

N° 5



connaître

*Cahiers de l'Association
Foi et Culture Scientifique*

CONNAÎTRE

REVUE SEMESTRIELLE

Editée par l'Association Foi et Culture Scientifique
91 av. du Général Leclerc
91190 GIF sur Yvette

N° 5 - Décembre 1995

Rédacteur en chef: Philippe AUROY
Comité de rédaction: Dominique GRESILLON
Jean LEROY
Marc le MAIRE

LE NUMERO: 50 F

ABONNEMENT : 90 F par an
Abonnement de soutien: 120 F par an

CONNAÎTRE

CAHIERS DE L'ASSOCIATION FOI ET CULTURE
SCIENTIFIQUE

SOMMAIRE
N°5 - Décembre 1995

EDITORIAL	1
<hr/>	
<i>Le Cosmos et les questions qu'il nous inspire</i> <i>Jean Leroy</i>	2
<hr/>	
<i>Le Choix de la fécondité</i> <i>Roger de Broutelles</i>	38
<hr/>	
<i>À propos d'histoire des sciences</i> <i>Philippe Auroy</i>	52
<hr/>	
<i>Célébrer dix ans de « Science et Foi » (suite)</i>	59
<hr/>	
FORUM	63
<hr/>	
NOTES DE LECTURE	66

Éditorial

Composer un numéro de *Connaître* tient davantage de l'alchimie que de l'une des quelconques de nos sciences modernes. Les dosages sont subtils et il suffit d'un rien pour que l'ensemble se mette en place; ce même rien peut aussi faire que le tout reste informe. Que l'activité professionnelle des membres de notre petite équipe de rédaction augmente un peu (à cause du changement de laboratoire de l'un, d'une nomination au Comité National du CNRS pour un autre ou de nouvelles responsabilités dans l'encadrement doctoral pour un troisième) et c'est tout l'équilibre fragile entre nos occupations diverses qui s'en trouve perturbé. Voilà pourquoi ce numéro 5 vous arrive avec du retard. Que nos lecteurs veuillent bien nous en excuser. Qu'ils acceptent aussi nos meilleurs vœux pour 1996.

Les articles de ce numéro 5 ont comme dénominateur commun les rapports tumultueux entre la philosophie et les sciences. J. Leroy, tout en nous présentant les résultats et les théories modernes de la cosmologie, nous donne un aperçu des débats et des interrogations philosophiques que les astres, l'univers et le temps suscitent aujourd'hui. Séparer les deux niveaux d'abstraction (scientifique et philosophique) n'est pas chose aisée. Historiquement, l'astronomie elle-même ne s'est dégagée que petit à petit de l'astrologie, ainsi que le rappelle fort justement le P. Miquel dans une brève mais dense contribution. Pour certains cependant, cette séparation doit aujourd'hui être radicale. La philosophie ne serait d'aucune utilité pour un scientifique; ce n'est pas de la médiation philosophique qu'on peut attendre un quelconque rapprochement entre science et foi. Telle est l'une des convictions de R. de Broutelles qu'il nous livre sous la forme d'un témoignage personnel. Il est pourtant difficile d'échapper à toute philosophie : une belle illustration nous est fournie par le livre "Le Chiffre et le Songe" de J. Blamont qui aurait voulu n'être qu'une "Histoire politique de la découverte" mais dont P. Auroy met en évidence les troublantes résonances avec l'œuvre de F. Nietzsche.

Nos lecteurs nous suivront-ils dans ce débat?

P.A.

Le Cosmos et les questions qu'il nous inspire

Jean Leroy

SOMMAIRE

Comment savoir ce qui a pu se passer il y a des milliards d'années?
Le message qui vient du ciel
Un scénario vraisemblable
Dès la naissance, l'inflation!
Peut-on savoir s'il y avait quelque chose avant le Big Bang?
Le Big Bang est-il la création de l'univers?
L'évolution stellaire
La vie des étoiles
Le destin du soleil
La formation des planètes
Le sort final de l'univers
L'évolution du monde est-elle parfaitement prévisible?
Existe-t-il des faits isolés qui sont d'une grande importance pour
l'évolution du monde?
Pourquoi est-il impossible de remonter le temps?
Une histoire singulière
Le Principe Anthropique et les autres principes
Le grand combat entre l'ordre et le désordre
Le simple et le complexe : qu'est-ce qui est fondamental?
Ce que nous observons est-il la réalité?
Y a-t-il un domaine des réalités mathématiques qui s'imposent à notre
esprit, et qu'on découvre sans les construire?
La réalité fondamentale est-elle la matière?
Conclusion

ANNEXE

La relativité générale:
La physique quantique

Introduction

La recherche des origines a préoccupé l'humanité depuis un temps immémorial, et donne lieu à un mythe fondateur dans chacune des cultures primitives. Ce développement mythique a été relayé par la réflexion philosophique dans les cultures plus récentes. Jusqu'au 19ème siècle, l'univers était perçu comme immuable, mais les acquis récents de la connaissance empirique du monde ont montré que cette immuabilité apparente n'était due qu'à la lenteur d'une évolution qui concerne l'univers entier.

Nous pouvons donc tenter un récit de l'histoire du monde, en partant de l'horizon de notre connaissance. Ce récit est une reconstruction et résulte d'une interprétation des observations faites sur la terre, et comme toujours dans ce type de démarche, elle comporte des zones d'incertitude et des questions qui restent en débat. Pour éviter des confusions possibles, les points concernant ces questions seront présentés en italique.

Ce récit fait émerger des questions de nature épistémologique ou philosophique : par exemple, ce que nous observons est-il réel, ou bien pourquoi l'évolution de l'univers produit-elle des structures de plus en plus organisées et finalement vivantes et pensantes? Mais surtout, le récit aboutit, pour le long terme à la désorganisation et à la mort; cette perspective conduit nécessairement à une interrogation majeure.

