaitement codifiées et programmées. Les réactifs, quant à eux, se présentent le plus souvent sous la forme de kits prêts à l'emploi pour réaliser telle ou telle expérience ; ces kits sont fournis par différentes entreprises et la composition de leurs divers composants, protégée par des brevets, est souvent ignorée des expérimentateurs. Surtout, les laboratoires ne sont plus, et ne peuvent plus être isolés. Des possibilités d'explorations de plus en plus précises apparaissent constamment, avec la mise sur le marché de nouveaux appareils de haute technicité, toujours à développer ou à renouveler. Leur utilisation devient impérative pour que les

résultats de la recherche soient acceptés mais leur coût nécessite que les laboratoires s'organisent en centres importants pour pouvoir s'en équiper. Il nécessite aussi que soient réunis les fonds pour se les procurer. Ce sont leurs utilisateurs, les chercheurs, à qui incombe la charge de réunir l'argent nécessaire. Cette nouvelle tâche, de plus en plus lourde, restreint indéniablement la liberté de la recherche : seuls les sujets susceptibles d'être financés seront étudiés. En plus de la recherche de sponsors, elle requiert la confection de dossiers volumineux, avec élaboration de nouveaux projets et mise en exergue de résultats produits par le laboratoire. Une qualité essentielle des résultats expérimentaux devient ainsi leur capacité à être rapidement publiés dans une bonne revue, ce qui contribue à l'augmentation exponentielle des publications scientifiques mondiales. C'est, avec le développement de l'internet, l'origine d'un autre changement fondamental de la recherche : l'énorme quantité d'informations que doit lire, comprendre, et intégrer le chercheur de base est une prodigieuse source d'inspiration, mais aboutit aussi parfois à une grande dispersion des expériences et au recul de recherches originales.

Les changements de principes de recherche

Les recherches actuelles s'appuient sur un ensemble de données de base acquises au début de la seconde moitié du XXème siècle.

- La situation à la fin du XXème siècle

Les données fondamentales qui ont révolutionné les notions sur les supports matériels de la vie ont été obtenues entre 1950 et 1980, par des approches expérimentales bien pensées et formulées par François Magendie et Claude Bernard. Ces approches établissent les nouvelles connaissances selon une procédure en six étapes : 1 formulation d'une hypothèse; 2 élaboration d'un protocole expérimental; 3 expérience; 4 caractérisation précise des résultats; 5 analyse des implications des données obtenues; et 6 nouvelle hypothèse.

Ces démarches ont permis de mettre en évidence les acides nucléiques et d'élucider le code génétique, de trouver le principe de la réplication de l'ADN, et de proposer un schéma simple de la fabrication des protéines, supports de la vie : ADN-ARN-protéine.

Parallèlement, en s'inspirant de l'exemple de la serrure et de la clé, a été imaginé le principe des récepteurs (serrures) des différentes hormones (clés) dont l'existence a pu être mise en évidence d'abord dans le noyau (hormones stéroïdiennes), puis sur la membrane plasmique (hormones polypeptidiques). Des produits capables d'antagoniser les effets d'une hormone trop abondante ou de s'y substituer en cas d'insuffisance pouvaient dès lors être conçus, et les bases des actions pharmacologiques ont alors été établies. Ces travaux se sont poursuivis en recherchant, pour chaque récepteur, une façon de transmettre au reste de la cellule le signal de la présence de l'hormone. Ainsi ont été trouvés les « seconds messagers » (d'abord AMP cyclique puis variations de concentrations calciques intracellulaires) contrôlant les systèmes de transduction intracellulaire. Le schéma hormone – récepteur - second messenger - réponse cellulaire a donc été rapidement adopté.

À la même époque ont été analysées les propriétés électriques de la membrane cellulaire, le principe des équilibres hydro-électrolytiques entre la cellule et le milieu extracellulaire, et les progrès des techniques électrophysiologiques ont permis de mettre en évidence l'existence et les propriétés de protéines membranaires à fonction de canal ionique. Grâce aux progrès des techniques, on pouvait désormais étudier la fonction et la régulation d'une seule protéine.

Parallèlement, les avancées réalisées en microscopie électronique permettaient de voir les différents composés intracellulaires avec leurs rapports réciproques, de les étudier et donc d'en mieux comprendre le fonctionnement.

L'explosion des connaissances en immunologie a, quant à elle, ouvert un nouveau chapitre de connaissance dont l'exploration a concerné tous les domaines de la biologie.

La fin du XXème siècle a ainsi été caractérisée par une énorme accumulation de nouvelles connaissances de biologie cellulaire. La recherche en biologie a toujours eu pour vocation de permettre une médecine plus performante. De façon impressionnante, les nouvelles connaissances ont été très rapidement appliquées en médecine, et ont eu un retentissement sociologique considérable.

Un point essentiel est que la médecine, cantonnée jusqu'aux années 1950 au traitement des pathologies exogènes (infections, accidents), a pu se confronter avec succès aux dysfonctionnements endogènes comme les troubles hormonaux.

À ce sujet, les résultats obtenus dans les laboratoires de recherche ont permis d'améliorer considérablement les diagnostics, devenus plus précis, et les traitements, maintenant hautement spécifiques, de maladies autrefois difficilement contrôlables.

La maîtrise des réactions immunitaires a, quant à elle, permis de développer les transfusions sanguines et de pratiquer les greffes d'organes, premier remplacement d'une « partie » d'un être humain par une « pièce » prélevée sur une autre personne.

Le domaine qui a été le plus bouleversé est sans doute celui de la reproduction. La pilule contraceptive, qui a considérablement modifié les évolutions démographiques, dérive directement des travaux de la recherche fondamentale sur les propriétés des récepteurs hormonaux. Le principe de son utilisation est entré dans les mœurs. La procréation médicalement assistée et le diagnostic génétique prénatal, développés peu de temps après, sont aussi maintenant de pratique relativement courante. Le développement de la fécondation in vitro, la mise au point du développement de l'embryon dans l'utérus d'une « femme-porteuse », ou les traitements pour repousser la possibilité de grossesse jusqu'à des âges très avancés, tous ces résultats envoient définitivement aux oubliettes les images mentales de la conception-miracle, -châtiment, ou -cadeau des Dieux.

- La recherche actuelle

Confrontée aux splendides résultats des décennies précédentes, la recherche contemporaine se doit d'être aussi performante.

Les recherches « classiques » conduites selon les principes habituels fournissent toujours des résultats intéressants : de nouveaux composés, de nouvelles voies réactionnelles continuent à être découverts, mais le problème s'est déplacé. Les schémas réactionnels élaborés il y a quelques dizaines d'années sont trop simples : les meilleures caractérisations des réponses cellulaires étudiées *in vitro* montrent qu'elles peuvent différer très largement selon le protocole expérimental choisi. Ceci peut refléter l'hétérogénéité des signes présentés par différents malades au cours d'une même maladie, et les différences de leurs réactions au traitement. L'enjeu est maintenant de trouver les causes de cette hétérogénéité. On sait en effet, maintenant, que chaque hormone n'a pas un, mais plusieurs récepteurs qui activent non pas une, mais plusieurs voies de transmission de l'information, et chaque réaction survenant au sein d'une cellule est capable d'en moduler plusieurs autres, ce qui modifie la réponse finale de la cellule à l'action du composé étudié. De plus, d'une espèce à l'autre, et selon le contexte auquel elle est confrontée, chaque cellule peut avoir un comportement différent.

Le séquençage du génome humain a, quant à lui, détruit le schéma de correspondance simpliste un gène/une protéine en montrant une énorme proportion d'ADN de fonction inconnue et un nombre très limité de gènes (moins de 30 000, donc environ 10 fois moins que de protéines). Le nombre connu des composés intermédiaires et des modulations de réactions qui interviennent entre un gène et les protéines qu'il encode augmente régulièrement, et le phénomène est de plus en plus difficile à appréhender. Les nouvelles données, au lieu d'apporter des éléments de compréhension claire des phénomènes, les compliquent encore davantage du fait des multiples interactions de chaque composé et du nombre des effets indirects de chaque réaction. À la fin de son étude, le chercheur « sait qu'il ne sait pas ».

Devant ces difficultés, la recherche actuelle s'appuie sur le développement des biotechnologies qui offrent des possibilités d'exploration du vivant stupéfiantes (c'est ce qu'on a vu avec l'exploration du génome). Les chercheurs perdent leur côté « penseurs » pour devenir des explorateurs dont les performances dépendent des outils qu'ils peuvent se procurer (ce qui nécessite la recherche de financements importants). L'utilisation des techniques les plus innovantes est, en effet, un grand critère de l'excellence de la recherche, réclamée à corps et à cris par toutes les autorités, les autres points essentiels étant la rentabilité (dépenses de brevets) et la rapidité.

Des technologies d'exploration étant maintenant disponibles, la prise de conscience de l'existence et de l'importance de réseaux fonctionnels de divers composés conduit au développement d'analyses différentielles de ces réseaux. C'est ainsi que l'on est arrivé à comparer l'ensemble des protéines d'un patient sain et le même ensemble de protéines obtenu à partir d'un patient malade (ou une population de cellules dans un état basal avec une population de cellules traitées par le composé à étudier) sans idée préconçue (on peut aussi dire : sans hypothèse de départ). Cette recherche « omique » concerne les ARN messagers (transcriptomique), les protéines (protéomique), les réactifs du métabolisme (métabolomique) et l'on y insère maintenant les composés lipidiques (lipidomique). Ces approches peuvent être « payantes », en mettant en évidence des paramètres qui n'auraient pas été évoqués de premier abord: il en est ainsi de la mise en cause de protéines précises impliquées dans la réponse inflammatoire dans le cas de la mucoviscidose. Cependant, ces approches ne résolvent pas complètement la question, car elles ne sont pas encore assez sensibles et leurs résultats sont quelquefois difficiles à confirmer fonctionnellement. Elles peuvent aussi induire des erreurs, car les échantillons peuvent présenter d'autres différences que la pathologie étudiée, et la lourdeur de tout protocole expérimental favorise l'introduction d'artéfacts.

En fait, qu'il s'agisse des résultats de recherches de type classique ou d'analyses « - omiques », les nombreux résultats obtenus actuellement

peuvent être comparés, dans de nombreux cas, à un amoncellement de pierres qui devraient servir à une grandiose construction. Cependant, comme l'énonçait déjà Auguste Comte, « un amoncellement de pierres ne constitue pas une maison ». Cette conviction, partagée par un certain nombre de chercheurs, atténue l'enthousiasme qui doit normalement entraîner les travaux. Elle pousse aussi au développement de la recherche systémique *in silico*, l'ordinateur étant appelé à la rescousse pour organiser le monceau de résultats accumulé par l'humain. Cette innovation peut être la clé de la biologie de demain.

Les retombées actuelles de la biologie

Par ses résultats, et par son existence même, la recherche en biologie continue à améliorer la santé humaine.

Les progrès ne sont pas forcément dus aux dernières découvertes, car l'allongement de la durée de vie humaine est grandement provoqué par les progrès de l'hygiène, l'amélioration des conditions de vie (au moins dans le monde occidental), et la diminution globale de la pénibilité des travaux. Il faut aussi prendre en considération l'importance des résultats des décennies précédentes, comme la découverte des antibiotiques et l'essor de l'industrie pharmaceutique permis par les recherches en biologie.

Par contre, les « progrès » spectaculaires régulièrement annoncés dans la grande presse, comme le clonage humain, le doublement de la durée de la vie ou l'éradication totale du cancer ne sont toujours pas des réalités. Les résultats pratiques actuels sont sans doute plus modestes et plus nombreux : les progrès en cancérothérapie, par exemple, peuvent être rapportés à l'utilisation de nouvelles molécules et à une meilleure utilisation des plus anciennes dont les propriétés sont maintenant mieux connues. Les explorations biologiques de routine ou à visée diagnostique deviennent toujours plus poussées et plus précises.

Le développement le plus spectaculaire est celui des médecines prédictives et préventives. La prédiction concerne en premier lieu les embryons à naître. La recherche d'anomalies génétiques est systématiquement

effectuée sur des parents sains d'enfants malades, dans le but de connaître les risques d'une nouvelle naissance d'enfant atteint. En cas de nouvelle grossesse, l'exploration génétique prénatale suivie d'une éventuelle interruption de grossesse est proposée dans les pays comme la France qui refusent le diagnostic pré-implantatoire des affections. Le diagnostic pré-implantatoire est le diagnostic génétique réalisé, avant implantation dans l'utérus de la mère, sur des ovules fécondés *in vitro*. Des prédictions peuvent aussi être faites sur des adultes descendants de sujets atteints de maladies graves, comme les maladies d'Alzheimer ou de Parkinson ou la chorée de Huntington. Néanmoins, ces prédictions ne sont pas très appréciées, car aucune thérapie n'existe pour ces maladies, et, dans le cas des deux premières, on ne connaît que des facteurs de risques. Il est aussi possible, aux Etats-Unis, de faire décoder à but prédictif l'ensemble de son génome par des sociétés de biotechnologies privées, ce qui peut avoir un but incitatif à l'adoption d'une meilleure hygiène de vie dans le cas de prédisposition à des maladies cardiovasculaires, mais le prix de l'examen est encore considérable.

La médecine préventive est, quant à elle, en constante progression. Le montrent les recherches systématiques de cancers génitaux chez la femme, de cancers coliques chez tous les « seniors », et les encouragements à des bilans de santé réguliers formulés par le gouvernement et relayés par les médias. Dans un autre ordre d'idée, les campagnes contre le tabac, les aliments trop gras ou trop sucrés s'appuient toutes sur des résultats biologiques plus ou moins exacts. A tout moment, tout homme est maintenant ramené à sa nature de créature biologique dont la vie doit être protégée.

Cette évolution ne présente pas que des avantages. On peut d'abord évoquer son coût, car la facture de l'ensemble de la politique de santé, de plus en plus lourde, devient difficile à supporter par la société. La médicalisation à outrance peut aussi être ressentie comme un fardeau : un certain nombre de femmes enceintes regrettent, par exemple, que l'attente d'un enfant soit assimilée à une maladie. Enfin, certaines explorations médicales de bilans de santé obligatoires ou de médecine prédictive posent de réels problèmes

éthiques par leur possibilité de dévoilement intempestif ou par les angoisses qu'elles provoquent. On peut concevoir le traumatisme de celui qui apprend par exemple, qu'il porte une mutation qui le rend susceptible de développer un cancer ou de mourir fou. Finalement, il faut aussi reconnaître que l'importance prise par la biologie modifie profondément la vision philosophique de l'homme.

L'image de l'homme, et le choix de son action

L'image de l'homme

En ce début de XXIème siècle dominé par le pragmatisme et la notion d'un utilitarisme immédiat, la biologie, dont les performances sont indéniables, se présente plus que jamais comme un participant essentiel du contrôle de l'évolution de l'Humanité vers un avenir radieux. Par leur qualité, ses résultats lui donnent ce droit. Cependant, il faut reconnaître que l'omniprésence des sujets biologiques dans la sphère médiatique contribue aussi à développer, dans l'ensemble de la population, l'idée que toutes les pathologies peuvent être vaincues, et que les performances humaines seront indéfiniment augmentées.

Une première question se pose : quelles sont les pathologies et les performances qui doivent être ciblées en priorité ? Bien sûr, les acteurs de la recherche évoquent le « Bien commun », mais force est de constater que la lutte contre l'obésité et les maladies cardio-vasculaires, conséquences des excès engendrés par la richesse occidentale, suscitent plus de travaux qu'une recherche d'éradication du paludisme, une des plus grandes causes de mortalité au monde. Le choix de la recherche a maintenant quitté les laboratoires ; les décideurs sont dans les sphères politiques et surtout économiques, et les résultats scientifiques sont sources de profit. Comme a pu le dire Olivier Rey¹⁷, « Dans le bateau qu'est l'humanité, la recherche est maintenant confinée dans la soute, et c'est le commerce qui tient la barre ».

¹⁷ Conférence donnée à l'Ecole Militaire, à Paris, le 13 octobre 2008, dans le cadre des Conférences des Lundis de l'IHEDN sur « La place de la Science au XXIème siècle ».

Une inspiration « exogène » des sujets de recherche n'est pas une nouveauté : dès le XVIII^{ème} siècle, les recherches sur la mesure de la longueur ont fait l'objet d'un concours organisé par l'académie des Sciences de Londres sous la pression des armateurs. Mais l'appel d'offre à résoudre certains problèmes de biologie que fait actuellement paraître la même prestigieuse revue (Nature Medicine) émane d'une entreprise privée et sa finalité reste obscure.