Nous verrons que le temps, tel que le comprend la physique, semble avoir eu un commencement, mais que l'origine ultime de ce que nous pouvons observer reste totalement énigmatique.

Comment savoir ce qui a pu se passer il y a des milliards d'années?

Est-il possible de reconstituer une histoire de l'univers? En observant les phénomènes qui se passent sur la Terre, en réalisant des expériences de vérification, on a réussi à bâtir ces sciences de la matière et de l'énergie que sont la physique et la chimie. Ces sciences font très largement appel au langage mathématique, et elles ont dégagé un petit nombre de lois simples et de constantes fondamentales à partir desquelles on arrive à expliquer les phénomènes observés dans notre environnement, tout au moins lorsque le système étudié n'est pas trop complexe. *Si on suppose que ces lois et constantes sont valables dans tout l'univers et depuis toujours*, on peut les utiliser pour remonter dans le passé en cherchant quelle est la situation passée pouvant aboutir à ce que nous observons aujourd'hui dans le ciel et sur la Terre. Bien entendu, les conclusions de cette recherche seraient différentes si les lois avaient varié au cours du temps. Ce que nous allons exposer maintenant est donc un "modèle", c'est-à-dire une construction théorique qui est en accord avec les observations déjà réalisée, et qui permet en outre de faire des prédictions se prêtant à des vérifications ultérieures. Cette reconstitution historique de l'univers pourrait donc nous apparaître différente dans un certain avenir.

Le message qui vient du ciel

Notre connaissance de l'univers résulte uniquement de l'étude du rayonnement qui nous parvient du ciel, mais il faut bien comprendre que l'image ainsi obtenue ne provient que d'une infime partie de l'univers. En effet, la lumière se propage avec une vitesse finie; en conséquence, celle que nous recevons aujourd'hui a été émise il y a un an par les objets situés à une distance d'une année-lumière, il y a 2,3 millions d'années, pour les objets situés dans la galaxie d'Andromède, qui est à une distance de 2,3 millions d'années lumière, et il y a un milliard d'années pour ceux situés à un milliard d'années lumière. Nous ne verrons pas avant 2,3 millions d'années ce qui se passe maintenant dans la galaxie d'Andromède et nous ne verrons jamais ce qui s'y est passé il y a un milliard d'années; la lumière qui portait ce message est passée depuis longtemps et elle ne reviendra pas! Notre observation du cosmos est semblable à celle d'un archéologue qui a creusé une profonde tranchée dans un terrain comportant des couches de plus en plus anciennes lorsqu'on descend vers le fond de la tranchée. Il peut observer ce qui se trouve sur les parois de la tranchée mais ne voit pas ce qui se trouve un peu plus loin dans le même plan. Si nous accumulons des observations pendant un siècle, alors que l'univers a environ quinze milliards d'années, on peut dire que nous avons observé moins de un sur cent millions des événements qui se sont produits dans l'espace-temps de l'univers! Alors comment pouvons nous faire? Il faut supposer que ce petit échantillon est représentatif de tout l'ensemble, et que les lois de la physique sont les mêmes toujours et partout; c'est l'hypothèse cosmologique. Notre connaissance de la structure actuelle de l'univers n'est pas le résultat d'une observation directe, mais une reconstruction extrapolée à partir de la partie visible actuellement. Il reste de grandes possibilités de nouvelles découvertes capables de bouleverser notre image de l'univers.

Depuis l'antiquité jusqu'à une date très récente, on a cru que l'univers était immuable. Newton lui même le croyait. Dans un univers fini, la loi d'attraction universelle qu'il avait découverte a pour corollaire l'impossibilité de positions fixes des astres les uns par rapport aux autres. Pour éviter cette difficulté, il imagina un univers infini peuplé d'étoiles de manière régulière. Mais en réalité un tel univers aurait été instable, et il fut reconnu que cette image était trop simpliste. C'est en 1929 que l'astronome Edwin Hubble fit une observation qui allait révolutionner toute la cosmologie. En analysant avec un spectromètre la lumière provenant des étoiles, il s'aperçut que la lumière émise par les galaxies les moins lumineuses, donc les plus lointaines, était déplacée vers le rouge. Cette observation a été l'objet de plusieurs interprétations, mais finalement il fut reconnu que cet effet était lié à une vitesse d'éloignement des galaxies proportionnelle à leur distance par rapport à nous¹. Cette vitesse d'expansion

¹ Pourquoi le déplacement vers le rouge est-il imputable à une vitesse d'éloignement? C'est que la lumière se comporte dans beaucoup de cas comme une onde, elle a donc une fréquence et une longueur d'onde comme les ondes radio; le déplacement vers le rouge

proportionnelle à la distance ne signifie pas que la Terre est le centre du monde, mais que celui-ci se dilate uniformément, à la manière d'une baudruche qu'on gonfle. On aurait la même impression en se plaçant à n'importe quel point de l'univers. Si on remonte le temps par la pensée, il apparaît alors que, dans un passé situé entre 15 à 20 milliards d'années, l'univers entier devait être rassemblé dans un très petit volume. À partir de cette hypothèse on a échafaudé, en utilisant la théorie de la relativité générale, des modèles selon lesquels cet état primitif était extrêmement chaud et concentré et qu'il s'est ensuite refroidi en se dilatant. Cette évolution, très rapide au début, fait penser à une explosion c'est pourquoi on la désigne souvent par l'expression "Big Bang".