Une autre question, plus fondamentale, mais beaucoup moins souvent évoquée, est celle de la nature humaine. La biologie a pour sujet d'études les propriétés physico-chimiques de créatures vivantes, et peut travailler sur des animaux ou sur l'homme. Certains animaux ont une physiologie très proche de la physiologie humaine, et, dans certains domaines de recherche, la majorité des travaux sont réalisés sur eux. Pour qu'ils puissent être utilisés, les résultats doivent néanmoins être reproduits sur l'humain. D'autres sujets d'études ou pathologie ne peuvent être abordés sur des animaux ; alors des tissus humains, ou même l'homme tout entier, deviennent le « matériel » de choix. Au début de notre ère, les dissections humaines étaient interdites, car on ne devait pas toucher à l'image de Dieu ; il y a quelques décennies, des colloques de réflexion étaient organisés autour de la question « L'homme est-il expérimentable ? » ; le débat est maintenant clos : oui, l'homme est expérimentable. Il ne s'agit pas, bien sûr, de reproduire les pratiques nazis des camps de concentration, mais de nombreux dosages sanguins ou urinaires sont effectués tous les jours dans les hôpitaux, et des tissus ou cellules prélevées chez des malades ou témoins sont utilisés et immortalisés dans un but de recherche. Jusqu'à présent, en France, ce type d'utilisation a été rejeté pour les embryons surnuméraires obtenus par fécondation artificielle et congelés, mais cette interdiction est souvent qualifiée d'obscurantiste. L'homologie animal/homme est accentuée quand des gènes humains sont transférés dans des animaux, que l'on peut donc qualifier d'hybrides. La pratique est utilisée dans la recherche (par exemple le gène humain qui, muté, provoque la mucoviscidose est transféré chez le porc), mais aussi en vue de production agricole, par exemple pour que les vaches puissent synthétiser une protéine spécifiquement présente dans le lait humain. Parallèlement, le développement

du respect dû aux animaux (même s'il est écorné par ces manipulations génétiques) renforce la notion biologique d'équivalence homme/animal.

La biologie s'occupe du corps de l'homme, et son omniprésence dans la société contribue aussi sans doute à la magnification des corps qui s'y développe. De tout temps l'homme a fait attention à son image, mais l'attention portée à l'embellissement des corps (exercices physiques, soins cosmétiques, ..) augmente maintenant de façon impressionnante. La mort, destruction du corps, devient une fin absolue qu'il convient d'occulter, mais le caractère animal de l'homme contribue à la dédramatiser.

Une recherche selon quelle éthique ?

Pourtant, la biologie actuelle est porteuse d'un autre message, malheureusement peu exprimé et encore moins perçu. Malgré ses très grands progrès et l'aide de nombreuses technologies stupéfiantes, l'homme n'a toujours pas percé tous les secrets de la vie. Il n'arrive pas à dominer complètement l'accumulation des données qu'il obtient, et ne peut que contempler, avec admiration, cette vie qu'il porte en lui, avec la pensée. Considérant ce tableau, le chercheur ne peut s'empêcher de penser à l'évolution depuis les premières formes de vie unicellulaire, et reste émerveillé devant le résultat qu'il observe sans en comprendre toutes les finesses. Les croyants peuvent s'en rapporter à Dieu, et les Chrétiens évoquer Teilhard de Chardin, pour qui « la vie a été l'introduction de l'Esprit dans les particules du cosmos ». Alors, malgré la recommandation divine d'aménager le monde, et même s'il existe actuellement des techniques capables de le faire, est-il judicieux que la biologie se donne le droit de toucher, sans contrôle, à tout ce qui fait la vie et l'homme, alors que celui-ci ne comprend pas tout ce qui le constitue lui-même ? C'est le débat actuel. Il est ouvert par la société civile à propos de problèmes précis, et se conclut en général par l'élaboration de lois plus ou moins restrictives ou permissives. Les critères retenus sont divers : pragmatiques et économiques, ou de principe comme il en est du respect de la liberté individuelle. Ces critères font donc intervenir la puissance des différents groupes de pression qui les défendent. À l'issue de ces débats, le

caractère national des décisions qui sont prises risque de rendre celles-ci assez dérisoires puisque, dans notre monde globalisé, les déplacements ne posent plus problème. C'est aussi à propos de questions ponctuelles que les autorités religieuses (chrétiennes et musulmanes) expriment, souvent du bout des lèvres, leur opinion. Elles expriment généralement un refus strict de toute manœuvre destinée à « altérer l'ordre naturel ». En fait, le caractère abrupt de toutes ces condamnations les discrédite et empêche que soit réellement considéré le vrai problème : le désir de compréhension, de nouvelles connaissances et d'action, qui fait l'honneur de la nature humaine peut-il être canalisé, pour quelles raisons, comment, et par qui ? Pour répondre à cette question, citons Christoph Theobald qui remarquait :

« ... la situation difficile dans laquelle nous sommes, entre une communauté scientifique qui a ses propres règles et l'évolution de nos sociétés qui sont toujours tentées par le modèle du positivisme, la science étant considérée comme la seule source du salut de la société. Mais les sociétés ont à inventer leur propre rationalité sur une base de débat. L'apport du christianisme... est un universalisme de la raison. Cela a aussi été souligné dans le grand débat entre le cardinal Ratzinger avec Junger Habermas à Munich, qui a été publié en traduction dans la revue *Esprit* en juin-juillet 2004. En effet, la raison grecque n'est pas celle des Barbares. Cet universalisme qui n'est pas seulement celui de la raison scientifique, mais plutôt celui de la cité et des cités, est menacé aujourd'hui par un communautarisme, une fermeture de chaque communauté qui veut vivre uniquement selon ses propres règles (la communauté islamique, la communauté catholique, la communauté évangéliste aux USA, etc.). C'est une menace qui pèse sur la raison parce qu'on n'a pas trouvé les moyens de dire cette raison universelle qui n'est pas seulement la raison scientifique mais qui est une raison du vivre ensemble des êtres humains avec des convictions et des traditions extrêmement diversifiées. C'est le grand enjeu actuel. »¹⁸

¹⁸ Christoph Theobald, in *Connaissance* N°24 (2006), p. 82.

Le hasard entre sciences et mythes.

L'Association des Scientifiques Chrétiens a organisé à Paris le 20 mars 2010 un colloque sur le thème : "Le hasard, entre sciences et mythes".

Le hasard est une notion du sens commun qui est devenue centrale dans la plupart des disciplines scientifiques (mathématiques, physique, biologie...). Mais en se déployant dans les domaines scientifiques, la notion porte avec elle des ambiguïtés, notamment quand il s'agit de vulgariser des aspects récents de la recherche. Comment divulguer sans trahir la complexité des phénomènes ? Ainsi le hasard a été utilisé de façon quasi-idéologique pour l'associer à la liberté. Comment prendre en compte le hasard dans notre appréhension du réel et ne pas tomber dans le relativisme ? Ce sont les questions auxquelles se sont attachés les orateurs, ainsi que les participants associés dans la table ronde.

Les articles qui suivent reflètent les interventions de ce colloque. Après un préambule de Jacques Arsac, Michel Morange nous parle du rôle du hasard dans l'évolution, Paul Clavier nous dit comment un philosophe perçoit le hasard et Olivier Rey évoque la dialectique déterminisme – hasard en physique. Le Père Laurent Sentis situe l'idéologie du hasard devant la foi chrétienne.

Remi Sentis

P.S. Notons que cette question du "hasard" dans les sciences avait été abordée par Georges Armand et Jean-Michel Maldamé dans "Connaître" (numéro 25, janvier 2007).

Le hasard entre sciences et mythes : Préambule

*Jacques Arsac*¹⁹

Le développement scientifique et technique modifie en profondeur notre société, notre travail, nos façons de vivre. Or les techniques de demain sont dans la science d'aujourd'hui. Plutôt que de subir l'effet de ces techniques, il faudrait mettre la société à même de les anticiper, et d'en aménager la venue. Il faut offrir au plus grand nombre un minimum de culture scientifique. C'est dans cet esprit qu'avec quelques collègues nous avons œuvré pour la création de l'option informatique des lycées incluant un chapitre «informatique et société». Il fallait que les élèves perçoivent que tout ce qui est automatisable, tout travail répétitif dont les règles d'exécution sont connues d'avance serait un jour automatisé ; ce qui amène à valoriser tout ce qui développe la créativité. Nous insistions pour que l'enseignement de l'informatique soit ouvert aux élèves littéraires, et, comme inspecteur général, j'ai eu la surprise de le voir proposé aux élèves du bac de philosophie, ce qui leur permettait d'entrouvrir la porte de l'univers des sciences. La question ainsi posée est celle de la vulgarisation scientifique, dont je crois qu'elle est pour nous un véritable devoir.

Mais la science se dit dans un langage formel, essentiellement mathématique: «le livre de la nature est écrit dans le langage des mathématiques » a écrit Galilée. Nous ne pouvons pas la transmettre à un large public dans ce langage, il nous faut recourir à des images. Elles sont

¹⁹ Président d'honneur de l'Association des Scientifiques Chrétiens, membre correspondant de l'Académie des Sciences.

nécessairement imparfaites, incomplètes, elles risquent parfois d'être trompeuses. Pour parler des ondes, on évoquera ce qui se passe quand on jette une pierre dans un bassin, mais les ondes lumineuses ne sont pas de cette nature... Le choix des images n'est pas toujours innocent, il reflète très souvent des *a priori* philosophiques. Il semble que la vulgarisation scientifique ait été initiée au XIX^e siècle par De Vogt et Moleschott (ardent défenseur du matérialisme et de l'éternité de la matière). Ils allaient répétant : « sans phosphore pas de pensée » tentant ainsi de ramener la pensée à un processus physico-chimique. Ces pièges guettent tous ceux qui se risquent à une œuvre de vulgarisation.

Les scientifiques chrétiens en sont très conscients, et cherchent depuis plusieurs années à faire un colloque sur ce sujet. Mais il nous a semblé qu'il risquait fort d'être très abstrait ou trop théorique. C'est pourquoi nous avons pensé qu'il valait mieux commencer par une approche expérimentale. Nous avons choisi le thème du hasard, parce que le langage scientifique se heurte là aux images nombreuses que véhicule notre culture. Nous connaissons bien l'expression : « le hasard a voulu que... » comme si le hasard était quelqu'un doté de volonté ! Quand, dans un jeu où intervient le hasard, jeu de cartes, jeu de dés, un joueur tire très souvent la combinaison gagnante, nous suspectons quelque tricherie. Ainsi, quand l'évolution est menée par le hasard et produit l'homme, nous suspectons quelque chose... Je me permets de raconter une mésaventure personnelle, car elle illustre bien les pièges des nos images du hasard. Il y avait à la fac une petite fête pour le départ à la retraite d'un collègue. Je me suis un peu attardé et quand je suis arrivé pour prendre le RER, on annonçait des problèmes à la station Port-Royal, nous demandant de prendre une autre ligne. A la gare de Fontenay-aux-roses, mon épouse m'attendait, très inquiète, la radio avait annoncé un attentat à la station Port

Royal, il y avait des morts. « Le hasard a voulu que » je ne prenne pas ce métro là. Mais pour le terroriste qui avait placé la bombe dans le wagon, il n'y avait aucun hasard, il voulait des morts, il les a eus. On peut dire la même chose avec une autre image. Vous vous asseyez en automne sous un pommier, et une pomme vous tombe sur la tête. Il n'y a aucun hasard sur le fait qu'une pomme tombe à ce moment là, mais que ce soit celle au dessus de votre tête au moment où vous êtes assis là relève du hasard. Qu'est-ce que le hasard? L'inattendu, l'imprévu, l'imprévisible ? On a souvent cité la phrase d'Einstein: « Dieu ne joue pas aux dès », d'abord contre l'idée de hasard dans la création, puis pour nier cette affirmation quand intervint le hasard dans la physique quantique. Mais si le hasard est lié à l'imprévu, comment Dieu pourrait-il jouer aux dès, il n'y a pas d'imprévu pour lui ! Rien n'est plus imprécis que cette notion, et pourtant, quand la science la fait intervenir, ce sont toutes ces images imprécises mais tenaces qui resurgissent et polluent notre compréhension.

Le hasard dans la théorie de l'évolution

*Michel Morange*²⁰

La place du hasard dans l'évolution du vivant a été et demeure au cœur de nombreux débats. Mon objectif est de montrer que le hasard a une place dans l'évolution, sans en être pour autant le maître d'œuvre ni le seul acteur.

Le hasard à l'origine de la vie

Au préalable, il peut être intéressant de revenir sur un autre débat, la place du hasard dans la formation des premiers organismes. Dans *Le hasard et la nécessité*, Jacques Monod fait de l'apparition de la vie sur Terre un événement hautement improbable ; non pas bien sûr incompatible avec les lois de la physique et de la chimie, mais imprédictible à partir de celles-ci. Ce qui conduit Jacques Monod à penser que la vie terrestre est probablement l'unique forme de vie dans l'Univers.

Jacques Monod a de bonnes raisons d'être convaincu que l'apparition de la vie terrestre était un événement contingent. Les biologistes moléculaires ont tout juste montré que le fonctionnement des organismes vivants repose sur les caractéristiques de deux macromolécules différentes, l'ADN et les protéines. La formation spontanée, simultanée et au même lieu, de ces deux macromolécules apparaît déjà improbable. Pis, ces deux macromolécules entretiennent des relations étroites, de telle sorte que l'une n'est rien sans l'autre : l'ADN est nécessaire à la synthèse des protéines, et les protéines requises pour la réplication de l'ADN, et son expression en protéines. L'apparition de la vie exigeait que se forment deux macromolécules

²⁰ Centre Cavaillès, Ecole Normale Supérieure

différentes possédant, dès l'origine, des relations fonctionnelles. Cette contingence de la vie n'était sans doute pas pour déplaire (philosophiquement) à Jacques Monod, convaincu de la solitude de l'être humain dans l'Univers.

Quarante ans plus tard, la vision de la majorité des biologistes est différente. La formation de formes simples de vie n'apparaît plus comme improbable, une fois, bien sûr, que des conditions environnementales particulières sont présentes. Des travaux récents ont confirmé la présence de planètes autour d'autres étoiles que le Soleil. A la surface des nombreuses planètes dont on peut prédire l'existence, des conditions favorables au développement de la vie ont dû se rencontrer de nombreuses fois. La recherche, dans le cadre des programmes d'astrobiologie, de formes de vie extra-terrestres devient un objectif raisonnable. Ce changement d'attitude est dû aussi aux découvertes propres à la biologie qui ont permis d'imaginer un chemin vers le monde vivant à ADN et protéines, autre que l'apparition simultanée de ces deux macromolécules, et des relations qui les lient. Il fut montré à la fin des années 1970 que l'ARN, un intermédiaire entre l'ADN et les protéines, pouvait, comme ces dernières, avoir une activité catalytique. Or l'ARN peut, comme l'ADN, être facilement répliqué, et donc jouer le rôle de mémoire génétique. En a découlé, dès le milieu des années 1980, l'hypothèse que le monde vivant actuel a été précédé par un monde vivant à ARN dans lequel cette macromolécule remplissait les deux fonctions aujourd'hui dévolues à l'ADN et aux protéines. La transition entre les deux mondes vivants se serait faite en douceur, par l'invention successive des protéines, puis de l'ADN. Ce scénario est encore fragile, et recèle de multiples difficultés non résolues. Celles-ci ne sont cependant pas considérées comme insurmontables, d'où l'optimisme actuel.

Non seulement le hasard de l'évolution dépend du hasard à l'origine de la vie, ce qui justifie les paragraphes précédents, mais ce changement des

opinions sur la probabilité de formation d'êtres vivants montre que le paysage scientifique n'est jamais définitivement figé.

Les différentes formes de hasard dans la théorie de l'évolution

La théorie actuelle de l'évolution donne au mécanisme de la sélection naturelle proposé par Darwin une place encore importante, même si d'autres mécanismes y ont été ensuite ajoutés. Ce mécanisme peut être aujourd'hui décrit simplement : des mutations génétiques apparaissent en permanence de manière fortuite ; ces mutations sont transmissibles à la descendance ; elles permettent aux organismes qui les portent de laisser un nombre plus grand ou plus petit de descendants dans un environnement particulier ; dans le premier cas, les mutations sont retenues, et envahissent toute la population ; dans le second, elles sont éliminées.

La vision actuelle est donc assez éloignée de l'idée de lutte pour la vie associée généralement au modèle darwinien. Un plus grand nombre de descendants peut être obtenu de multiples manières. La sélection naturelle n'est que la conséquence mathématique d'un taux différentiel de reproduction.

Le hasard de la sélection naturelle vient du caractère fortuit des mutations, et des conditions environnementales dans lesquelles elles sont sélectionnées ; non que ces mutations ne puissent être le résultat de processus déterministes. Les mutations ont des causes multiples – action de composés chimiques, effets des rayonnements, erreurs lors de la réplication de l'ADN - dont certaines obéissent à un déterminisme strict. Comme cela a été récemment très bien montré par Francesca Merlin dans sa thèse, le hasard « darwinien » vient de ce que les phénomènes qui induisent l'apparition de mutations sont sans relation avec les effets, bénéfiques ou maléfiques, que ces mutations peuvent avoir sur les organismes qui les portent dans l'environnement où ils vivent. Autrement dit, la capacité d'adaptation des

organismes à leur environnement, au sens large, est indépendante des phénomènes qui ont produit les mutations. Il s'agit donc d'un hasard à la Cournot, du nom du mathématicien et philosophe français du XIX^e siècle qui l'a le mieux décrit : la rencontre aléatoire de deux séries causales indépendantes. L'exemple qui en est souvent donné est celui d'une personne qui sort de chez elle un jour de grand vent pour porter une lettre à la poste, et qui est mortellement blessée par la chute d'un pot de fleur du balcon du quatrième étage. Bien que la chute du pot de fleur ait des causes, de même que la décision de cette personne d'aller à la poste, sa mort est le fruit d'un hasard malheureux.