Un scénario vraisemblable

Cette hypothèse a été avancée vers 1922 par le russe Friedman¹, puis par Gamow et indépendamment par le chanoine belge Lemaître; elle a, au début, rencontré beaucoup de résistance parce qu'elle bouleversait les idées reçues, et d'autres théories furent élaborées pour expliquer l'expansion de l'univers. La plus importante fut celle de la création continue de matière : on supposait que de nouvelles galaxies apparaissaient spontanément dans l'espace intergalactique; cependant les développements ultérieurs ont infirmé cette théorie. D'autres observations sont venues corroborer la théorie de l'expansion; c'est en particulier le cas de la découverte du rayonnement fossile. L'intensité de celui-ci est pratiquement indépendante de sa direction de propagation; il est interprété comme le reste refroidi d'un intense rayonnement émis alors que l'univers était encore très dense et homogène. D'ailleurs si l'univers était infini et

correspond à une diminution de la fréquence. Pour comprendre pourquoi une vitesse d'éloignement entraîne une diminution apparente de la fréquence, on peut se reporter à une expérience banale d'acoustique. Lorsqu'on est sur le bord d'une route et qu'une voiture s'approche en klaxonnant, on constate que le son du klaxon devient subitement plus grave lorsque la voiture passe devant l'observateur et commence à s'éloigner. Autrement dit, la fréquence reçue baisse brusquement lorsque l'émetteur commence à s'éloigner, c'est ce qu'on appelle l'effet Doppler. Avec la lumière le même effet se produit, et cela se traduit par un déplacement vers le rouge dans le spectre de la lumière émise par les étoiles.

¹ Friedman avait proposé trois variantes de son modèle; en effet, selon la relativité générale, la courbure moyenne de l'univers dépend de la densité moyenne de matière-énergie. Selon la valeur de cette densité par rapport à une certaine valeur appelée "densité critique", on doit envisager trois situations :

- si la densité est très forte, l'espace est fermé et fini; on le dit "sphérique";
- si la densité est égale à la densité critique, l'espace est euclidien, c'est à dire conforme à notre expérience courante, il est ouvert et infini; on le dit "plat";
- si la densité est inférieure à la densité critique, l'espace à une courbure négative et il est ouvert et infini; on le dit "hyperbolique".

Dans les deux derniers cas, l'expansion se poursuivra indéfiniment.

éternel, la lumière provenant de toutes les parties finirait par nous parvenir, et le ciel serait infiniment plus brillant qu'aujourd'hui; il n'y aurait pas de nuit!

Les premiers modèles issus de la relativité générale aboutissent à un état initial de dimension nulle, dans lequel les grandeurs physiques utilisées dans cette théorie n'ont plus aucun sens. C'est ce que les théoriciens appellent une singularité. Pour sortir de ce non sens, il est nécessaire de recourir à la théorie quantique, laquelle permet de traiter les objets microscopiques¹; on aboutit ainsi à une limite inférieure du temps connaissable, qui est de 10^{-43} s.

Cette remontée dans le temps est aussi une remontée vers l'unité. En effet, plus on remonte vers un état concentré et chaud, plus les différences s'estompent. Les différentes forces qui gouvernent le monde physiques ont tendance à se fondre les unes avec les autres, par étapes successives, pour ne plus n'être qu'une seule dans un état initial parfaitement symétrique. C'est du moins la direction vers laquelle se développe la théorie (cf. Annexe).

Dès la naissance, l'inflation !

Cette particule est tellement dense que l'espace minuscule qui la contient est complètement fermé. Comme elle est soumise à une pression interne gigantesque, elle s'enfle à une vitesse prodigieuse pendant un temps très court, de l'ordre de 10^{-35} s à 10^{-33} s. Cette croissance se fait par agrandissement de l'espace de la particule, en acquérant une énergie énorme empruntée à un "faux vide" extrêmement chaud, mais ce processus ne peut durer. A ce sujet, Michel Cassé [4] (p174) écrit : "L'inflation est, sans conteste, une belle et simple idée, mais les conditions de son application, de son déroulement et de sa cessation ne sont rien moins, dans l'état actuel de nos connaissances, qu'arbitraires... Cependant, le scénario inflationnaire fournit une solution possible à au moins deux énigmes majeures :

- l'énigme de l'horizon : la température de l'univers est la même, à très peu près, dans des régions qui, selon le modèle standard, n'ont jamais été en contact causal.

¹ Tout objet microscopique a une longueur d'onde associée; la plus petite dimension concevable pour cet objet est de l'ordre de grandeur de sa longueur d'onde. Le plus petit objet concevable pour la relativité a une densité tellement forte et un pouvoir d'attraction gravitationnel tellement fort que rien ne peut s'en échapper. Si on égale les expressions de ces deux dimensions minimales, on obtient une équation à partir de laquelle on peut calculer la masse et le rayon minimum de l'objet, lequel est de 10^{-33} cm. Le temps le plus petit concevable est celui que met la lumière pour parcourir cette distance soit 10^{-43} s. Tel est donc l'horizon indépassable de notre connaissance. Il faut noter que l'apparition spontanée d'une telle particule n'est pas interdite par la relation d'incertitude de Heisenberg, qui délimite les fluctuations quantiques. Donc nous arrivons au terme de notre remontée dans le temps à cette "particule de Planck" qui pourrait être apparue spontanément, comme fluctuation du vide quantique.

- l'énigme de la platitude : notre univers est euclidien, ou presque, sa densité est donc très proche de la densité critique.

D'une minuscule perle d'espace l'inflation fait un univers plat".

Quoiqu'il en soit, la température baisse rapidement et la première rupture de symétrie survient. La force forte apparaît, celle qui maintient la cohésion des noyaux atomiques : il apparaît alors diverses particules élémentaires, c'est le début de la matérialisation. Rappelons que l'énergie peut se matérialiser sous forme d'une paire de particules de matière et d'antimatière, on a pu le constater dans des expériences de laboratoire. Réciproquement, si une particule de matière rencontre son antiparticule, elles se détruisent mutuellement en laissant un ou plusieurs grains d'énergie. Au stade où nous en sommes, pendant la première seconde, le rayonnement se matérialise en formant des particules élémentaires et les antiparticules correspondantes (des quarks, des anti-quarks, des électrons et des anti-électrons, des photons et des neutrinos ...). Pour une raison qui n'est pas encore parfaitement élucidée, la matière était très légèrement plus abondante que l'antimatière, ce qui fait qu'après les processus d'annihilation matière /antimatière, il est resté un peu de matière, suffisamment pour constituer notre univers. Ensuite les quarks se sont combinés trois par trois pour former des neutrons et des protons, lesquels sont les noyaux des atomes d'hydrogène. À ce stade il y avait un nuage très dense de protons, de neutrons, d'électrons, de photons et de neutrinos se déplaçant dans tous les sens à grande vitesse. Les collisions entre ces particules sont nombreuses et il se forme des combinaisons protons-neutrons, qui constituent des noyaux d'hydrogène lourd ou deutérium. Certains de ces nouveaux noyaux sont détruits par l'impact d'un photon, mais il en reste, et le processus d'élaboration se poursuit avec l'apparition des deux isotopes de l'hélium, formés de deux protons et d'un ou deux neutrons. Puis l'expansion continuant, au bout de quelques minutes la température du milieu et donc la vitesse des particules diminuent et elles n'ont plus assez d'énergie pour provoquer des modifications des noyaux existants qui sont structurés par la force forte (ou nucléaire) qui est extrêmement intense, mais de très courte portée. L'univers est maintenant formé par un nuage composé d'électrons et de noyaux d'hydrogène, d'hélium et d'une plus faible quantité de deutérium, d'hélium3 et de lithium. Mais l'expansion et le refroidissement continuent, ce qui permet à chaque électron de rester au voisinage immédiat d'un des noyaux mentionnés précédemment; ceci aboutit à la formation d'atomes d'hydrogène, d'hélium etc. La force qui maintient l'électron au voisinage d'un proton est la force électromagnétique, qui est ici attractive car les deux particules sont de charge opposée. Nous avons donc maintenant un nuage gazeux composé principalement d'hydrogène et de 8 à 10% d'hélium, avec de faibles quantités des autres éléments légers. Les photons ne sont plus assez énergiques pour arracher ou exciter les électrons des atomes d'hydrogène, et n'étant plus absorbés, le nuage gazeux est devenu transparent à la lumière. Il laisse circuler les photons lumineux qui vont se propager dans l'univers pendant des milliards d'années en perdant peu à peu leur énergie à

cause de l'expansion. Ce sont ceux qui constituent le rayonnement à très basse température dont nous avons parlé tout à l'heure. À ce stade, la synthèse des noyaux est arrêtée, parce que l'hélium 4 est extrêmement stable et il a formé une sorte de barrière qui a barré la route au progrès vers la complexité.

Très récemment, l'un des auteurs de la théorie de la création continue (F. Hoyle) a proposé une nouvelle version de sa théorie. La création de matière se ferait périodiquement à partir de fluctuations du vide quantique dans le champ gravitationnel intense produit par des objets stellaires massifs. L'évolution de la particule de Planck ainsi produite serait par la suite assez semblable à celle que décrivent les partisans du Big bang. Ainsi, au lieu d'un big bang initial on aurait une infinité d'événements un peu semblables se succédant depuis toujours. Dans ce schéma, la création de matière suppose l'existence préalable d'objets stellaires massifs, ce qui ne semble pas résoudre le problème de l'origine de la masse! D'ailleurs, les auteurs de cette proposition reconnaissent spontanément qu'il ne s'agit pas d'une cosmologie complètement cohérente, mais plutôt d'une tentative pour ouvrir des voies nouvelles à une époque où les théories en vogue se heurtent à des difficultés persistantes.

Malgré un certain nombre de questions non résolues, le modèle qui suppose que l'état du monde le plus ancien est minuscule et très chaud reste le plus cohérent et aujourd'hui les spécialistes l'admettent quasi unanimement.

Peut-on savoir s'il y avait quelque chose avant le Big Bang?

Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne le peut pas! Et d'ailleurs la question n'a peut être aucun sens car le temps étant une dimension du monde matériel, selon certaines versions de la théorie, il aurait débuté avec cet événement. De plus, nous ne pouvons qu'observer les restes d'une évolution; l'état initial est tellement chaud et concentré que toute trace d'états antérieurs éventuels est définitivement effacée, perdue. C'est comme si toute l'histoire d'une civilisation était écrite dans une bibliothèque unique et qu'elle ait brûlé il y a longtemps. Mais l'incertitude plane, car notre monde est le résultat de l'expansion d'une toute petite bulle d'espace, complètement fermée sur elle-même. Comme aucun signal ne pouvait ni en sortir ni y entrer on peut toujours imaginer que d'autres bulles semblables se sont développées en dehors d'elle, créant d'autres espaces indépendants du nôtre, ayant éventuellement des lois physiques différentes! C'est là l'hypothèse émise par le physicien Andrei Linde, de l'Institut Lebedev de Moscou. A ce propos, Trin Xuan Thuan écrit dans "La mélodie secrète" [5] : "L'inflation a non seulement fait grossir notre petit coin d'univers, mais aussi elle a donné des dimensions gigantesques à toutes les parties de l'espace. Notre univers n'est plus qu'une petite bulle perdue dans l'immensité d'une bulle méta-univers qui est des dizaines de millions de milliards de milliards de fois plus vaste. Notre bulle méta-univers se perd à son tour dans une multitude d'autres bulles méta-univers toutes créées dans la phase

inflationnaire à partir d'infimes régions d'espace toutes déconnectées les unes des autres. Si notre univers s'agrandit au cours des âges au fur et à mesure que la lumière dispose de plus de temps pour nous parvenir..., si notre méta-univers se dévoile de plus en plus, nous ne pourrons jamais entrer en communication et connaître ce qui se passe dans les autres méta-univers".