Cette forme de hasard n'est pas la seule présente dans la théorie actuelle de l'évolution. Un ensemble de phénomènes – la dérive génétique, le neutralisme – trouvent leur origine dans la répartition aléatoire des chromosomes au cours de la reproduction. A chaque génération, dans une reproduction sexuée, la moitié seulement des gènes est transmise à la descendance. C'est le hasard des jeux de dés car, en moyenne, sauf cas particulier, toutes les formes des gènes sont également transmises. Ce hasard peut expliquer la dérive génétique – dans une population, certaines formes de gènes vont disparaître, et d'autres s'imposer indépendamment de toute action de la sélection naturelle. Les effets fondateurs sont aussi dus à cette même forme de hasard : si une petite population s'isole sur une île ou dans une région isolée, elle ne possédera pas forcément toutes les formes géniques présentes dans la population générale. Cela peut accélérer les phénomènes de spéciation. Dans les populations humaines, les effets fondateurs conduisent parfois à une fréquence élevée de certaines maladies génétiques, comme on l'observe par exemple dans la population québécoise issue d'un petit nombre d'immigrants.

La théorie neutraliste, apparue dans les années 1960, trouve une explication analogue. Beaucoup de mutations dites neutres, n'apportant aucun avantage ni désavantage majeur, vont être retenues ou perdues de manière aléatoire. Même si les modifications qu'elles ont induites sont neutres dans l'environnement où elles sont apparues, elles ne le seront plus forcément dans un autre environnement. De telles variations, d'abord neutres et fixées par hasard, puis retenues par la sélection naturelle seront appelées des exaptations²¹.

Stephen Jay Gould a utilisé le terme de « décimation » pour désigner la conséquence d'événements physiques majeurs qui ont affecté l'évolution de la vie sur la Terre²². L'extinction des dinosaures a été attribuée à la chute d'une météorite ou à une éruption volcanique de grande ampleur qui auraient obscurci le ciel et déclenché ce que l'on appelle « un hiver nucléaire » (car une guerre nucléaire entre superpuissances provoquerait sans doute un phénomène de même nature). Admettons que de tels scénarios catastrophes se soient produits, même si, pour l'instant, il ne s'agit que d'hypothèses. On ne pourrait pas considérer que les dinosaures ont été éliminés par la sélection naturelle, parce qu'ils étaient moins bien adaptés que les mammifères qui ont pris leur place²³. L'extinction des dinosaures aurait été le fruit d'un hasard à la Cournot, de la rencontre improbable entre la trajectoire déterministe d'une météorite et l'histoire évolutive des êtres vivants, en partie déterminée elle-même par l'action de la sélection naturelle.

²¹ Des exaptations peuvent aussi avoir été acquises sous l'effet de la sélection naturelle, puis trouver une autre fonction sous l'action ultérieure de la sélection naturelle.

²² Stephen Jay Gould utilise le terme « décimation » dans le sens commun (l'élimination de la majorité des individus) et non dans le sens originel (l'élimination d'un individu sur dix).

²³ On pourrait cependant proposer que ces derniers, sans être mieux adaptés, étaient peut-être plus adaptables.

Quelques éléments de discussion

Le hasard selon Cournot est souvent considéré comme un hasard épistémique, le fruit de notre incapacité à appréhender les lois de l'Univers et à en mesurer précisément l'état à un instant donné. L'esprit omniscient conçu par Laplace qui connaîtrait à la fois toutes les lois de l'Univers et ses caractéristiques à un instant donné pourrait en déduire le devenir. Pour cet esprit, le hasard de Cournot n'existerait pas.

Même si la vision laplacienne était exacte, elle n'aurait de toute façon aucun intérêt pour nous, aussi bien dans la vie quotidienne que dans le travail scientifique. Le pot de fleur continuerait à tomber de manière imprévue, et les mutations à survenir de manière aléatoire.

Mais rien ne prouve que le monde obéisse au déterminisme laplacien. Poincaré a montré que l'évolution de beaucoup de processus physiques est sensible aux conditions initiales, ce qui génère des processus dits chaotiques. La connaissance même très précise des conditions initiales ne permettrait pas d'anticiper le devenir de ces systèmes.

Revenons au hasard des mutations qui est le cœur de la théorie darwinienne. Ce n'est pas un hasard qui masquerait notre ignorance des relations entre, d'une part, les phénomènes qui peuvent engendrer des mutations, et d'autre part le mécanisme (la sélection naturelle) qui trie les organismes et oriente l'évolution. Tous les efforts faits depuis 150 ans ont montré que ces relations n'existent pas. Les biologistes disent qu'elles n'existent pas, non pas seulement parce qu'elles n'ont pas été mises en évidence, mais parce qu'il y a toutes les raisons de penser qu'elles ne peuvent exister. **La place du hasard dans la théorie darwinienne n'est donc pas le fruit de l'ignorance, mais le résultat des connaissances acquises.**

Ce hasard n'a pas pour autant son origine dans un indéterminisme fondamental, dans le hasard quantique. Il est possible que certaines mutations

résultent de la modification de la structure électronique des bases de l'ADN, qui pourrait elle-même trouver son origine dans l'indéterminisme quantique. Mais, comme nous l'avons vu, la majorité des mutations ont d'autres origines qui ne reposent pas sur l'indéterminisme quantique. Beaucoup de scientifiques, même les plus grands comme Jacques Monod, sont pourtant tombés dans cette erreur, sans doute éblouis par les résultats de la physique, et fascinés par l'idée d'un indéterminisme fondamental à la base des phénomènes physiques.

Le hasard des mutations est un hasard biaisé. Certaines séquences d'ADN mutent plus fréquemment que d'autres : on parle de « points chauds » de mutation. Les agents chimiques mutagènes touchent plus certaines bases que d'autres, à tel point que l'on peut facilement identifier les mutations dues à la fumée de cigarettes ! Le taux de mutation n'est pas non plus constant en fonction du temps. Certains microorganismes sont capables d'augmenter leur taux de mutation dans des conditions de stress. Le mécanisme mis en jeu est simple : comme la majorité des mutations se produit au cours de la réplication de l'ADN, ces microorganismes fabriquent dans les conditions de stress des enzymes de réplication moins fidèles, qui commettent plus d'erreurs lors du positionnement d'une base en face de la base complémentaire. L'augmentation du taux de mutations ne change pas le taux de mutations favorables à l'adaptation du microorganisme à son milieu – l'évolution n'est pas dirigée ! Mais elle change le nombre absolu de mutations adaptatives, qui permettront la survie dans ces conditions de stress. Les phénotypes dits « mutateurs » ont un coût, car ils augmentent aussi le nombre de mutations défavorables, et n'apparaissent normalement que dans des conditions exceptionnelles.

Les mutations ne sont pas toutes semblables. Aux mutations ponctuelles, correspondant au remplacement d'une base par une autre,

s'ajoutent d'autres formes de mutations : insertions ou délétions de courtes séquences d'ADN, duplication de gènes, de chromosomes ou même de génomes entiers. Les conséquences à long terme de ces différentes mutations ne seront pas identiques.

Beaucoup de mutations seront éliminées parce qu'elles ne permettent pas un fonctionnement normal des organismes. Les biologistes utilisent parfois le terme de sélection interne pour désigner l'élimination de ces mutations. Il est mal choisi car il suggère un processus analogue à la sélection darwinienne. Ces mutations sont simplement éliminées parce qu'elles donnent aux organismes qui les portent des caractéristiques structurales et fonctionnelles incompatibles avec le fonctionnement normal d'un système vivant. A un instant donné, les possibles accessibles à un organisme par mutations sont limités. Le paysage des possibles ouvert à l'évolution a une géographie, avec des vallées et des sommets inaccessibles. Ajoutons, pour être honnête, que ce paysage accessible à l'évolution nous est encore largement inconnu. N'oublions pas non plus que ce paysage a été aussi dessiné par l'évolution antérieure des organismes. C'est un paysage en perpétuelle transformation.

La sélection naturelle s'oppose aussi au hasard. Bien sûr, la sélection naturelle trie dans un environnement particulier : des mutations peuvent être avantageuses dans cet environnement, et désavantageuses dans un autre. Mais certaines mutations peuvent être bénéfiques dans un large spectre d'environnements, ce qui conduit aux phénomènes de convergence bien connus dans l'évolution des organismes. Selon l'évolutionniste Ernst Mayr, l'œil serait apparu plus de quarante fois. Tous ces yeux n'ont cependant pas la même forme, et ne décomposent pas la lumière par les mêmes procédés. Les images ainsi captées ne sont pas non plus analysées par le système nerveux de la même manière. La céphalisation, ou plus exactement la formation d'un

système nerveux centralisé capable d'intégrer de mieux en mieux les informations sensorielles et d'anticiper les mouvements est aussi une tendance observable dans plusieurs lignées évolutives. Elle n'est cependant pas générale, et a pris des formes différentes – que l'on pense à l'intelligence partagée des colonies d'insectes. Elle a été parfois interrompue par des phénomènes de régression, lorsque la possession d'un système cognitif perfectionné n'était plus un avantage.

Dire que l'évolution des formes vivantes est guidée par le hasard n'a donc, du point de vue scientifique, aucun sens. Il existe plusieurs formes différentes de hasard, et d'autres processus non aléatoires interviennent dans l'évolution des formes vivantes. Il y a un usage idéologique du terme de hasard, qui est différent de ses usages scientifiques.

Conclusions

Beaucoup de biologistes, et même certains des fondateurs de la théorie synthétique actuelle de l'évolution ont cru voir un décalage entre ce que nous révèle l'observation du monde vivant, la complexification progressive depuis les microorganismes originels, et le modèle darwinien visant à expliquer les transformations des organismes vivants par le tri « local » de variations aléatoires.

Ce paradoxe apparent a conduit beaucoup de biologistes et de non-biologistes à critiquer le darwinisme, et à rechercher d'autres mécanismes susceptibles de mieux expliquer les transformations évolutives observées, et des lois qui rendraient compte de ce mouvement du monde vivant vers la complexité.

Ces stratégies nous semblent erronées. D'abord, comme nous l'avons vu, l'image de l'évolution du monde vivant n'est pas simple, mais brouillée, floue. Si elle montre bien des phénomènes de convergence et des tendances

évolutives, elle ne révèle pas l'existence d'une tendance évolutive unique. Les microorganismes, qui représentent l'essentiel du monde vivant, ont évolué vers une optimisation de l'utilisation des ressources accessibles à la vie, et non vers la complexité, ou du moins pas vers la même forme de complexité que, par exemple, les mammifères.

Démontrer la fausseté de la théorie darwinienne, et son incapacité à rendre compte des faits évolutifs, est loin d'être simple (serait loin d'être simple, car nous ne pensons pas que cela soit possible). Les prétendues démonstrations reposent sur l'improbabilité que soient apparus par hasard telle ou telle structure et tel ou tel dispositif fonctionnel. Ces calculs n'ont aucun sens, comme ceux d'ailleurs visant à démontrer le contraire, dans l'ignorance où sont aujourd'hui les biologistes des mécanismes moléculaires et cellulaires qui permettent la formation de ces structures.

Il n'existe pas non plus de mécanismes évolutifs à même de se substituer au mécanisme darwinien. Le mécanisme néo-lamarckien, selon lequel l'environnement induirait chez les organismes des variations pouvant être transmises à la descendance n'a, depuis plus de cent ans et la résurgence de certaines des idées de Lamarck au sein du néo-lamarckisme, jamais trouvé de support expérimental. Comme le disait Jacques Monod, les biologistes ne sont pas *a priori* contre un mécanisme néo-lamarckien, et donc contre une hérédité des caractères acquis, ils attendent simplement d'en observer l'existence. La découverte des variations épigénétiques qui, sans altérer la séquence des gènes, peuvent en changer l'expression et être, dans certains cas, transmises à la descendance, a fait naître chez certains biologistes l'idée que le néo-lamarckisme n'était pas mort. Les preuves demandent cependant encore à être apportées que les modifications épigénétiques peuvent jouer un rôle dans l'évolution. De toute façon, même si les biologistes mettaient en évidence de nouveaux mécanismes d'évolution, incluant une certaine forme

d'hérédité des caractères acquis, leur existence ne remettrait pas en cause le rôle important, majeur, de la sélection naturelle dans l'évolution des formes vivantes.

De même, l'existence d'une loi générale de l'évolution, une loi du progrès et de la complexification, qui rendrait compte à la fois de l'évolution du monde vivant et de celle de la matière, me semble peu probable. Après son émergence, l'évolution du monde vivant a acquis son autonomie, et obéit dorénavant à ses propres règles. Comment une loi générale de l'évolution pourrait-elle prendre en compte cette autonomie ? D'autre part, comment cette loi s'articulerait-elle avec les mécanismes décrits jusqu'à maintenant pour rendre compte de l'évolution des organismes ?

Nous pensons que la seule vraie direction de recherche est de compléter la théorie darwinienne. Celle-ci est un cadre explicatif, et non une explication des phénomènes évolutifs. Cette dernière ne pourra être obtenue que par la compréhension des mécanismes moléculaires et cellulaires sous-jacents à l'évolution. De nombreux travaux sont menés dans cette direction, mais il reste encore beaucoup à faire ! A l'heure actuelle, la quasi-totalité des phénomènes évolutifs ne sont pas expliqués. Ce qui ne veut pas dire qu'ils ne sont pas explicables, qu'ils ne seront pas expliqués lorsque l'on aura ajouté de la chair à la théorie darwinienne. Les solutions proposées par les partisans de l'Intelligent Design sont inacceptables pour tout esprit scientifique. Ils ont raison de montrer que les modèles actuels ne sont pas capables de rendre compte de l'apparition de telle ou telle structure, de telle ou telle fonction. Ils n'ont pas le droit d'en déduire que l'apparition de ces structures et fonctions sera à tout jamais inaccessible à une explication rationnelle, parce qu'elle serait l'œuvre directe d'une Intelligence supérieure.

Les scientifiques chrétiens doivent faire progresser la connaissance de l'évolution du monde vivant, en ayant bien conscience que la vision qui en

émergera ne sera, pas plus que celle que nous nous faisons de Dieu, conforme à nos *a priori* et à nos préjugés. N'ayons pas peur d'être surpris (et émerveillés !).

Quelques références :

Jacques Monod (1970) *Le hasard et la nécessité* (Paris : Le Seuil)

Charles Darwin (1859) *L'origine des espèces* (Paris : Garnier-Flammarion)

Thomas Heams, Philippe Huneman, Guillaume Lecointre et Marc Silberstein (2009) *Les mondes darwiniens. L'évolution de l'évolution* (Paris : Syllepses)

Richard G. Delisle (2009) *Les philosophies du néo-darwinisme* (Paris : Presses Universitaires de France)

Michel Morange (2003) *La vie expliquée ? 50 ans après la double hélice* (Paris : Odile Jacob)

Le hasard dans l'œil du philosophe

Paul Clavier²⁴

Dans le cadre de cette journée « sur le hasard », je me hasarderai, si vous le permettez, à poser trois jalons. Un jalon historique, avec l'annonce faite par Pascal d'une nouvelle discipline (la « Géométrie du hasard »), un jalon conceptuel consistant dans l'opposition de deux concepts de hasard, enfin un jalon parabolique : c'est la parabole imaginée par Richard Swinburne pour déjouer l'appel au principe anthropique dans la discussion métaphysique sur l'existence de Dieu.