On peut penser que l'existence de tels mondes radicalement séparés de nous n'est que d'un intérêt purement métaphysique car totalement invérifiable.

Le Big Bang est-il la création de l'univers ?

Cette question me rappelle un événement du début de ma carrière. C'était en 1954, je débutais dans la physique nucléaire et j'allais avec de nombreux collègues suivre les cours de Frédéric Joliot-Curie sur la radioactivité au Collège de France. Un jour, nous trouvons Joliot très excité et très mécontent; Georges Gamow, dont il a été question tout à l'heure, venait de publier un petit ouvrage de vulgarisation pour faire connaître sa théorie du Big Bang; il avait intitulé ce livre "La Création de l'Univers". Ceci était vivement critiqué par Joliot; il disait que parler de création supposait implicitement l'existence d'un Créateur, ce qui ne découlait nullement des observations ni même de la théorie. En cela il avait parfaitement raison, cependant, comme il développait longuement son point de vue, insensiblement il sortait lui aussi des considérations purement scientifiques et affirmait que la notion de Créateur n'avait aucun sens! Cette petite histoire montre que la même physique peut être interprétée dans des cadres philosophiques très différents, et qu'on est toujours tenté de confondre les plans!

Pour penser tout ce développement, et en particulier l'apparition de la particule initiale, nous sommes obligés de supposer l'existence d'un "vide quantique" très chaud, bouillonnement effréné de particules qui apparaissent pour disparaître aussitôt; particules qu'on appelle virtuelles parce que strictement indétectables. La cohérence de la théorie exige l'existence de cette matrice invisible de toute chose, mais elle ne dit rien sur son origine; ainsi le mystère de l'origine reste entier !

L'évolution stellaire

Après être remonté aussi loin que possible dans le temps, voyons comment le monde est devenu tel que nous le voyons maintenant.

Il existe actuellement plusieurs livres excellents qui décrivent cette évolution [6], et nous ne ferons ici que rappeler ce qui est utile à une réflexion plus générale.

C'est maintenant la phase stellaire. Nous avons vu précédemment l'entrée en scène de la force nucléaire, très intense mais à très courte portée, elle assure la stabilité des noyaux, puis celle de la force électromagnétique qui

permet la constitution des atomes d'hélium et des molécules d'hydrogène. L'étape suivante est régie essentiellement par la force de gravitation. Celle-ci est beaucoup plus faible que les précédentes, mais elle est susceptible d'agir à grande distance, et rien ne peut lui faire écran. Elle se traduit par l'attraction mutuelle des masses et elle est proportionnelle à ces masses. L'homogénéité du nuage initial n'est pas parfaite, ainsi qu'en témoigne le rayonnement fossile. Des mesures précises faites sur ce rayonnement par l'expérience spatiale Cobbe ont en effet montré de légères fluctuations, de l'ordre de dix milliardièmes de degré (10^{-5} K). Les inhomogénéités du nuage initial, qui sont reflétées par ces fluctuations, vont être accentuées de manière radicale par la gravité et la matière va se rassembler en des objets de différentes tailles. On ne connaît pas en détail la manière dont s'est déroulée cette organisation, mais on voit qu'elle aboutit à la formation d'étoiles qui sont groupées en galaxies, lesquelles sont groupées en amas galactiques et ceux-ci en superamas, séparés par des distances énormes. Ces mouvements de la matière résultent de deux tendances opposées : la tendance à l'éparpillement liée à l'expansion générale de l'univers, et la tendance au regroupement résultant de la force de gravitation qui l'emporte lorsque les distances ne sont pas trop grandes.

La vie des étoiles

Les étoiles naissent, vivent et meurent. Après leur mort, la matière dont elles étaient composées et qu'elles ont transformé, est utilisée par les générations d'étoiles suivantes. Voyons d'abord ce qui se passe pour une étoile de première génération. Un vaste nuage de gaz originel, c'est à dire composé d'hydrogène et d'hélium, se concentre sous l'action de la gravité; cette concentration provoque une augmentation de la pression et de la température, plus forte au centre qu'à la périphérie. À partir d'une certaine température, l'agitation thermique devient assez forte pour vaincre la répulsion électrique des protons entre eux et le processus de transformation de l'hydrogène en hélium reprend. Le dégagement d'énergie qui en résulte fait encore monter la température et la pression, ce qui contrebalance provisoirement la tendance gravitationnelle à la concentration. En outre, la chaleur se propage jusqu'à la périphérie qui devient très lumineuse. L'étoile expédie de l'énergie vers l'extérieur sous forme de photons et de neutrinos. Cela se poursuit jusqu'à ce que l'hydrogène de la région centrale soit épuisé.

L'étoile entre alors dans une nouvelle phase, la partie centrale, la plus chaude, contient principalement de l'hélium. En l'absence de réactions nucléaires, l'attraction gravitationnelle relance le processus de concentration ce qui fait encore monter la température et la densité. Un nouveau processus peut alors apparaître, la rencontre de trois noyaux d'hélium peut donner naissance à un noyau de carbone; en effet, la masse de trois noyaux d'hélium correspond presque exactement à la masse d'un état excité du noyau de carbone! Il faut bien reconnaître qu'une telle réaction est irréalisable dans un laboratoire terrestre,