Un jalon historique

En l'an 1654, Pascal rédige une *Adresse à l'Académie parisienne* où il annonce parution de plusieurs traités, dont une *Géométrie du Hasard* (*aleae Geometria*). Il vaut la peine de lire cette adresse dont le style publicitaire ne laisse pas deviner aisément l'ascétique compagnon de route de Port-Royal. Pascal envisage : « un traité tout à fait nouveau, d'une matière totalement inexplorée jusqu'ici, savoir : la répartition du hasard dans les jeux qui lui sont soumis, ce qu'on appelle en français *faire les partis des jeux* ; la fortune incertaine y est si bien maîtrisée par l'équité du calcul qu'à chacun des joueurs on assigne exactement ce qui s'accorde avec la justice. Et c'est là certes ce qu'il faut d'autant plus chercher par le raisonnement, qu'il est moins possible d'être renseigné par l'expérience. En effet les résultats du sort

²⁴ Philosophe, Ecole Normale Supérieure, auteur de plusieurs ouvrages dont *Dieu sans barbe* (La Table ronde, 2002), *Qu'est-ce que la théologie naturelle ?* (Vrin, 2004) et *Qu'est-ce que le bien ?* (Vrin, 2010).

ambigu sont justement attribués à la contingence fortuite plutôt qu'à la nécessité naturelle. C'est pourquoi la question a erré incertaine jusqu'à ce jour ; mais maintenant, demeurée rebelle à l'expérience, elle n'a pu échapper à l'empire de la raison. Et, grâce à la géométrie, nous l'avons réduite avec tant de sûreté à un art exact, qu'elle participe de sa certitude et déjà progresse audacieusement. Ainsi, joignant la rigueur des démonstrations de la science à l'incertitude du hasard, et conciliant ces choses en apparence contraire, elle peut, tirant son nom des deux, s'arroger à bon droit ce titre stupéfiant : *La géométrie du Hasard*.²⁵ »

Ce programme est repris dans la *Lettre à Fermat* de juillet 1654. Soient deux joueurs qui ont mis en jeu 32 pistoles chacun (l'enjeu devant revenir au vainqueur de 3 parties) et qui en sont au score de 2 parties à une : « ils jouent maintenant une partie dont le sort est tel que si le premier la gagne, il gagne tout l'argent qui est au jeu, savoir, 64 pistoles ; si l'autre la gagne, ils sont deux parties à deux parties, et par conséquent, s'ils veulent se séparer, il faut qu'ils retirent chacun leur mise, savoir, chacun 32 pistoles »²⁶. La question que pose Pascal est la suivante : « s'ils veulent ne point hasarder cette partie et se séparer sans la jouer » (la police de Colbert menaçant de faire une ronde), comment doivent-ils raisonner pour répartir équitablement les gains et les pertes ? Dira-t-on, si l'on a déjà remporté 2 parties : « La chance est avec moi, donnez-moi les 64 pistoles ? » Non, car précisément, la chance peut tourner. Pascal propose le raisonnement suivant : « je suis sûr d'avoir 32 pistoles, [...] mais pour les 32 autres, peut-être je les aurai, peut-être vous les aurez ; le hasard est égal ; partageons donc ces 32 pistoles par la moitié et me donnez, outre cela, mes 32 qui me sont sûres ». Il aura donc 48 pistoles et l'autre 16. Admettons que le procédé est juste, ce qui souffre d'ailleurs discussion. Car il

²⁵ *Œuvres complètes*, Ed. du Seuil, Paris (1963), pp. 102-103

²⁶ *ibid.*, pp. 43-46

serait tout aussi légitime ou bien de remettre la fin de partie à plus tard, ou alors de reprendre sa mise de départ : tant qu'on n'a pas gagné trois parties, on n'a rien gagné, mais admettons.

En quoi consiste la conquête pascalienne ? « La fortune incertaine » est-elle « maîtrisée par l'équité du calcul » ? Le hasard est-il « réduit à un art exact » comme l'annonçait *l'Adresse à l'Académie* ? Nullement. La géométrie du hasard intervient plutôt à partir du moment où l'on ne joue plus, où l'on ne laisse plus faire le hasard. On substitue à l'événement aléatoire une estimation virtuelle des bénéfices, par un calcul d'utilité espérée (utilité multiplié par probabilité). Ce sont les agents qui sont ici rationnels (16 pistoles sûres valent mieux que : peut-être 32 ou peut-être 0). Mais le hasard est supprimé, il n'est ni géométrisé, ni maîtrisé. L'arbitrage rendu par cette « règle des partis » peut certes recueillir l'agrément des joueurs, il ne remplace en aucune façon le hasard, il n'a pas valeur de prédiction de ce qui serait arrivé si on avait continué à jouer. Car alors, assurément, c'est l'un des deux joueurs qui aurait empoché les 64 pistoles, ni plus ni moins.

Sans nier l'intérêt des considérations pascaliennes, sans sous-estimer la contribution de Pascal et Fermat à l'essor de la théorie des probabilités, on voulait seulement signaler que le problème du hasard en tant que tel n'est pas traité. Pascal ne cherche pas à décrire le fonctionnement de la fortune, à assigner au hasard une trajectoire prédictible, mais à remplacer l'incertitude liée au hasard par une répartition juste des mises.

Deux concepts de hasard

On distingue classiquement deux concepts de hasard : le hasard subjectif, le hasard objectif.

* Le hasard subjectif, c'est la *tuchè*, l'événement inattendu, la surprise, la « rencontre ». Je me rends au marché, j'y rencontre un ami.

Cournot le définit comme la « rencontre de deux ou plusieurs séries causales indépendantes » (rafale de vent, état de la toiture, déplacement d'un piéton). Voici le commentaire de Bergson : « je cherche une intention, je trouve un mécanisme. J'imagine un fait-express, je ne trouve qu'une coïncidence ou une surprise due à la disproportion entre la cause et l'effet ». Il définit alors le hasard : « un mécanisme se comportant comme s'il avait une intention » .

Cette personnification du hasard est une constante anthropologique, comme le montre sa divinisation (*Tuchè*, *Fortuna*) ou les expressions qui identifient le hasard à un processus ou à une qualité (bonne étoile, baraka, série noire, poisse...), à une puissance qui favorise ou contrarie.

Il est étrange de traiter le hasard comme une cause responsable, puisque ce que nous appelons hasard est l'ignorance subjective des causes qui déterminent la rencontre. A moins de considérer que ce qui est hasard pour nous est l'effet d'une providence (*fatum stoicum*). « Ce qui est hasard à l'égard des hommes est dessein à l'égard de Dieu » dit Bossuet (Bernanos reprend cette définition, dans les *Dialogues des Carmélites* : « ce que nous appelons le hasard n'est souvent que la logique du bon Dieu »).

La question qu'on peut faire, est alors : cette ignorance est-elle provisoire ou invincible ? Le hasard, c'est l'imprévu : mais l'événement attribué au hasard était-il vraiment imprévisible ? Est-ce que ce qui est hasard pour nous est prévisible pour un esprit doté de capacités cognitives supérieures ? Auquel cas, il n'y aurait pas de hasard mais seulement (c'est déjà beaucoup) un déterminisme complexe : pluralité, concours de causes, extrême sensibilité aux conditions initiales (mais une connaissance plus fine des conditions initiales éliminerait le hasard).

* Le hasard objectif, c'est l'*automaton*, le déclenchement spontané, absolument imprévisible, intrinsèquement indéterminé, d'un événement, qui

ne résulte d'aucune cause assignable, ou qui ne résulte pas d'un ensemble de conditions antécédentes selon une loi, ni même plusieurs.

L'énigme est alors d'expliquer comment des processus absolument indéterminés peuvent obéir statistiquement à des répartitions relativement régulières, donner lieu à des distributions statistiques stables, du moins « à long terme ». En effet, si un événement est déclenché par pur hasard, sans prévision possible, il devrait pouvoir se produire indifféremment rarement ou fréquemment. Or nous avons tendance à nommer hasards les événements dont la fréquence est rare. Et là où une conjonction fréquente entre deux états d'un objet ou deux phases d'un système est constatée, nous cherchons spontanément le mécanisme sous-jacent « responsable » de la transition entre les deux états ou les deux phases.

Comme le remarque Borel : « La loi unique du hasard consiste essentiellement en ce que des phénomènes très peu probables ne se produisent pas ».

Si le hasard est seulement l'événement absolument indéterminé, à la production duquel aucune cause identifiable, aucune raison, aucun motif, aucun mobile ne préside, alors pourquoi, comment se fait-il que les fréquences des résultats se stabilisent au fur et à mesure qu'augmente le nombre ... Qu'est-ce qui fait que le hasard se prête à une forme de régularité, imprévisible, mais néanmoins remarquable ? Pourquoi, comme le stipule la loi de Bernoulli²⁷ : la fréquence relative à long terme converge-t-elle vers une limite, si rien ne régit les événements se produisant par hasard ?

Le hasard objectif signifierait la mise en défaut du postulat déterministe, la mise en échec de variables cachées locales. D'où un problème épistémologique éculé mais persistant : comment peut-on se prononcer définitivement sur l'absence de processus causal dans une situation donnée ?

²⁷ *Ars conjectandi* (1713)

Il paraît aussi imprudent de maintenir le postulat du déterminisme de Laplace, que de le nier péremptoirement. La difficulté que nous avons à nous représenter des événements à l'échelle des particules subatomiques (qui ont sans doute peu de chose à voir avec notre représentation planétaire d'électrons gravitant autour de noyaux) devrait nous inciter à la prudence quand il s'agit d'attribuer ces événements à un indéterminisme intrinsèque et absolu. A ces perplexités (désormais classiques), j'en ajouterai une autre : l'imagerie d'Epinal nous présente les physiciens de l'Ecole de Copenhague (N. Bohr, Sommerfeld) comme partisans d'un hasard objectif, d'une indétermination fondamentale de certains événements subatomiques. Mais ces mêmes physiciens sont les premiers à dire que nous ne connaissons pas le réel tel qu'il est en soi. Comment font-ils pour professer un indéterminisme réaliste ?

Une parabole

Richard Swinburne, intervenant dans le débat métaphysique sur l'existence de Dieu, s'insurge contre l'utilisation abusive des données scientifiques pour étayer ou pour réfuter l'hypothèse métaphysique d'un Dieu auquel l'univers visible (et invisible) devrait son existence.

« Une objection pressante consisterait à mobiliser une forme de ce qu'on appelle le *principe anthropique* : si l'univers ne présentait pas un ordre du genre que j'ai décrit (des lois simples entraînant la matière dans une voie qui conduit à l'évolution d'animaux et d'êtres humains), il n'y aurait aucun animal vivant pour commenter ce fait. Par conséquent il n'y a rien de surprenant dans le fait que nous trouvions un ordre propice au développement humain — il nous serait impossible de trouver autre chose. Toutefois, cet argument échoue complètement pour une raison qui se comprendra mieux au moyen d'une analogie.

Supposez qu'un fou kidnappe une victime et l'enferme dans une pièce où se trouve une machine à mélanger les cartes. La machine mélange en même temps dix paquets de cartes, puis elle tire une carte de chaque paquet et dévoile simultanément les dix cartes tirées. Le kidnapper annonce à la victime qu'il va mettre incessamment la machine en marche, qui donc va dévoiler son premier tirage de dix cartes. Or, à moins qu'elle ne tire l'as de cœur de chaque paquet, la machine déclenchera immédiatement une explosion qui tuera la victime, laquelle par conséquent ne verra pas les cartes que la machine a tirées. La machine est donc mise en marche : et à la grande surprise et au soulagement de la victime, la machine dévoile qu'elle a tiré un as de cœur dans chaque paquet. La victime pense que ce fait extraordinaire demande une explication: la machine a dû être préparée d'une manière ou d'une autre. Mais le kidnapper, qui réapparaît à ce moment là, écarte cette idée comme fausse. "Rien de surprenant, dit-il, à ce que la machine n'ait tiré que des as de cœur. Il vous était impossible de voir autre chose. Car si d'autres cartes avaient été tirées, vous ne seriez même pas là pour examiner le tirage." C'est pourtant bien la victime qui a raison, et le kidnapper qui a tort. Car il y a bel et bien quelque chose d'extraordinaire et qui demande une explication dans le tirage des dix as de coeur. Le fait que cet ordre spécial soit une condition nécessaire pour que le tirage puisse seulement être constaté ne rend pas ce qui est constaté moins extraordinaire pour autant ni moins nécessaire à expliquer. Certes, chaque tirage, chaque arrangement de la matière est également improbable *a priori* — c'est-à-dire si seul le hasard dicte ce qui est tiré. Mais si une personne est là pour arranger les choses, elle peut avoir des raisons de produire tel arrangement plutôt que tels autres (dix as de coeur, un monde minutieusement réglé pour produire des animaux et des êtres

humains). Et si nous trouvons de tels arrangements, c'est une raison pour supposer qu'une personne est à l'oeuvre pour arranger. »²⁸

Swinburne considère que l'existence de Dieu ne se déduit ni ne se réfute à partir de la « complexité » de l'univers. Il évite donc les raisonnements qui, partant d'une description du monde physique, prétendent déduire : donc Dieu existe, ou donc Dieu n'existe pas. L'utilisation du principe anthropique ici remise en question est éloquente. Intrinsèquement, il n'y a rien à dire de la distribution des événements au sein de l'univers physique, de la coïncidence des « constantes ». Ni qu'elle est trop extraordinaire pour ne pas devoir son existence à Dieu, ni qu'elle est de toutes façons nécessaire sans quoi nous ne serions même pas là pour constater cet « heureux hasard ». En termes de probabilité *a priori*, tout univers est également improbable, également extraordinaire. En revanche, et c'est là la « pointe » de cette parabole, si l'on sort de cet univers (si l'on sort de la physique et de l'explication des événements en termes de conditions initiales et de lois déterministes ou statistiques, pour envisager une explication métaphysique), alors nous avons de bonnes raisons de postuler un agent surnaturel responsable de l'existence d'un univers somme toute assez ordonné pour que les conséquences de nos actes donnent le plus souvent lieu à une responsabilité donc à une dignité morale. Un univers totalement chaotique et n'offrant prise à aucune prévision, de même qu'un univers ne laissant aucun interstice à l'exercice de la liberté, ne nous donneraient pas de raison de supposer qu'ils sont l'oeuvre d'un ami qui nous veut du bien.

²⁸ *Y a-t-il un Dieu ?*, trad. P. Clavier, éditions d'Ithaque (2009)

Le hasard entre sciences et mythes : Table ronde

Paul Clavier et Michel Morange

Question : Beaucoup affirment que l'on ne peut évaluer des probabilités que sur des événements répétitifs, en-dehors de tout événement de type historique donc. Qu'en pensez-vous ?

P. Clavier : Oui, c'est d'ailleurs l'avis auquel se rangeait Jacques Monod : « d'un fait unique la science ne peut rien dire ni rien faire ». La question est : quelle est la classe de référence dans laquelle on doit se placer pour assigner des probabilités ? D'où des discussions sans fin par exemple autour du principe « anthropique » ; leurs tenants disent « la probabilité que les constantes cosmologiques soient celles qui permettent l'apparition de la vie est extrêmement faible », donc « il a fallu une Intelligence Extérieure pour avoir l'apparition de la vie ». D'autres diront au contraire « puisque seules les valeurs comprises dans cette fourchette permettaient l'apparition de la vie et d'êtres intelligents, il était rétrospectivement inévitable que ces constantes se situent dans ces fourchettes ». Je suis d'accord avec Morange pour dire que l'on ne peut tirer de conclusion, qu'on ne peut faire de calcul de probabilité sur l'apparition de la vie. De plus cela ne gêne en rien l'enquête métaphysique sur l'existence de Dieu (j'ai écrit mille pages là-dessus). De même pour l'argument « le monde a une durée de vie limitée donc il est créé » : non !. L'absence de preuve ne prouve rien. Il ne faut pas confondre physique et métaphysique, j'ai aimé la conclusion de Morange sur la nécessité de ne pas avoir *d'a priori* sur Dieu.

M. Morange : Je suis globalement d'accord avec Clavier. Je voudrais ajouter deux arguments.

Le premier concerne la date de formation de la Terre et celle de l'apparition de la vie sur Terre. On estime qu'il n'y a que quelques centaines de millions d'années entre les deux ; « donc, disent certains, il y avait de bonnes chances que la vie sur Terre apparaisse. » A l'inverse, les formes de vie complexes ont mis de l'ordre du milliard d'année à apparaître : « donc, disent d'autres, la vie humaine était très peu probable. » Cela montre bien les limites de telles déductions contradictoires.

Le second concerne le problème de l'ignorance. Notre interprétation en termes de hasard (subjectif) est-il seulement le fruit de notre ignorance ? Sur ce point, je ne rejoins pas tout à fait Clavier. L'appel au hasard ne pourrait-il être le fruit d'une connaissance ? Nous définissons ce hasard comme la rencontre de deux séries causales indépendantes ; dans notre cas, d'une part des variations/erreurs au moment de la réplication de l'ADN et de l'autre le fait que telle mutation permette une meilleure adaptation. Mais je ne vois pas quel motif pourrait permettre de rapprocher ces deux séries causales, car elles sont vraiment de natures distinctes.

Question : Il semble important d'évoquer les lois du hasard. La question est alors de savoir si un calcul de probabilité est possible sur un événement unique à partir du moment où on connaît la loi qui le régit ?

P. Clavier : Oui, il est important de connaître la loi qui régit tel événement ; pour cela il a fallu des événements précédents, des facteurs causaux, une possibilité de répétition de l'expérience, sinon ce n'est qu'une conjecture.

L'expérience des trous d'Young montre que la représentation que l'on se faisait de l'objet - ici la lumière - peut être mauvaise. Bachelard parle de l'obstacle épistémologique du « chosisme » : on ne peut pas toujours attribuer tels et tels paramètres à une entité considérée comme une « chose » tridimensionnelle, dont la localisation est déterminée dans un système de coordonnées. Mais cela n'autorise pas, à mon sens, les rêveries sur l'irréel et le non-réel. Même si à certaines échelles, la réalité physique se présente sous une forme qui dérange nos habitudes de pensée et de représentation, on n'en n'a pas moins affaire à une « réalité ».

M. Morange : J'ai dit que l'opinion scientifique sur l'apparition de la vie a basculé : du temps de J. Monod, elle semblait hautement improbable ; aujourd'hui cela semble « davantage » probable. Car la connaissance des causes de son apparition a progressé. Cela n'a pas en effet de valeur absolue, mais cela a quand même une valeur pour la démarche scientifique. Quant à expliquer l'apparition du libre arbitre par l'évolution, je ne m'y aventurerai pas ; je préférerais séparer la vie et la conscience, même si je sais que c'est un choix lourd, qui met l'homme à part.

Question : Nos collègues scientifiques, à cause de leur absence de culture philosophique, sont souvent amenés à confondre philosophie et science ; ils ne se rendent pas toujours compte du moment où ils changent de casquette. Que faire ?

P. Clavier : L'explication scientifique des mutations d'une espèce vivante ne peut et ne doit faire appel qu'à des entités biologiques et à des lois physico-chimiques. Toute intrusion du surnaturel dans les sciences de la nature est une grave erreur de méthode.

Dieu n'est pas une hypothèse opératoire dans les sciences de la nature. Personne ne peut imaginer un dispositif expérimental mettant en évidence l'intervention de Dieu. Dieu n'est pas un objet d'observation scientifique.

La thèse métaphysique d'un Intelligent Design qui aurait organisé le monde n'est pas une thèse scientifique. La thèse métaphysique qu'il n'y a pas d'Intelligent Design n'est pas non plus une thèse scientifique. La question métaphysique de savoir si le monde doit son existence à un agent surnaturel demeure entière. Personne n'est obligé de se poser cette question métaphysique. Une réponse théiste ou athée à cette question métaphysique réclame une justification.

Entre le créationnisme pseudo-scientifique et l'athéisme obligatoire, il est urgent de ménager une place pour un débat rationnel serein. Il est dangereux de répondre au maccarthysme créationniste par un maccarthysme athée.

Prenons la question de savoir si "la complexité du monde peut ou non résulter des seuls mécanismes naturels".

* Ou bien elle n'est pas réglée scientifiquement, et tout ce qu'on peut dire, c'est qu'on n'a pas, ou pas encore réduit la complexité du monde aux seuls mécanismes naturels. Mais patience, on en a vu d'autres. Ainsi la foudre a longtemps été identifiée à une manifestation divine (le feu du ciel, Jupiter tonnant) jusqu'à ce qu'on fasse la théorie de l'ionisation de l'air créant un potentiel électrique donnant lieu à des décharges.

* Ou bien il y a des arguments rationnels permettant d'affirmer que cette complexité est "irréductible". C'est délicat : les critères d'irréductibilité sont des critères probabilistes dont on ne peut pas tirer des conclusions définitives.

* Ou bien elle est réglée scientifiquement de facto ("nous avons réduit cette complexité aux mécanismes naturels"). Quoi qu'il en soit, il reste à

expliquer d'où viennent ces mécanismes et les objets sur lesquels ils s'exercent. C'est une autre question, ce n'est plus "Quelles sont les causes de la complexité du monde ?". Mais : "Comment expliquer l'existence du monde et de ses mécanismes ?"

On peut refuser cette dernière question, ou tâcher d'y répondre rationnellement. Affirmer que la réponse est nécessairement athée, c'est commettre une intrusion de la méthodologie scientifique dans l'interrogation métaphysique.

M. Morange : Quand le scientifique déduit de ses travaux que la vie était improbable, il en dit trop. Il emploie « improbable » en un sens métaphysique et non plus scientifique. On trouve des exemples de ce genre d'affirmations dans le livre de Richard Dawkins « Pour en finir avec Dieu ? ».

Hasard et Déterminisme en Physique

*Olivier Rey*²⁹

On pourrait presque dire du hasard ce que saint Augustin remarquait quant à la nature du temps : « Si personne ne me le demande, je le sais ; mais si on me le demande et que je veuille l'expliquer, je ne le sais plus » (*Confessions*, XI, 14). Il est toujours loisible de se tourner vers l'étymologie — « hasard » provient d'un mot arabe lié au jeu de dés —, mais ce faisant on ne capte qu'une partie des sens que le mot recouvre. On laisse échapper, par exemple, le hasard défini par Cournot comme rencontre de deux séries causales indépendantes (la fameuse tuile qui tombe sur la tête d'un passant) ; définition qui réciproquement, laisse échapper le hasard des jeux de hasard. Il y a aussi la dimension subjective, qui fait qu'on ne saurait mettre au crédit ou au débit de quelqu'un quelque chose qui est arrivé « par hasard », c'est-à-dire de façon non voulue et imprévisible. En bref, il paraît très difficile de capter dans une définition unitaire et concise l'essence du hasard, même si les différents emplois du mot ne semblent généralement pas soulever de difficultés et renvoient, semble-t-il, à quelque chose de commun. Quoi qu'il en soit, nous ne partirons pas ici d'une définition du hasard pour examiner, ensuite, la façon dont ce hasard intervient dans les sciences physiques, mais des manières dont on parle de hasard en physique.

Naissance de la science moderne

On ne peut étudier la notion de hasard telle qu'elle intervient en physique sans évoquer au préalable la vision déterministe du monde qui a été au fondement de la science moderne. On connaît la phrase emblématique de

²⁹ Chercheur du CNRS à l'École polytechnique

Galilée « le livre de la nature est écrit en caractères mathématiques ». Il s'agit là, non d'un constat, mais d'un postulat, qui ouvre le programme qui n'a cessé de se déployer depuis quatre siècles. Ce postulat a une origine théologique : c'est parce que le monde était réputé avoir été *créé*, par un Dieu n'ayant rien laissé au hasard et à qui tout obéissait de façon absolue (l'homme excepté, à qui une liberté avait été octroyée), que ce monde ne pouvait être que rigoureusement déterministe. Si tout se produit de manière nécessaire, et que les mathématiques sont le langage de la nécessité, on en arrive naturellement à l'affirmation, si étrange *a priori*, que le monde est écrit en caractères mathématiques. Affirmation qui réactive la thèse platonicienne qui veut que les mathématiques établissent la médiation entre les idées et le monde matériel — les mathématiques étant ce par quoi les idées se projettent sur la matière et, réciproquement, ce par quoi, à partir de la matière, on peut remonter jusqu'aux idées.

La frontière principale structurant le cosmos antique et médiéval était la séparation et l'opposition entre le monde terrestre et le monde céleste. Selon Aristote, les mathématiques étaient adaptées à la description du monde céleste, lieu des phénomènes périodiques et réguliers, mais inaptes, par essence, à rendre compte du monde terrestre où il y avait naissances, morts, corruption, mouvements commençant et finissant. Ce fut la première grande innovation de la science moderne que d'unifier le monde — passage du cosmos à l'univers — en récusant la pertinence de la frontière terrestre/céleste. Encore une fois, la théologie créationniste a joué un rôle fondamental dans ce passage (la césure fondamentale n'étant plus, dans cette perspective, entre le céleste et le terrestre, mais entre le Créateur et la création — céleste et terrestre compris).

L'idéal « laplacien »

La vision déterministe de l'univers, telle qu'elle se condense dans les équations de la mécanique classique, a conduit à la formulation de l'idéal dit laplacien. D'une part, le principe de causalité fait que « nous devons envisager l'état présent de l'univers comme l'effet de son état antérieur, et comme la cause de ce qui va suivre ». D'autre part, les équations différentielles de la mécanique permettent de rendre compte de cet enchaînement, moyennant la connaissance des conditions initiales ; d'où s'ensuit selon Laplace qu'« une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'Analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome : rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux ». En réalité, cet idéal n'est pas spécialement laplacien. Que l'on compare, par exemple, avec ce que d'Holbach écrivait près d'un demi-siècle plus tôt. « Dans un tourbillon de poussière qu'élève un vent impétueux, quelque confus qu'il paraisse à nos yeux, dans la plus affreuse tempête excitée par des vents opposés qui soulèvent les flots, il n'y a pas une seule molécule de poussière ou d'eau qui soit placée au *hasard*, qui n'ait sa cause suffisante pour occuper le lieu où elle se trouve, et qui n'agisse rigoureusement de la manière dont elle doit agir. Un géomètre qui connaîtrait exactement les différentes forces qui agissent dans ces deux cas, et les propriétés des molécules qui sont mues, démontrerait que, d'après des causes données, chaque molécule agit précisément comme elle doit agir, et ne peut agir autrement qu'elle ne fait. Dans les convulsions terribles qui agitent quelquefois les sociétés politiques, et qui produisent souvent le renversement d'un empire, il n'y a pas une seule action, une seule pensée, une seule volonté, une seule passion, dans les agents qui concourent à

la révolution, comme destructeurs ou comme victimes, qui ne soit nécessaire, qui n'agisse comme elle doit agir, qui n'opère infailliblement les effets qu'elle doit opérer suivant la place qu'occupent ces agents dans ce tourbillon moral. Cela paraîtrait évident pour une intelligence qui serait en état de saisir et d'apprécier toutes les actions et réactions des esprits et des corps de ceux qui contribuent à cette révolution » (*Système de la nature*, I, chap. 4). Ce qu'ajoute la formulation de Laplace, outre la remarquable concision, est la symétrie entre le passé et l'avenir, induit par la symétrie temporelle des équations de la mécanique.

De l'idéal à la réalité : les probabilités

Cependant, on devrait davantage tenir compte de l'endroit où Laplace exprime le fameux idéal auquel on a donné son nom : les premières pages de l'*Essai philosophique sur les probabilités* (publié pour la première fois en 1814), qui ne servent que de préambule à ce que l'auteur tenait véritablement à exprimer dans son ouvrage. « L'esprit humain, écrit-il, offre dans la perfection qu'il a su donner à l'Astronomie une faible esquisse de cette intelligence » — c'est-à-dire l'intelligence infinie qui posséderait toutes les données instantanées, connaîtrait toutes les forces et saurait accomplir tous les calculs. Et il ajoute, parlant de l'homme œuvrant au progrès des sciences : « Tous ces efforts dans la recherche de la vérité tendent à le rapprocher sans cesse de l'intelligence que nous venons de concevoir, mais dont *il restera toujours infiniment éloigné* » (nous soulignons). Autrement dit, Laplace ne s'exagérât nullement les possibilités *effectives* de savoir : de la reconnaissance que le savoir parfait est inaccessible à l'esprit humain découle, et c'est là tout l'enjeu de son propos, l'importance fondamentale des *probabilités* — dont il substitue le calcul à l'ancienne évaluation des chances. « On voit par cet Essai que la théorie des probabilités n'est au fond que le bon

sens réduit au calcul : elle fait apprécier avec exactitude ce que les esprits justes sentent d'instinct, sans qu'ils puissent souvent s'en rendre compte. Elle ne laisse rien d'arbitraire dans le choix des opinions et des partis à prendre, toutes les fois que l'on peut, à son moyen, déterminer le choix le plus avantageux. Par là elle devient le supplément le plus heureux à l'ignorance et à la faiblesse de l'esprit humain. » Certes, les probabilités n'apparaissent ici que comme des palliatifs à notre faiblesse et à notre ignorance. Mais d'un autre côté, cette faiblesse étant donnée, cette ignorance impossible à annuler, elles sont un instrument indispensable — « le système entier des connaissances humaines se rattache à la théorie exposée dans cet essai » —, un instrument si adapté à notre condition « qu'il n'est point de science plus digne de nos méditations, et qu'il soit plus utile de faire entrer dans le système de l'instruction publique ». Que, malgré cela, une tradition répandue ait voulu ne voir en Laplace que le champion d'une science d'un déterminisme absolu est révélateur de la difficulté qu'il y avait à accueillir ses vues. Avec Laplace, commence en vérité une science qui ne se met plus à la place de Dieu, mais une science liée à ce qui est effectivement accessible à l'homme.

Il existe deux grandes conceptions de la notion de probabilité. On parle de probabilité *objective* quand cette probabilité est inférée de la fréquence constatée, ou déduisible des données, de certaines occurrences dans un ensemble d'événements. C'est la conception de Laplace. Le hasard chez lui est le hasard des jeux de hasard. (Il est à noter que les premiers calculs de probabilité sont inspirés, chez Pascal, par de tels jeux.) On parle de probabilité *subjective* quand il s'agit de déterminer ce qu'il est le plus raisonnable de supposer compte tenu des données dont on dispose (cette conception est souvent associée au mathématicien écossais du XVIII^e siècle Thomas Bayes). Le recours aux probabilités se justifie, dans la perspective objectiviste, quand on ne peut faire mieux qu'inférer ou enregistrer la fréquence de certains

événements, sans pouvoir démêler la causalité dans les événements considérés individuellement. Dans la perspective subjectiviste, elle se justifie par le fait que nous sommes confrontés à un monde dont la connaissance est toujours incomplète, et qui réclame néanmoins de nous des options.

Émergence véritable de la physique statistique

On trouve chez Maxwell des affirmations qui vont parfaitement dans le sens de l'*Essai sur les probabilités*. Ainsi lorsqu'il avance, dans une lettre de 1850 : « La vraie logique pour ce monde est le calcul des Probabilités. [...] Cette branche des mathématiques, qui est généralement considérée comme favorisant les jeux d'argent, les jeux de hasard et les paris, et par conséquent hautement immorale, est la seule mathématique des hommes que nous devrions être, qui ont le sens des réalités. » Maxwell réalise que la statistique est ce qui manque à la physique : c'est de ces mathématiques-là qu'elle a besoin quand elle est confrontée aux grands, aux très grands nombres — ce qui ne peut manquer de se produire quand les physiciens cherchent à comprendre les phénomènes macroscopiques à partir de phénomènes microscopiques sous-jacents : le nombre de particules à prendre en compte est gigantesque. L'autorité de Maxwell comme physicien a été déterminante pour donner droit de cité à une démarche si étrangère à la pratique scientifique classique. Dans son *Discourse on Molecules*, prononcé à Bradford en 1873 devant la *British Association for the Advancement of Science*, il devait encore soigneusement justifier l'usage de la statistique : « Tant que nous ne nous occupons que de deux molécules, et que nous possédons toutes les données, nous pouvons calculer le résultat de leur rencontre ; mais lorsque nous devons nous occuper de millions de molécules, dont chacune d'entre elles entre en collision des millions de fois par seconde, la complexité du problème semble exclure tout espoir de solution valable. Les atomistes modernes ont par

conséquent adopté une méthode qui est, je crois, nouvelle dans le département de la physique mathématique, même si elle est en usage depuis longtemps dans la section des Statistiques [...]. Les équations de la dynamique expriment complètement les lois de la méthode historique [*i.e.* qui calcule le mouvement à partir des conditions initiales] lorsqu'elle est appliquée à la matière, mais l'application de ces équations implique une connaissance parfaite de toutes les données. [...] Nous ne pouvons établir le mouvement réel d'aucune de ces molécules, de sorte que nous sommes obligés d'abandonner la méthode strictement historique, et d'adopter la méthode statistique pour traiter de grands groupes de molécules. »

Maxwell souligne l'importance de la question de l'échelle, constitutive du phénomène, par une expérience de pensée. Il imagine une petite créature — « *a very observant and neat-figured being* », que Thomson (futur lord Kelvin) fera passer à la postérité sous le nom de « démon » — à même de mettre en échec le deuxième principe de la thermodynamique, qui stipule que l'entropie d'un système fermé ne peut que croître, simplement parce qu'elle perçoit et agit au niveau moléculaire. Il imagine aussi, à l'inverse, que les lois statistiques auraient pu constituer un paradigme dominant. « La méthode statistique [...] qui dans l'état présent de notre savoir est la seule dont nous disposions pour étudier les propriétés des corps matériels, implique un renoncement aux principes dynamiques stricts, et le recours à des méthodes mathématiques ressortissant à la théorie des probabilités. Il est probable que des résultats importants pourront être obtenus par ce moyen, encore peu connu et auquel nos esprits ne sont pas accoutumés. Si l'histoire de la science avait connu un autre cours, si les doctrines scientifiques qui nous sont les plus familières avaient précisément été celles qui doivent être exprimées par les statistiques, nous aurions peut-être considéré l'existence d'une certaine forme

de contingence comme une évidence, et la doctrine du déterminisme absolu comme une affirmation vide de sens. »

À cette époque l'autre grande figure de la théorie cinétique des gaz était déjà apparue, en la personne de Ludwig Boltzmann qui, avec le secours d'un lexique et d'une grammaire anglaise, avait étudié les traités de Maxwell que son professeur à Vienne, Josef Stefan, lui avait mis entre les mains. Un problème majeur se dressait, apparemment insurmontable pour la théorie cinétique des gaz : comment fonder le deuxième principe de la thermodynamique sur des bases atomiques ? Comment concilier la réversibilité des lois de la mécanique avec le fait, par exemple, que la chaleur se diffuse toujours des corps chauds aux corps froids, et non l'inverse ? Non seulement dans un premier article publié en 1866, « *Über die mechanische Bedeutung des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie* », Boltzmann donne une interprétation mécanique du second principe, mais encore en 1872, dans « *Weitere Studien über das Wärmegleichgewicht unter Gasmolekülen* », il explique par des arguments statistiques la convergence des systèmes vers l'état d'entropie maximale, correspondant à la distribution des vitesses que Maxwell avait calculée. Il réalise ce programme en définissant une grandeur statistique H qui décroît avec le temps, jusqu'à son minimum atteint lorsque les vitesses des particules correspondent à la distribution de Maxwell (c'est le contenu de ce qui sera appelé le Théorème H). H correspond à l'équilibre (au signe et à une constante multiplicative près) à l'entropie thermodynamique — ce pour quoi Boltzmann l'avait d'abord notée E avant, pour éviter une confusion avec l'énergie, d'opter pour $\dot{e}ta$ majuscule.