parce que très improbable. Mais avec les densités énormes qu'on trouve dans le cœur d'une étoile, et une durée qui se chiffre en millions d'années, cela devient parfaitement possible, alors que cela ne pouvait se produire pendant la brève durée du nuage initial. Et en plus, cela dégage une énergie qui permet à l'étoile de continuer à briller; sa périphérie qui contient encore beaucoup d'hydrogène s'enfle démesurément : l'étoile est devenue une géante rouge comme Antares dans le Scorpion, Aldébaran dans le Taureau, Bételgeuse dans Orion. Au centre de l'étoile, pendant des millions d'années la synthèse des noyaux continue sous l'effet des innombrables chocs entre particules. Le carbone s'accumule puis des noyaux de carbone s'unissent à des noyaux d'hélium pour former des noyaux d'oxygène, tandis que le processus de fusion gagne les parties périphériques où l'hydrogène se transforme en hélium. Puis, l'hélium venant à s'épuiser dans la partie centrale, c'est le carbone qui devient le combustible, et par des processus complexes, différents noyaux moyens sont formés : néon, sodium, magnésium, aluminium, silicium et en moindre quantité phosphore et soufre. Dans ces processus de transformation, la radioactivité joue un grand rôle en permettant à certains noyaux qui disposent d'un excès d'énergie de se transformer en émettant des électrons, des photons et des neutrinos. Ces dernières particules jouent un rôle important à ce stade car elles interagissent très peu avec la matière, ce qui leur permet de sortir très facilement de l'étoile qui les a formées, et de contribuer ainsi très efficacement à son refroidissement. Quand le carbone est à peu près épuisé, c'est le néon, l'oxygène puis le silicium qui servent de combustible. Dans une ambiance de deux à cinq milliards de degrés sont élaborés les noyaux intermédiaires jusqu'au fer, nickel, cuivre, zinc. Certaines de ces réactions produisent des neutrons qui sont capturés par d'autres noyaux, ce qui de proche en proche conduit à la formation des noyaux lourds, jusqu'à l'uranium 238; les noyaux plus lourds sont peu stables et ne peuvent survivre longtemps.

La température avoisine les 5 milliards de degrés, et l'agitation thermique pourrait détruire toute la construction lentement élaborée dans les phases précédentes, heureusement le flux énorme de neutrinos contribue au refroidissement de l'étoile qui se concentre de plus en plus vite sous l'action de la gravité. Quand la densité devient telle que les noyaux en viennent au contact, la force nucléaire intervient. C'est alors une gigantesque implosion qui envoie dans l'espace un éclair brillant comme cent millions de soleils, et se termine en projetant à grande vitesse dans l'espace la plus grande partie de la masse de l'étoile. C'est ce qu'on appelle une supernova. Au cours des mois et des années qui suivent cette matière se dilue et se refroidit; la matière interstellaire, qui est le matériau de base des corps célestes futurs, contient maintenant les noyaux lourds qui seront plus tard nécessaires à l'évolution vers des structures de plus en plus organisées. Après l'explosion de l'étoile initiale, il reste encore un noyau stellaire qui est paradoxalement plus petit et plus concentré pour une étoile initialement massive. Si l'étoile n'est pas trop massive, elle devient une naine blanche, ayant un rayon de quelque milliers de km et une densité de l'ordre d'une centaine de tonnes par centimètre cube. Si elle est plus massive, elle peut

devenir une "étoile à neutrons"; la matière en son sein atteint une densité telle que les noyaux individuels ne peuvent plus exister. L'étoile n'est plus qu'une boule de neutrons ayant un rayon de l'ordre de 10 km et une densité de plusieurs centaines de millions de tonnes par centimètre cube! On a même imaginé une situation encore plus extrême : l'effondrement serait tel que la gravité devienne si intense que même le rayonnement ne parvienne plus à s'en échapper! Toute masse qui passe à proximité est happée et irrémédiablement absorbée, c'est pourquoi on appelle ce type d'objet "trou noir"; l'existence de tels objets n'est pas encore totalement prouvée, mais leur réalité serait une bonne explication à plusieurs observations difficilement explicables autrement.

Ces trous noirs sont impressionnants. Y a-t-il un risque pour que l'univers entier finisse par être absorbé par des trous noirs? Il semble que non car les trous noirs finissent par s'évaporer, et cela d'autant plus vite qu'ils sont lourds. Cet effet qui semble paradoxal peut s'expliquer de la manière suivante. On appelle horizon du trou noir la surface de l'intérieur de laquelle rien ne peut sortir. Dans les régions extérieures voisines de l'horizon règne le vide, mais la physique quantique nous apprend que des paires de particules et antiparticules naissent spontanément dans ce vide. Par une suite de mécanismes qu'on ne peut décrire en détail ici (voir [7]), il peut arriver que la particule s'éloigne du trou noir tandis que l'antiparticule est absorbée par lui, ce qui se traduit finalement par une diminution de sa masse. Ce sont donc en réalité les régions voisines du trou noir qui rayonnent.

Sous l'action de la gravité, la matière interstellaire va encore se regrouper et de nouveaux astres vont naître puis évoluer selon une histoire semblable à celle que nous venons de retracer rapidement. Ce cycle de naissance, de vie et de mort des étoiles se poursuit jusqu'à ce que toute la matière gazeuse de la galaxie soit épuisée. Les différentes générations d'étoiles se chevauchent car les durées de vie sont très différentes. Les étoiles les plus massives, dont la masse est environ cent fois celle du Soleil, brillent cent mille fois plus mais leur durée n'est que de 3 à 4 millions d'années. Les plus petites durent au contraire des milliards d'années.