Certains enseignements essentiels de ces travaux ne peuvent être explicités sans que soit esquissée en quelques mots la démarche suivie. Entre la description macroscopique de la thermodynamique classique, et la

description microscopique qui devrait rendre compte du mouvement de chaque particule, Boltzmann adopte une description mésoscopique qui se place à l'échelle microscopique, mais ne tient pas compte des corrélations qui existent entre les particules du fait des chocs. En termes actuels : Boltzmann ne retient, de la densité de probabilité $D(r_1, p_1, r_2, p_2, \dots ; t)$ dans l'espace des phases des N particules (r_i et p_i désignant respectivement la position et l'impulsion de la particule i), qu'une densité réduite $f(r, p)$ dans l'espace des phases à un corps ; alors que D donne la probabilité de trouver le collectif des N particules dans un certain domaine de l'espace des phases à $6N$ dimensions, f représente le nombre de particules situées en moyenne dans un domaine de l'espace des phases à 6 dimensions (espace et vitesse) d'une particule. L'entropie correspondant à D , qui mesure un volume dans l'espace des phases complet, devrait, de par le théorème de Liouville, demeurer constante au cours du temps si les lois du mouvement sont connues et admettent une formulation hamiltonienne. Néanmoins, même si tel est le cas, cette constance théorique s'avère sans valeur pratique car le calcul effectif du mouvement est hors de notre portée. En revanche, en fonction de l'évolution de f donnée par l'équation de Boltzmann, l'entropie associée augmente avec le temps, jusqu'à rejoindre l'entropie thermodynamique d'équilibre. Cette croissance traduit le fait qu'au fil du temps l'information initiale migre, du fait des chocs, vers des corrélations entre particules de plus en plus complexes, qui échappent à toute mesure. Bien qu'il néglige ces corrélations, le modèle de Boltzmann est plus réaliste que celui qui, pour en tenir compte, invoquerait des quantités inaccessibles à l'expérience ; quoique « oubliant » des termes dans les calculs, c'est lui qui conduit à des résultats en accord avec les phénomènes. Dans ce cas, loin de proposer une simplification du réel de par l'amalgame auquel elles procèdent, loin de constituer un artifice nécessité par nos capacités de

calcul limitées, *les statistiques s'avèrent au contraire constitutives du réel tel que nous l'expérimentons.*

L'aléatoire comme nouveau fondement d'un déterminisme

Le développement de la théorie cinétique des gaz a contribué à l'« érosion du déterminisme » qui a marqué la physique à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle, et préparé la voie aux formulations probabilistes de la mécanique quantique. Les positivistes ont certes, ici, joué leur rôle : pour beaucoup d'entre eux le postulat du déterminisme était vide, et devait être remplacé, au nom de l'économie des hypothèses, par les concepts de corrélations et de probabilités. Cela étant, ce remplacement était d'autant plus envisageable que la cinétique des gaz, quoique récusée par les positivistes pour son hypothèse atomiste considérée comme abusive, avait donné le premier exemple d'une science qui, par les statistiques, avait rendu le déterminisme facultatif à l'échelle élémentaire. C'est ce modèle qui, en toile de fond, permit à Franz Exner, en 1908, de proposer une vue unifiée et complète de la nature, où toute loi était une expression de la loi des grands nombres (et où le défaut de loi dans les sciences de l'esprit n'était dû ni à une essence particulière de leur objet, ni à une qualité particulière du vivant, ni au libre arbitre, mais seulement au relativement petit nombre d'événements aléatoires sous-tendant les phénomènes étudiés). Dix ans plus tard, Exner avança que si l'on étudiait de façon suffisamment précise, pendant des intervalles de temps suffisamment courts, un corps qui tombe, on s'apercevrait que ce mouvement a à cette échelle une composante aléatoire (il assurait avoir obtenu l'assentiment de Boltzmann pour cette proposition). Pour Exner, non seulement les lois macroscopiques étaient de nature statistique, mais encore elles émergeaient d'un niveau microscopique où le déterminisme n'avait pas cours. Maxwell prenait soin de rappeler le degré

d'incertitude qui, avec le recours nécessaire aux statistiques, marquait les lois physiques — il était sans doute porté, en ce sens, par des motifs religieux et le désir de trouver, dans cette incertitude, un moyen de fonder le libre arbitre. Pour Exner, l'indéterminisme n'était pas dû à la statistique, mais au fait que les événements individuels eux-mêmes avaient un degré d'indétermination : le déterminisme n'était qu'un effet de la loi des grands nombres.

Un fait important est à remarquer : loin de constituer une difficulté pour le traitement statistique, un véritable aléatoire microscopique ne pouvait au contraire que le servir. Car si le nombre de particules interdit de suivre individuellement leurs mouvements, mais permet de faire « comme si » ceux-ci se faisaient au hasard — c'est la *Stosszahlansatz* de Boltzmann, l'hypothèse ergodique du chaos moléculaire —, la démarche n'est que plus légitime si le hasard ne résulte pas d'un « oubli » (aussi justifié soit-il) du déterminisme, mais est intrinsèque. C'est le lieu ici de souligner que l'aléatoire parfait n'est pas tant une négation du déterminisme que son exact *envers*, et entretient à ce titre un lien essentiel avec lui : l'aléatoire parfait est, à sa manière, une hypothèse aussi forte que celle du déterminisme absolu, et permet une mathématisation très efficace. Un monde rigoureusement non déterministe est parfaitement probabiliste. De ce fait l'aléatoire quantique, loin de menacer l'édifice statistique, a renforcé celui-ci, qui avait rendu l'aléatoire pensable parce que, sans nier le déterminisme, il permettait de s'en passer à l'échelle corpusculaire. De ce point de vue, la physique statistique a joué un rôle déterminant dans l'incubation des idées qui, dans les années 1920, permettront l'élaboration des théories quantiques.

Contrairement à l'opinion de certains qui voyaient dans l'appel à la raison statistique les signes du tarissement de la science occidentale, celle-ci y puisait les ressources d'un immense renouveau. D'une part parce qu'au lieu d'être prise de court, débordée par le nombre, elle trouvait en celui-ci le

moyen d'asseoir des théories et d'atteindre des résultats extrêmement fiables. Boltzmann a vu dans les statistiques l'instrument propre à étendre le pouvoir explicatif de la science. Sur la base du théorème de récurrence énoncé par Poincaré en 1890, stipulant qu'un système hamiltonien doit au cours du temps repasser aussi près que l'on veut d'un état qu'il a connu par le passé, Zermelo objecta à Boltzmann que l'évolution de sa grandeur H ne pouvait être monotone comme il le prétendait. Boltzmann fut contraint de reconnaître que ses résultats, de même que le deuxième principe de la thermodynamique, n'étaient vrais qu'en probabilité, et de repenser sa théorie. Au macro-état d'un système, défini par un certain nombre de données macroscopique comme la pression, la température, correspondent de multiples micro-états équiprobables, en nombre W , et l'entropie du macro-état est donnée par la formule $S = k \log W$, d'autant plus grande que W est élevé : le deuxième principe de la thermodynamique exprime le fait qu'un système évoluera presque sûrement vers un macro-état d'entropie maximale, dans la mesure où les micro-états qui lui correspondent sont extraordinairement majoritaires. Boltzmann calcule que si le théorème de récurrence assure que deux gaz qui se sont mélangés doivent finir par se séparer à nouveau spontanément, le temps nécessaire pour que la probabilité de l'événement devienne significative est gigantesque (bien supérieur à 10 puissance 10 milliards d'années). « On conviendra qu'il revient pratiquement au même de dire que cela ne se produira *jamaïs*, si l'on songe que, durant le même laps de temps, d'après les lois des probabilités, il devrait se trouver plusieurs années pendant lesquelles, par simple coïncidence fortuite, tous les habitants d'une grande ville se suicideraient le même jour, ou bien pendant lesquelles toutes les maisons de la même ville prendraient feu isolément le même jour, également par simple hasard ; cependant les compagnies d'assurance, d'accord avec l'expérience, ont raison de ne pas prendre de tels hasards en considération. Si

des probabilités aussi faibles, et même d'autres encore beaucoup plus grandes comparées à la précédente, n'étaient pas pratiquement regardées comme identiques à des impossibilités, personne ne pourrait compter sur l'arrivée de la nuit à la fin de la journée et sur la venue, après la nuit prochaine, d'un autre jour. » Le gigantisme du nombre de particules, qui menaçait de mettre en échec le savoir, est au contraire ce qui permet à celui-ci de se rétablir. La physique statistique réalise cette performance d'asseoir un savoir extrêmement fiable non sur une analyse exhaustive des situations, mais au contraire sur ce qui excède ces facultés d'analyse : les nombres gigantesques mis en jeu, joints à des postulats probabilistes au niveau élémentaire, sont cela même qui permet de refonder un déterminisme. La physique moderne n'abolit pas le hasard, elle en tire parti.

Une autre forme d'aléatoire : le chaos déterministe

Maxwell remarquait que la « méthode historique », qui consiste à calculer une trajectoire d'après les équations qui la régissent, n'était plus d'aucun secours quand le nombre de particules concernées devenait trop grand. Mais il est d'autres cas où les capacités de calcul sont prises en défaut, quand bien même les équations du mouvement sont réputées connues. Il s'agit des systèmes dits chaotiques. Par là, on entend des systèmes dynamiques pour lesquels deux trajectoires issues de conditions initiales voisines peuvent diverger exponentiellement avec le temps. La précision avec laquelle les conditions initiales peuvent être spécifiées n'étant jamais infinie il en résulte, quand bien même l'évolution du système obéirait parfaitement aux équations, une borne sur l'horizon temporel de prévisibilité (horizon de Lyapounov). De tels systèmes sont loin d'être exotiques : Henri Poincaré, à la fin du XIX^e siècle, avait compris qu'il était impossible de prédire l'évolution à long terme d'un système régi par la loi newtonienne de gravitation dès que ce système

comporte au moins trois corps. Tel est le cas, en particulier, pour le système solaire (avec un ordre de grandeur, pour l'horizon de Lyapounov, de la centaine de millions d'années), qui peut se révéler instable (collision de deux planètes, ou éjection d'une planète hors du système). La longue période de latence, plus d'un demi-siècle qui a été nécessaire pour que la portée de ces travaux de Poincaré soit reconnue montre à quel point l'idée d'une imprévisibilité insurmontable surgissant d'équations rigoureusement déterministes décrivant l'évolution de systèmes physiques très simples était difficile à assimiler.

Cela étant, toutes les possibilités de calcul ne disparaissent pas : on parvient à évaluer, à l'intérieur d'un horizon temporel beaucoup plus étendu (disons, pour le système solaire, cinq milliards d'années, soit l'espérance de vie qu'on attribue au soleil comme étoile), la densité des trajectoires instables dans l'ensemble de toutes les trajectoires possibles (de l'ordre de un pour cent pour le système solaire, d'après des travaux récents de Jacques Laskar). Là où on s'y attendait le moins, là où les équations devaient assurer, moyennant la puissance de calcul suffisante, une prévisibilité potentiellement infinie, un aléatoire irréductible a surgi. Mais là encore, bien que moins efficacement que par la loi des grands nombres dans le cas de la physique statistique, cette dimension aléatoire peut être, jusqu'à un certain point, domestiquée, par une évaluation des probabilités attachées à différents types de scénarios.

Conclusion

L'introduction des statistiques en physique a stimulé une évolution épistémologique qui, loin de seulement suivre les développements effectifs de la science a aussi, dans les premières décennies du XX^e siècle, permis ceux-ci. Ce qui se joue déjà à cet endroit, avant les redéfinitions ultérieures et déroutantes pour le sens commun, par la relativité et la physique quantique,

d'anciens concepts, c'est l'ancrage des concepts physiques pertinents dans des possibilités *effectives* d'expérience. À cet égard, le recours aux statistiques n'apparaît nullement comme un aveu d'échec mais, ainsi que le voulait Maxwell, comme l'adoption du mode de description adéquat à son objet. La révolution qu'a entamé la physique statistique a consisté à construire la connaissance en fonction des données effectivement disponibles, à édifier la science du point de vue non d'un Dieu horloger, d'un grand Autre supposé savoir, mais de l'homme dans ses conditions véritables d'expérience. Ce faisant, la physique statistique a servi de propédeutique aux bouleversements épistémologiques exigés par la mécanique quantique.

Mais curieusement, c'est au moment où les sciences physiques prenaient leurs distances avec certains postulats métaphysiques, pour s'aligner sur les possibilités de l'homme pratique, qu'elles ont également pris de cours les représentations habituelles qui révèlent, du même coup, la métaphysique qui les informe. La façon courante d'envisager Laplace, dont la vulgate a d'abord retenu l'affirmation d'un déterminisme absolu, est révélatrice : s'attacher à ce propos — serait-ce pour le traiter avec condescendance — est une façon de pas entendre ce qu'il dit du rôle indispensable des probabilités dans les sciences. On a qualifié de laplacienne une représentation de la science qui n'était plus celle de Laplace, mais qui a bel et bien continué à habiter la conscience commune, entravant la diffusion de la physique statistique, de ses principes, de ses méthodes et de ses significations. D'où l'intérêt de clarifier ce moment où, avant les révolutions relativistes et quantiques, l'approche physique du monde se met à ne plus correspondre à l'image qui en persiste largement jusqu'à aujourd'hui — si jamais l'écart entre la pensée scientifique contemporaine et la pensée tout court peut être, sinon surmonté, du moins tempéré.

Idéologie du hasard et foi chrétienne

Laurent Sentis³⁰

Le concile Vatican I a rappelé avec force qu'entre la science et la foi il ne peut pas y avoir de contradiction³¹. Une des missions du théologien est donc de comprendre les résultats scientifiques et de montrer que ceux-ci ne s'opposent à une saine intelligence de la foi. N'étant pas lui-même un spécialiste et ne pouvant atteindre une compétence directe dans tous les domaines du savoir il est obligé de se mettre à l'écoute de ce que disent les savants. Deux problèmes surgissent alors pour lui. D'une part, un savant qui s'adresse à un grand public est obligé de simplifier son propos au risque de tomber dans une vulgarisation déformante faisant appel à l'imaginaire plus qu'à une véritable rationalité. A vrai dire un dialogue approfondi permet de surmonter cet écueil. Plus sérieux est le problème de l'idéologie. Dans son désir bien compréhensible de montrer la portée de ses découvertes le savant est souvent tenté lors de son œuvre de vulgarisation d'extrapoler en dehors de sa discipline et d'apporter sa caution à des opinions contestables. Le théologien doit alors se faire philosophe et même épistémologue afin de distinguer dans un ouvrage de vulgarisation ce qui relève d'un authentique travail scientifique et ce qui relève plutôt de l'idéologie.

C'est à une semblable distinction que le théologien doit se livrer lorsqu'il s'interroge sur l'enseignement des scientifiques à propos du hasard. Et puisque nous ne pouvons échapper à l'épistémologie, je voudrais proposer

³⁰ Prêtre, Professeur de théologie morale, Directeur des études au Séminaire de Toulon

³¹ G. Dumeige, *La foi catholique*, L'Orante, Paris, 1969, §99-102

d'abord une distinction en ce qui concerne le hasard. Il me semble que le hasard peut être envisagé de deux manières différentes. On dira d'un phénomène qu'il se produit de façon aléatoire soit pour exprimer une limite de nos connaissances soit pour dire une propriété du phénomène lui-même. Je me permettrai dans le premier cas de parler d'un hasard extrinsèque et dans le second cas de hasard intrinsèque. Précisons d'abord le hasard extrinsèque, le caractère aléatoire lié à la limite de nos connaissances. Dans un jeu de hasard comme la roulette, il est certain que lorsque la boule et la roulette sont lancées nous avons un processus strictement déterministe. Mais il semble impossible de connaître les paramètres du système avec une précision suffisante pour prévoir dans quelle case va se loger la boule. De façon plus générale, lorsque nous constatons la rencontre de deux séries causales indépendantes et que nous déclarons que cette rencontre est le fruit du hasard nous affirmons uniquement notre incapacité de connaître l'ensemble des séries causales qui peuvent interférer. Mais nous n'affirmons nullement que le hasard se trouve dans les choses mêmes et nous avons conscience que le hasard n'est nullement une sorte de cause qui aurait permis la rencontre de ces deux séries causales.

On peut aussi penser qu'il existe, dans la nature même des choses matérielles, une certaine indétermination si on pense que le mouvement d'une particule aurait pu, toutes choses égales par ailleurs, se produire autrement. Dire qu'un phénomène est le fruit de hasard a une toute autre signification. On veut dire par là qu'il s'est produit alors qu'il aurait pu ne pas se produire. Le hasard intrinsèque n'est pas à proprement parler une cause mais plutôt une déficience de causalité.

En quoi le hasard est-il un problème pour la foi chrétienne ? Le hasard extrinsèque est connu depuis toujours et ne pose pas plus de problème aujourd'hui qu'hier. Il semble que le problème vient plutôt du hasard

intrinsèque. En affirmant au nom de la théorie de l'évolution que l'apparition de l'homme est le fruit du hasard on semble suggérer que l'homme aurait fort bien pu ne pas apparaître. On en conclut qu'aucune intention n'a présidé à son émergence. Et il est vrai qu'une telle conclusion s'oppose à l'idée d'un projet du Créateur sur notre humanité. Cette idée est centrale pour le christianisme. Par exemple le Concile Vatican II enseigne que « l'homme est la seule créature sur terre que Dieu a voulu pour elle-même »³². Il semblerait donc à première vue que le théologien soit plus embarrassé par le hasard intrinsèque que par le hasard extrinsèque. Or c'est précisément le contraire que je voudrais démontrer dans cette conférence.

Peut-on envisager un hasard seulement extrinsèque ?

Supposons que le hasard soit toujours extrinsèque, qu'il n'exprime rien d'autre que la limite de nos connaissances. On peut croire dans une telle hypothèse qu'une intelligence supérieure disposant de l'omniscience et de la toute puissance connaît et dirige toutes choses. Le dieu que l'on a ainsi conçu n'est autre que celui de Laplace qui connaissant les positions et les vitesses de chaque élément du monde à un instant donné connaîtrait par le calcul le passé et l'avenir de l'univers³³. Il n'est pas sûr que Laplace croyait en l'existence d'une telle intelligence mais il est certain que cette idée d'une science divine totale et impliquant un déterminisme absolu correspond à l'idée que Leibniz se faisait du Dieu chrétien. Leibniz enseigne comme principe fondamental de sa métaphysique le principe selon lequel il y a une raison pour laquelle les choses sont ainsi et non pas autrement. Ce principe qui sert à prouver l'existence de Dieu sert aussi à donner du monde une image totalement déterministe. Dans un tel univers l'enchaînement mécanique des causes

³² *Gaudium et Spes*, §24

³³ *Essai philosophique sur les probabilités*, (paru en 1814), Œuvres, Gauthier Villars, 1886, VII, 1, p 6-7

efficientes ne contredit nullement la finalité puisque le principe énoncé par Leibniz permet de fonder aussi bien la causalité efficiente que la cause finale. C'est pourquoi Leibniz parle à ce sujet d'harmonie préétablie. La rigueur d'un tel système a impressionné plus d'un croyant et cela ne doit pas nous étonner car nous constatons que Leibniz se réfère explicitement à toute une école de théologie inaugurée par le dominicain Dominique Bañez qui a vécu à la fin du seizième siècle et qui a soutenu que Dieu prédétermine nos actes libres³⁴.

La conciliation que ce type de doctrine propose entre providence divine et liberté humaine me semble purement verbale. Le prédéterminisme ne trouve aucun appui textuel irrécusable dans les textes de saint Thomas d'Aquin que Bañez entend pourtant interpréter. Ce n'est pas ici le lieu de revenir sur des débats théologiques qui ont empoisonné notre Eglise. Je voulais simplement souligner que l'idée d'un hasard purement extrinsèque, si elle conduit à l'idée d'un prédéterminisme absolu, est en fait fort embarrassante pour le chrétien.

Avant d'aborder la question du hasard intrinsèque telle qu'elle se pose de nos jours, il me semble souhaitable de nous attarder sur la philosophie de la nature enseignée par Aristote et reprise par saint Thomas. Les penseurs de l'antiquité et du Moyen âge n'avaient pas la même approche que nous de la question du hasard, ils avaient beaucoup réfléchi sur une question qui est en fait la condition de possibilité du hasard intrinsèque, celle de la contingence dans la nature.

Hasard intrinsèque et contingence

La notion de contingence s'oppose à celle de nécessité. Attribuer la contingence à un phénomène c'est souligner qu'il aurait pu ne pas se produire.

³⁴ Pour l'analyse des doctrines de Bañez et de Leibniz voir Laurent Sentis, *Saint Thomas d'Aquin et le mal*, Beauchesne, Paris, 1992, p 249-259.

Pour Aristote la contingence est liée à l'imperfection du monde sublunaire.³⁵ Selon sa cosmologie les astres sont animés d'un mouvement circulaire perpétuel et uniforme signe de leur incorruptibilité et donc de leur perfection. La terre située au centre du monde est placée à l'intérieur de la sphère de la lune elle-même située à l'intérieur des autres sphères. C'est pourquoi la terre est désignée comme monde sublunaire voué à la corruption et donc à l'imperfection. Alors que rien ne trouble le mouvement des astres et sa nécessité, les phénomènes de ce monde sublunaire sont marqués par la contingence. Certes nous pouvons y observer des régularités et le jeu des causes efficientes. Mais ces régularités et ce jeu ne sont pas absolus. Ce qui a lieu dans le monde sublunaire a lieu d'une certaine manière mais aurait pu, toutes choses égales par ailleurs, se passer autrement.

Saint Thomas reprenant la cosmologie d'Aristote se demande si la volonté divine du fait qu'elle est toujours accomplie, impose une nécessité aux choses. Il répond que Dieu veut que certaines choses se produisent de façon nécessaire et que d'autres se produisent de façon contingente. Loin de s'opposer à la volonté et à la science divine, la contingence est connue et voulue par le Créateur.

Mais alors que pour un philosophe de l'antiquité païenne comme Aristote la contingence est signe d'imperfection, elle se trouve revalorisée dans une pensée chrétienne. La contingence est introduite dans la volonté créatrice de Dieu car elle est la condition de possibilité de sa liberté. Dieu a voulu ce monde mais il aurait pu ne pas le vouloir, il aurait pu le vouloir autre que ce qu'il est. Pour nous les humains, il en va de même. Notre liberté, si elle n'est pas illusoire, n'est possible que si que notre vie et en particulier notre vie corporelle n'est pas totalement marquée par la nécessité. Dans la mesure où notre corps est immergé dans la nature matérielle, affirmer la contingence de

³⁵ Pierre Aubenque, *La prudence chez Aristote*, P.U.F. Paris, 1963.

cette nature matérielle, c'est rendre concevable une prise en charge de notre corps par une liberté.

Il ne s'agit pas de confondre le hasard intrinsèque et la liberté ou de prétendre fonder celle-ci sur celui-là. Le hasard intrinsèque exprime un certain déficit ontologique. Dire qu'un événement est le fait du hasard intrinsèque, c'est dire que le jeu des causes efficientes ne détermine que partiellement le mouvement corporel. Un autre mouvement aurait été possible et il n'y a pas à chercher une raison pour laquelle c'est ce mouvement qui a eu lieu et non pas un autre. La liberté exprime plutôt un surcroît ontologique. Agir librement, c'est vouloir une action corporelle plutôt qu'une autre en fonction d'une intention qui dépasse les phénomènes corporels. C'est introduire dans le cours des choses matérielles une détermination qui vient d'ailleurs. Cette différence entre le hasard intrinsèque et la liberté étant posée, il reste que l'un et l'autre ont en commun de s'opposer à la nécessité, l'un et l'autre ont la contingence comme condition de possibilité.

Dans la mesure où le hasard intrinsèque nous conduit à reconnaître la contingence dans la nature matérielle, dans la mesure où la contingence dans la nature matérielle est la condition de possibilité d'une liberté incarnée, il apparaît que l'idée de hasard intrinsèque et la foi chrétienne ne sont peut-être pas inconciliables.³⁶

Hasard et apparition de l'homme

Abstraction faite de la différence que nous venons de souligner entre le hasard intrinsèque et le hasard extrinsèque, nous devons reconnaître que les recherches cosmologiques, géologiques et biologiques attribuent au hasard un grand rôle dans l'émergence du monde tel qu'il est. Soulignons d'abord que

³⁶ Ce point a été mis en lumière de façon convaincante par Kenneth Miller, *A la recherche du Dieu de Darwin*, Presse de la Renaissance, Paris, 2009.

ces événements aléatoires sont de deux sortes. Certains sont compensés par la loi des grands nombres et conduisent à une certaine nécessité. Soit une population d'êtres vivants se reproduisant sous des contraintes déterminées. Si la population est suffisamment nombreuse, si les mutations sont fréquentes, il est inévitable qu'au bout d'un certain temps une mutation avantageuse apparaisse et se maintienne. Mais il semble que d'autres événements se produisent par hasard sans que l'on puisse resituer cet événement dans un ensemble d'événements similaires. Par exemple on nous explique que la chute d'une météorite a provoqué l'extinction des dinosaures. Parler de probabilité d'apparition de cet événement n'a plus guère de sens.

Mais que les événements que nous attribuons au hasard soient resitués ou non dans un cadre où intervient la loi des grands nombres, il faut remarquer que le hasard comme tel ne produit rien. C'est le cadre dans lequel cet événement est situé qui rend possible l'événement et qui le produit.

Il en est de la vie comme des jeux de hasard. Au jeu de la roulette, c'est un hasard si ayant misé sur le zéro je gagne 36 fois la mise. Mais sans le casino et la roulette cet événement ne se produira jamais. Ou pour dire autrement la même idée, dans le jeu de la roulette au casino c'est par hasard qu'apparaît un nombre entre 0 et 36 mais il est impossible qu'apparaisse le 37. Qu'un nombre compris entre 0 et 36 ait une chance d'apparaître, cela ne signifie pas que le hasard fasse quelque chose mais cela indique l'ingéniosité de celui qui a conçu la roulette et l'habileté de celui qui l'a fabriquée.

Nous commençons à connaître la succession des événements qui tout au long de l'histoire de l'univers ont conduit à l'apparition de la vie et de l'homme, nous pouvons formuler des hypothèses sur le caractère plus ou moins aléatoire, plus ou moins probable de chacun d'entre eux. Certains diront que, compte tenu de la taille de l'univers et du temps écoulé, il est nécessaire que la vie apparaisse et se développe en de nombreux endroits.

D'autres diront qu'étant donné le caractère hautement improbable de certains de ces événements c'est une chance extraordinaire qui a permis ces émergences. Je n'entrerai pas dans ces discussions. En revanche il est certain que, dès les origines de l'univers, les propriétés de l'énergie primitive étaient telles que le simple déploiement de ce qui existait alors rendait possible l'émergence de quelque chose d'aussi prodigieux que le cerveau humain. Dans ces conditions, l'hypothèse d'une intelligence créatrice est tout à fait plausible.³⁷

Hasard intrinsèque et providence

Ce qui vient d'être affirmé demeure vrai que le hasard soit intrinsèque ou extrinsèque. Mais une chose doit être notée dans l'hypothèse du hasard intrinsèque. J'ai déjà souligné que cette hypothèse permet de rendre compte de la contingence dans la nature corporelle. Or cette contingence permet aussi de rendre compte de l'autodétermination que nous voyons à l'œuvre dans le monde animal. Avant d'aller plus loin, il convient que je précise ce que je désigne par ce mot et qui ne doit pas être identifié avec la liberté. L'autodétermination animale est ce qui permet à cet animal de déterminer les chemins permettant de réaliser tel ou tel objectif correspondant à ses désirs sensibles. Cette autodétermination est assurément la condition de possibilité d'une liberté incarnée. Mais la liberté est quelque chose de plus : elle est une capacité de se déterminer en fonction d'un bien spirituel. Je dis donc que le hasard intrinsèque permet de comprendre l'émergence progressive de cette autodétermination immergée dans le monde sensible et que pourtant aucune expérimentation scientifique ne peut mettre en lumière.

La contingence de la nature permet donc de comprendre une telle autodétermination inaccessible à l'expérimentation. De même, elle permet de

³⁷ Voir sur ce point : Michel Delsol, *Darwin, le hasard et Dieu*, Vrin, Paris, 2007.

penser l'intervention du Créateur au sein de ce monde. Si le monde corporel est susceptible de fluctuations aléatoires, rien n'empêche le Créateur d'intervenir de façon discrète pour orienter si le besoin s'en fait sentir le cours des choses. En tant que chrétiens, qui affirmons notre foi en la divine providence, nous croyons à la possibilité de ce type d'intervention sans toutefois prétendre que la méthode scientifique soit contrainte de la reconnaître. La providence à laquelle nous croyons n'exclut ni la régularité des phénomènes ni leur contingence. Elle n'exclut ni le hasard, ni l'autodétermination animale, ni la liberté humaine³⁸. Elle s'exerce en fournissant le cadre à l'intérieur duquel une place est accordée au hasard, à l'autodétermination et à la liberté. En tant que cause première universelle elle ne court-circuite pas les causes secondes mais au contraire leur donne de s'exercer conformément à ce qu'elles sont. Une cause seconde qui produit de façon contingente un effet contingent n'ajoute rien à la causalité divine ni ne s'arroge une quelconque indépendance puisque c'est par elle que Dieu agit. On peut dire que c'est Dieu qui lui donne d'être cause. On voit les conséquences anthropologiques de ce principe métaphysique. Quand je prends une initiative, c'est bien moi qui agis mais en aucune manière je ne me soustrais au gouvernement divin. Même lorsqu'il s'agit d'un péché, le mauvais vouloir en tant que tel échappe au gouvernement divin mais l'action qui en résulte demeure un élément de ce monde que Dieu a créé et gouverne.

Conséquences morales et psychologiques

Les considérations qui précèdent nous permettent de prendre position à l'égard de certains théoriciens matérialistes qui interprètent la foi religieuse comme un refuge pour les personnes qui se sentent mal à l'aise avec le hasard

³⁸ La providence divine n'impose pas la nécessité : Thomas d'Aquin, *Somme théologique*, Ia q22 a 4

en général et le darwinisme en particulier. Dans un entretien accordé à la revue *Science et Vie*, Boris Cyrulnik déclare :

Nos enquêtes sur l'attachement nous montrent qu'autour des deux tiers des individus toutes cultures confondues vivent en ayant acquis un attachement sécurisant. Ils aiment se sentir responsables c'est souvent angoissant mais ces personnes apprécient cette angoisse car elle leur laisse une part de liberté qui procure du plaisir. Mais un tiers des adultes et des enfants ont eux acquis un attachement insécurisant. Ceux-là pour se sentir en sécurité ont besoin de conditions qui peuvent ressembler à la prison [...]. Le mariage peut être un cas de figure : « Maintenant que je suis marié je ne remettrai jamais ce lien en cause ». Le fait de ne pas remettre en cause une absence de choix peut apaiser. De fait toutes les religions font appel à la soumission.

Question : Les individus qui s'opposent à la théorie de l'évolution qui donne finalement au hasard le rôle titre dans le grand film du vivant sont-ils angoissés par la liberté ?

Réponse : Oui je le pense. Et le dialogue avec eux est impossible sur le plan de la raison. Ces personnes ont besoin de cette soumission à un ordre qui les dépasse. Si vous arriviez à les convaincre qu'il n'y a pas d'intentionnalité dans la nature vous les rendriez malades !³⁹

Pour ma part je crois que les créationnistes et les concordistes sont tout simplement des gens qui n'ont pas vu la compatibilité du darwinisme et de la doctrine de la providence. Je n'exclus pas que cette difficulté intellectuelle soit parfois explicable par une angoisse liée à une insécurité psychique. Cela étant dit la position de l'interlocuteur de Cyrulnik et que celui-ci semble partager semble bien provenir de la même incompréhension. Accorder au hasard le rôle titre dans le grand film de la vie outrepassé les données

³⁹ *Science et Vie*, Août 2007, p 62-63

scientifiques et relève de l'idéologie. Le hasard n'est pas une réalité qui pourrait jouer un rôle. Il désigne une déficience, il n'a aucune efficacité par lui-même, il se manifeste dans un cadre plus vaste. C'est ce cadre qui produit les phénomènes dont nous disons qu'ils se produisent au hasard.

Nous le voyons dans le discours de l'interlocuteur de Cyrulnik, cette perception idéologique du hasard a des conséquences morales. Elle promeut une vision de la liberté humaine selon laquelle cette liberté exclut la soumission. Même s'il est vrai que certaines personnes en raison de leur fragilité psychique ont peur de la liberté et recherchent la servitude, il faut cependant souligner qu'aucune liberté ne se déploie en dehors d'un ordre préexistant et qui la dépasse. La question morale pour nous les humains n'est pas : « Faut-il se soumettre ou non ? » mais « A qui convient-il que nous nous soumettions ? » Prétendre agir en toute liberté et responsabilité en dehors de toute référence à un ordre supérieur est tout simplement s'aveugler sur notre condition humaine. Quant à nous, chrétiens, nous avons reçu dans la parole de Dieu, non pas une prison infantilissante, mais une invitation à grandir dans la liberté et la charité⁴⁰. Libérés par le Christ, nous n'avons pas peur de prendre des initiatives pour rendre gloire à Dieu et pour servir nos frères.

⁴⁰ Sur la liberté comme capacité d'initiative dans le bien voir : Laurent Sentis, *De l'utilité des vertus*, Beauchesne, Paris, 2004, p. 195.