Le destin du soleil

Le Soleil est une étoile moyenne qui a été formée il y a environ 5 milliards d'années, elle est de deuxième ou troisième génération; elle contient donc en faible proportion des noyaux moyens et lourds. Le Soleil est encore dans la première phase où l'hydrogène se transforme en hélium. Cette phase est très stable, ce qui lui permet d'avoir un éclat assez constant, avec une augmentation de l'ordre de 30% seulement depuis son origine. Ainsi, la Terre pourra bénéficier pendant encore longtemps des conditions ni trop chaudes ni trop froides qui sont nécessaires à la vie. Cependant, dans environ 5 milliards d'années, il entrera dans la phase géante rouge; alors les zones périphériques du Soleil atteindront l'orbite de la Terre et celle-ci se trouvera surchauffée,

complètement desséchée et finira par être totalement vaporisée. Voilà des perspectives bien peu sympathiques, mais de toute manière que sera l'humanité dans 5 milliards d'années? Voyons plutôt comment se sont formées la Terre et les autres planètes.

La formation des planètes:

Nous ne connaissons pas en détail le scénario, mais on peut cependant marquer quelques étapes, en se basant sur la connaissance acquise au sujet de l'évolution stellaire, et en observant les autres planètes, en particulier les "astres morts" comme la Lune et Mars. Tout d'abord les noyaux lancés dans l'espace par les explosions d'étoiles ont ralenti puis ont capturé des électrons pour former des atomes; le carbone capture 6 électrons, l'oxygène 8 etc. Au hasard des rencontres dans l'espace intersidéral, ces atomes ont alors pu se regrouper progressivement pour former diverses molécules, eau (deux atomes d'hydrogène et un d'oxygène), ammoniac (un d'azote et trois d'hydrogène), méthane (un de carbone et quatre d'hydrogène), gaz carbonique (un de carbone et deux d'oxygène), des oxydes de silicium, de fer et des différents métaux etc. Dans cet espace interstellaire, où règne une température très basse (autour de -270°C !), beaucoup de molécules sont brisées par le rayonnement ultraviolet ou d'autres particules énergiques; la marche vers la complexité est donc assez fortement entravée. Puis sous l'action de l'attraction entre les masses, ces atomes se sont regroupés en grains de poussière lesquels au hasard des rencontres ont grossi ou bien se sont trouvés pulvérisés par des chocs. Au moment de la formation du système solaire, ces poussières se sont disposées en vastes nappes tournant autour du Soleil en formation, un peu comme les anneaux de Saturne. Puis la gravité et les chocs faisant leur office, ces poussières et astéroïdes se sont peu à peu regroupés pour former les planètes, les plus gros capturant les plus petits. Comme toujours, la concentration de matière sous l'action de la gravité produit un échauffement. Il est donc certain que l'état initial de la Terre devait être une boule de lave en fusion, probablement sans atmosphère, car les gaz étaient occlus dans la boule. Ils se sont dégagés ensuite progressivement pour former une atmosphère composée principalement de vapeur d'eau, d'ammoniac, de gaz carbonique et de méthane. Les gaz plus légers comme l'hydrogène et l'hélium sont absents car l'attraction gravifique de la Terre est insuffisante pour les retenir. Cette chaleur initiale s'est peu à peu dissipée, mais il reste une source de chaleur interne à la Terre, due à la radioactivité des noyaux très lourds, uranium, thorium et leurs descendants. Cette chaleur est suffisante pour maintenir le centre de la Terre à l'état pâteux, mais ne suffirait pas à maintenir la surface de la Terre à une température acceptable pour la vie. C'est donc le Soleil qui fournit l'énergie nécessaire au maintien de la température de la surface terrestre à la valeur actuelle.

Le sort final de l'univers

Nous avons vu que l'univers était en expansion depuis 15 milliards d'années, que dans 4 ou 5 milliards la Terre serait vaporisée par un Soleil devenu une géante rouge, mais comment tout cela finira-t-il? L'expansion se poursuivra-t-elle indéfiniment?

Quelle sera le sort final de l'univers? Nous ne le savons pas encore; la force de gravitation tend à réduire la vitesse d'expansion, mais pourra-t-elle l'arrêter? Pour répondre à la question il faut connaître le taux d'expansion de l'univers et sa densité moyenne; si la densité est supérieure à une certaine valeur critique, l'expansion s'arrêtera et sera suivie d'une compression qui aboutira à un état extrêmement concentré. Si au contraire la densité est égale ou inférieure à la valeur critique, l'expansion continuera indéfiniment. Nous savons que la taille de l'univers augmente de 5 à 10% tous les milliards d'années, mais il est difficile de connaître la densité; en additionnant la masse de toutes les galaxies, on obtient une masse de moins d'un centième de la masse critique. Cependant, il existe beaucoup de masse dans des objets non visibles : nous en connaissons l'existence à cause de leurs effets sur les orbites des étoiles dans les galaxies et les mouvements des galaxies elles-mêmes. Avec cela nous arrivons à un dixième de la masse critique, cependant, il peut exister d'autres formes non prises en compte. Par exemple si les neutrinos, qui résultent des désintégrations survenues dans les premiers instants de l'univers, ont une masse non nulle (bien que très faible), alors la masse critique pourrait être atteinte, car ces neutrinos sont beaucoup plus nombreux que les particules massives. Le plus probable à l'heure actuelle est que l'expansion se poursuivra indéfiniment, mais cela n'est pas certain. Dans ce cas, d'après le modèle de Friedman l'espace est infini et l'univers continuera à se refroidir, les étoiles s'éteindront une à une et toute possibilité de vie finira par cesser.