Chercheurs en science, chercheurs de sens⁴¹
Pierre Valiron et Philippe Deterre

Sur le mode d'une conversation amicale, voici un débat caractéristique de notre culture contemporaine, et au cœur des objectifs de "Connaître". Entre les deux interlocuteurs, nous apprenons à mieux connaître Philippe Deterre, actif coordinateur du "réseau Blaise Pascal", et nous rencontrons son ami Pierre Valiron, astrophysicien agnostique. Leur débat met en parallèle la vie de foi et l'activité de recherche, et leurs valeurs communes ; il aborde la plupart des questions que la culture scientifique pose communément aujourd'hui à la foi chrétienne : la création versus le big-bang et la sélection naturelle ; les miracles ; la vie en dehors du système solaire...

Le lecteur se réjouit souvent de ce dialogue. Sur la foi par exemple : "Je suis souvent admiratif de collègues qui se lancent dans des problèmes très compliqués (...), et je me dis qu'il leur faut (...) une certaine foi pour le faire. C'est quelque chose de l'ordre de la confiance, de se dire que derrière l'apparent chaos, on va trouver une secrète cohérence". Sur la relation de Dieu avec l'univers en général et l'homme en particulier : d'abord "Dieu n'est pas une explication du monde", mais "la parole humaine est la grande analogie". Cette parole rejoint la surprise d'Einstein devant un univers qui peut être si bien saisi par la pensée scientifique ; car "si l'univers et le monde sont créés par une parole, c'est, pour le moins, qu'ils sont compréhensibles". Sur la résurrection : "comment ça s'est passé n'est pas important"... car "il est impossible de séparer le fait de son interprétation... La foi que les Chrétiens confessent en Jésus-Christ mort et ressuscité, c'est la confiance qu'ils ont en celui par qui la mort peut être traversée". Un très bon dialogue, dans l'épaisseur d'une expérience humaine parfois émouvante et toujours présente.

DG.

⁴¹ Les éditions de l'atelier, Paris 2009. 142 pages, 16 €.

***Génétique du péché originel.
Le poids du passé sur l'avenir de la vie.***⁴²

Christian de Duve

Les chercheurs connus dans un domaine souhaitent souvent faire partager non seulement leur recherche, mais encore la façon dont ils voient le monde et les problèmes de l'humanité. A plus de 90 ans, Christian de Duve, prix Nobel de médecine, cherche dans l'histoire de la vie les racines des maux affectant nos sociétés : conflits, guerres, destruction de notre environnement. Son livre comporte quatre parties : histoire de la vie, mécanismes de l'évolution, aventure humaine et défis du futur. Les trois premières parties font le point des connaissances actuelles avec beaucoup de clarté et de pédagogie, l'auteur renonce volontairement aux détails pour se centrer sur ce qui est essentiel à ses yeux. Dans l'aventure humaine, il nous décrit rapidement la complexité du cerveau humain actuel, et le chemin suivi par l'évolution pour y arriver à partir d'un ancêtre commun à l'homme et aux singes il y a sept millions d'années ; il note en particulier l'augmentation progressive de la taille du cerveau, nécessitant une naissance des bébés à un stade de plus en plus précoce pour permettre le passage de sa tête dans le bassin de sa mère lors de l'accouchement. Il décrit ensuite l'explosion démographique qui a suivi la réussite de notre espèce, dans une histoire jalonnée par des conflits et des guerres, et la détérioration des conditions de vie sur Terre. Il considère que la sélection naturelle a favorisé la survie et la reproduction des hommes les plus agressifs, d'où l'origine des sentiments belliqueux et expansionnistes, sans doute utiles au début de l'humanité mais devenus une tare après la conquête de la Terre. C'est cette tare génétique que de Duve appelle péché originel.

Comment se débarrasser de cette tare, arriver à vivre ensemble, en paix et en respectant notre environnement ? C'est l'objet de la dernière partie, qui envisage sept scénarios : ne rien faire, améliorer nos gènes, protéger l'environnement, recâbler le cerveau, donner leur chance aux femmes, faire

⁴² Editions Odile Jacob, Paris 2009, 237 pages, 24 €

appel aux religions, contrôler l'expansion de la population. Il est regrettable que cette partie ne soit pas traitée avec autant de sérieux que les précédentes, les arguments sont juste amorcés, bien sûr l'auteur ne peut pas être spécialiste de tout mais il semble manquer d'information sur plusieurs des points qu'il aborde.

Ainsi l'expansion démographique récente, que de Duve attribue à l'agressivité et au désir expansionniste de l'homme, est en fait directement liée au développement de l'hygiène et de la médecine, de soins dispensés par des altruistes, qui ont entraîné une baisse de mortalité. Presque tous les pays du monde ont amorcé leur transition démographique (diminution de la natalité suite à la diminution de la mortalité) sauf les pays les plus pauvres d'Afrique, et on s'attend à ce que la population mondiale atteigne son maximum vers 2050. L'auteur recommande de promouvoir le contrôle des naissances et de limiter les allocations familiales au premier enfant. Cette dernière mesure est sans objet dans les pays en développement sans allocations familiales, et n'est pas à promouvoir dans les pays développés dont le taux de natalité est déjà bas.

Améliorer nos gènes est une possibilité nouvelle qui commence à se dessiner, mais comme le dit bien de Duve, peut-on définir clairement l'objectif poursuivi ? de Duve reconnaît l'existence de « gènes d'entraide », utilisés pour aider les membres de son groupe (race, famille, pays) mais pas ceux d'un groupe différent. Le problème est que ces gènes d'entraide et les gènes d'agressivité ont probablement été sélectionnés en même temps, et que c'est de la responsabilité humaine d'utiliser les uns ou les autres selon les circonstances. Alors améliorer pour quoi ? Les malheureuses tentatives eugéniques du passé ne sont pas précisément rassurantes. Recâbler le cerveau est un terme technique pour désigner l'éducation : de Duve croit à l'influence considérable des parents et des enseignants, et à plus grande échelle, des philosophes ou des chefs religieux pour remplacer l'instinct de compétition par des idéaux pacifistes. Mais on est là plus au niveau de la conversation de salon que de l'approche rigoureuse du chercheur. Il en est de même pour l'idée de « donner leur chance aux femmes » : personne n'est contre cette

idée, mais suffira-t-il de remplacer les hommes par les femmes aux postes importants pour que le monde se porte mieux ? De Duve est assez ambivalent quant au rôle des religions. Il reconnaît qu'elles sont mieux placées que les sciences pour discuter des fondements de l'éthique, mais il leur reproche leur dogmatisme avec la prétention à détenir l'unique vérité (qui conduit selon lui à l'intolérance), et leur difficulté à dialoguer avec les sciences. Deux phrases de l'auteur expriment bien sa pensée sur ces points : « le fait même de croire implique le rejet de croyances différentes » (p. 212) et « lorsqu'il y a contradiction entre ce que la science *sait* et ce que la religion *croit*, il ne peut y avoir aucun compromis : la religion doit céder » (p. 216). Ces positions abruptes ne permettent pas d'ouvrir un dialogue avec les religions, sans doute par méconnaissance de ce qu'elles sont vraiment. Comme bien d'autres chercheurs, de Duve s'en tient au catéchisme de son enfance, mal intégré dans sa culture scientifique. Dialoguer suppose un minimum d'intérêt et de compréhension pour la position de l'autre. L'ouvrage recommande vivement ce dialogue sous cette forme : « Les religions, par leur influence, et les sciences, par leurs connaissances, doivent collaborer d'urgence à la sauvegarde de l'humanité » (p.217).

Pour de Duve, la sélection naturelle, en privilégiant indistinctement toutes les qualités favorisant le succès immédiat des individus, a permis l'extraordinaire réussite de l'espèce humaine mais aussi les graves périls auxquels elle est maintenant confrontée. La « rédemption » consiste à corriger les effets négatifs de cette sélection, moins par la génétique ou les neurosciences que par une éducation fondée sur la reconnaissance de valeurs communes. De Duve considère que le message du Christ fait partie du passé, qu'il n'a pas fait boule de neige (p. 204), ce qui fait bon marché de la culture occidentale et des valeurs dont elle reste imprégnée. Les sciences peuvent fournir des outils puissants de diagnostic et d'intervention et elles nous répètent à loisir que si nous continuons sans changer nous détruirons l'environnement qui nous sert de support de vie. Mais à elles seules elles sont impuissantes à nous fournir le ressort pour l'action, d'où l'idée d'appeler les religions en renfort, ce qu'avait déjà fait en 2006 un autre biologiste de

renom, Edward O. Wilson, dans son livre « The creation. An appeal to save life on Earth ». C. de Duve aurait pu rappeler ce que Rabelais met dans la bouche de Gargantua quand il présente à Pantagruel un programme d'enseignement idéal : « Science sans conscience n'est que ruine de l'âme ».

En résumé, il s'agit d'un livre sincère écrit par un chercheur âgé qui s'interroge sur le monde qu'il va laisser à ses descendants, et sur le rôle des sciences dans l'avenir. Le titre est volontairement provocateur, mais la motivation est louable et le livre est clair, facile à lire et suscite la réflexion. On peut seulement regretter que ce sujet très ambitieux et fort complexe soit traité de façon relativement superficielle à cause d'*a priori* philosophiques. De Duve ne voit dans les religions que leur rôle utilitaire pour la vie en société, on aurait aimé qu'il reconnaisse leur capacité à donner sens au monde d'une façon différente et complémentaire de celle des sciences.

Maryvonne Legros, Bernard Saugier et Marc le Maire

L'univers a-t-il un sens ?⁴³
Jean Audouze et Thierry Magnin

Ce petit ouvrage rassemble les interventions présentées au cours d'un débat public entre Jean Audouze, astrophysicien, et Thierry Magnin, chercheur en physique et prêtre, sur « le sens de l'Univers ». Mais que signifie « le sens ? ». Pour l'astrophysicien, « l'univers a du sens... (parce) qu'il est intelligible pour la science d'aujourd'hui ». Ainsi Jean Audouze présente de nombreux domaines où la connaissance astrophysique a progressé de façon impressionnante. Mais cette intelligibilité est-elle suffisante ? Le physicien Thierry Magnin ouvre un beau débat de philosophie des sciences. Car dans le seul ordre de la science, la connaissance et la vérité sont incomplètes : « La visée scientifique est plutôt de l'ordre de la vérité-cohérence », et celle-ci « a pris la place de la recherche de la vérité-correspondance, (faute) d'atteindre une correspondance directe avec la vérité en soi ». Et aussi cette remarque : « L'homme n'est pas indépendant du réel qu'il explore, mais il en est partie intégrante ». Il y a d'autres types de connaissance que celle qui est atteinte par la méthode empirico-déductive. Le Chrétien Thierry Magnin ouvre une autre co-naissance, citant notamment P. Teilhard de Chardin pour lequel « l'intimité de mon union à Dieu est fonction de l'achèvement précis que nous donnerons à la moindre de nos œuvres. » Le sens de l'univers n'est pas scellé dans une formule ou un tableau, il est à la portée de notre action.

DG.

⁴³ Salvator, Paris, 2010, 87 pages, 10 €.

*Annonces****L'humanité de l'homme bouleversée par les neurosciences ?***6^e Colloque du Réseau Blaise Pascal "Sciences, Cultures et Foi"

2 et 3 avril 2011

Maison Saint-Joseph

Sainte-Foy-lès-Lyon (Rhône, France)

avec Bernard Baertschi (Philosophe et éthicien, Genève), Bernard Feltz (Philosophe des sciences, Louvain), Alexandre Ganoczy (Théologien, Paris), Marc Jeannerod (Neurobiologiste, Lyon).

Comment la pensée vient-elle à l'esprit ? Qu'est-ce que l'esprit, la conscience et la volonté, ces attributs souvent considérés comme spécifiques de l'humain ? Telles sont quelques-unes des questions que provoquent spontanément les neurosciences. Ce nouvel univers ne cesse de nous fasciner... Il est vrai que beaucoup de progrès ont été réalisés depuis deux décennies et que nos sociétés vieillissantes ont placé leur espoir de guérir les maladies neuro-dégénératives dans ce nouveau champ de recherche. Mais à quel prix et dans quelles conditions ? Avec toutes ces recherches, c'est véritablement l'image de l'homme qui est en train de changer. Et plus que l'image, c'est la définition de l'humanité et de son devenir qui est bouleversée. Quelle place faut-il accorder à la vision de l'homme qui émerge à travers les neurosciences ?

Tel est l'objet du colloque proposé par le *Réseau Blaise Pascal*. Le colloque se propose d'abord de faire l'état des lieux des acquis de la recherche et des perspectives qui s'ouvrent à elle. Puis il tentera de faire apparaître le renouvellement des questions fondamentales telles que la nature de l'être humain, l'identité personnelle et le devenir de la liberté ou encore, ce qu'il en est de l'âme. Pour les philosophes ou les théologiens, l'un des enjeux des neurosciences porte sur la signification de l'humain.

État de la recherche, enjeux épistémologiques et anthropologiques des neurosciences, dimension éthique des découvertes et de leurs prolongements médicaux éventuels, interactions avec la tradition théologique chrétienne, tel est le champ que le colloque se propose d'explorer. En résumé, il voudrait aider à se préparer aux bouleversements anthropologiques que nous annoncent les neurosciences et à leurs implications pour une vision chrétienne de l'homme.

Informations : <http://sciences-foi-rbp.org/>

Inscriptions : Association RBP,

7 square des Colonnes,

92360 Meudon-la-Forêt.

Coût : env. 90 € (y compris l'hébergement).

Les comptes-rendus de ce colloque seront publiés par "Connaître".

Autres colloques et conférences :

- Le Collège des Bernardins, Paris 5^e. organise un débat sur le thème « **Conscience et neurosciences** », entre Dominique Laplane et Lionel Naccache,

Jeudi 7 octobre 2010 à 19 h 30, (en partenariat avec l'Association des scientifiques chrétiens).

- Colloque de l'Association des scientifiques chrétiens : « **L'homme peut-il être modifié, contrôlé, augmenté ?** », avec notamment Jean-Pierre Dupuis, Patrick Couvreur, Patrice de Malherbe.

Vendredi 28 janvier 2011 (après-midi et soirée), au Collège des Bernardins, Paris 5^e. (en partenariat avec le Collège des Bernardins).

ABONNEMENT ET COMMANDE D'ANCIENS NUMÉROS

Abonnement ordinaire : 17 € (deux numéros ou un numéro double)

Abonnement de soutien : 21 €

Tous les numéros parus jusqu'au N° 31-32 inclus sont téléchargeables à partir de http://evry.catholique.fr/IMG/pdf/AFCS_connaître.pdf

Les numéros 6 à 33 peuvent être envoyés par courrier par l'*Association Foi et Culture Scientifique* (7 € le N° simple; 14 € le N° double).

BULLETIN DE COMMANDE

☐ Abonnement ordinaire : 17 € ☐ Abonnement de soutien : 21 €

☐ Commande des anciens numéros de « *Connaître* » suivants :

N°..... nombre d'exemplaires : ... soit 7 € × ... = €

Date : / / 2010 **Somme totale** €

Nom Prénom :

Adresse :

Code postal : Ville :

Pays :

Courriel (facultatif) :@.....

Je joins mon règlement de € (par chèque bancaire ou postal)
à l'ordre de " **Association Foi et Culture Scientifique** "

Courrier à adresser à : « *Connaître* » 13, Rue Amodru 91190 GIF/Yvette

Si vous souhaitez soutenir l'Association Foi et Culture Scientifique, joindre votre cotisation : ☐ membre associé : 5 € ☐ membre adhérent : 26 €

(Pour recevoir les informations sur la vie de notre association et les comptes rendus des réunions, adresser un courriel à : **91afcs@orange.fr**)

CONNAÎTRE

Cahiers de l'Association Foi et Culture Scientifique
Réseau Blaise Pascal
SOMMAIRE

N°34, septembre 2010

<i>L'espérance chrétienne</i>	p. 5
JEAN DELUMEAU	
<i>Physique et réalité</i>	p. 22
BERNARD D'ESPAGNAT, interviewé par THIERRY MAGNIN	
<i>Une vision de la recherche en biologie en 2010</i>	p. 36
MARYVONNE LEGROS	
<i>"Le hasard entre sciences et mythes" (Colloque de l'Association des scientifiques chrétiens, Paris, 2010)</i>	
<i>Présentation du colloque et préambule</i>	p. 51
JACQUES ARSAC	
<i>Le hasard dans la théorie de l'évolution</i>	p. 55
MICHEL MORANGE	
<i>Le hasard dans l'œil du philosophe</i>	p. 67
PAUL CLAVIER	
<i>Le hasard entre sciences et mythes : Table ronde</i>	p. 75
PAUL CLAVIER ET MICHEL MORANGE	
<i>Hasard et Déterminisme en Physique</i>	p. 80
OLIVIER REY	
<i>Idéologie du savoir et foi chrétienne</i>	p. 95
LAURENT SENTIS	
<i>Revue de livres :</i>	
<i>Chercheurs en science, chercheurs de sens</i>	p. 106
<i>Génétique du péché originel. Le poids du passé sur l'avenir de la vie</i>	p. 107
<i>L'univers a-t-il un sens ?</i>	p. 111
<i>Annonces : Colloque RBP 2011</i>	p. 112
<i>Collège des Bernardins</i>	p. 113
<i>Abonnements, anciens numéros</i>	p. 115