Si au contraire l'expansion ralentit, s'arrête, le modèle de Friedman décrit l'univers comme étant fini dans l'espace, sans pour autant avoir de bords; la gravité est si forte que l'espace est courbé sur lui-même. Il est un peu semblable à la surface d'une sphère sur laquelle on peut se déplacer sans jamais rencontrer de limite; la difficulté pour se représenter cela est qu'il s'agit d'une surface à quatre dimensions au lieu des deux dimensions auxquelles nous sommes habitués. La quatrième dimension, qui est le temps est alors fini en extension, avec un début et une fin (annexe). Par la suite, en introduisant le principe d'incertitude de la mécanique quantique dans la relativité générale, Hawking [7] a montré qu'on pouvait arriver à un univers qui serait sans bords ni frontières pour le temps comme pour l'espace, mais il ne s'agit pour l'instant que d'une hypothèse! Si l'expansion s'arrête, ce ne sera pas avant 40 milliards d'années; elle serait alors suivie par une phase de compression qui devrait aboutir à un état extrêmement concentré, semblable à celui du big-bang. Dans cette phase de compression la vie deviendrait impossible après un certain temps, car la température deviendrait trop élevée. De plus, la vie nécessite des échanges d'énergie qui impliquent l'existence d'une source chaude et d'une source froide.

Dans l'univers actuel, les étoiles sont des sources chaudes, et l'espace intersidéral en expansion est la source froide. Dans un univers en compression, l'espace intersidéral se réchaufferait et la source froide finirait par disparaître.

L'évolution du monde est-elle parfaitement prévisible ?

Nous avons vu comment la matière s'était structurée sous l'action des forces fondamentales, gravité, force nucléaire, force électromagnétique (annexe). Par ailleurs, il existe une tendance générale à l'uniformisation qui résulte du fait que dans les modifications aléatoires dues aux collisions entre objets matériels, les configurations uniformes sont les plus probables. L'évolution de l'univers est donc régie par ces deux tendances contradictoires, mais dans un univers en expansion, les forces attractives créent des structures qui présentent une certaine résistance à l'uniformisation et qui conduisent progressivement à l'élaboration de structures de plus en plus complexes : noyaux, atomes, molécules de plus en plus grosses.

Les remarques précédentes pourraient donner à penser que la connaissance des lois élémentaires de la physique suffit pour prévoir toutes les possibilités d'évolution de la matière. En réalité, il n'en est rien, non seulement en raison de l'énormité du problème mathématique qui serait ainsi posé, mais plus encore parce que dans les systèmes complexes apparaissent des propriétés nouvelles difficilement soupçonnables a priori, mais qui cependant, ne sont jamais incompatibles avec les lois élémentaires. Pour que ces lois puissent être considérées comme le véritable moteur de l'évolution, il faudrait prouver qu'elles sont suffisantes. Malheureusement cette preuve devient de plus en plus difficile à construire lorsqu'on s'intéresse à des objets de plus en plus complexes : on commence à rencontrer des difficultés dans certains domaines de la physique, mais lorsqu'on arrive aux organismes vivants, la difficulté devient énorme. La prévision d'une évolution est-elle encore du domaine de la science quand elle résulte d'une activité humaine?

A cause du principe d'incertitude de la mécanique quantique, n'y a-t-il pas des possibilités d'évolution imprévisibles ?

Pour une situation donnée, la mécanique quantique permet de calculer la probabilité d'évolution vers telle ou telle situation, sans qu'on puisse dire à l'avance laquelle va se produire. Mais dans les problèmes de cosmologie les nombres d'événements d'un même type sont toujours énormes, et les fluctuations disparaissent; il n'y a pas de fluctuation quantique appréciable dans le taux de transformation de l'hydrogène en hélium à l'intérieur du soleil.

Par contre, il existe une autre cause d'incertitude pouvant conduire à des évolutions très perceptibles au niveau macroscopique: c'est l'*effet de sensibilité aux conditions initiales* qu'on trouve dans beaucoup de systèmes physiques. Cet effet est souvent désigné par l'expression imagée "effet

papillon". Il a été en effet mis en lumière par les météorologistes qui essayaient de bâtir des modèles mathématiques de l'évolution atmosphérique pour faire de la prévision par ordinateur. Ils avaient constaté qu'une variation infime des conditions à un endroit quelconque de la planète pouvait, au bout de plusieurs jours entraîner des variations spectaculaires. Selon une boutade attribuée à Lorenz : "un battement d'ailes de papillon aujourd'hui à Pékin engendre dans l'air des remous qui peuvent se transformer en une tempête le mois prochain à New-York"! Ce type de comportement est extrêmement répandu et fait maintenant l'objet d'une discipline particulière; on peut en trouver une très bonne présentation dans le livre de D. Ruelle [8]. Donnons deux exemples, le premier sera tout à fait banal. On essaie de faire tenir en équilibre un crayon sur un plan horizontal en le plaçant sur sa pointe; quand on estime être suffisamment proche de l'équilibre, on lâche le crayon qui ne manque pas de tomber. La question est : peut-on prédire, avant de lâcher le crayon, la direction dans laquelle il va tomber? La réponse est non, car cela dépend de la direction de l'écart entre la verticale et l'axe du crayon au moment où on l'a lâché; la direction de cette différence, aussi infime soit-elle, va conditionner la chute et la position finale du crayon, celle-ci est donc imprévisible. On voit ainsi apparaître un élément de hasard dans un problème dont les équations sont parfaitement déterministes. Cependant, si on s'était posé une question plus générale au lieu de chercher à prédire dans le détail un cas particulier, l'imprévisibilité disparaîtrait; par exemple, on peut être certain que le crayon va tomber dans un cercle ayant pour centre l'endroit où se trouvait la pointe, et pour rayon, la longueur du crayon. Comme deuxième exemple, on peut s'intéresser au mouvement de l'eau dans un tuyau. Si l'écoulement est rapide, il est turbulent, c'est-à-dire qu'un tout petit volume de liquide, qui est entraîné rapidement dans le sens de la longueur du tuyau, va de plus être animé de petits mouvements imprévisibles, il est donc impossible de prédire en détail la trajectoire de ce petit volume. Par contre, il est possible de prédire des grandeurs plus globales, par exemple la perte de pression de l'eau dans le tuyau pour une certaine longueur de celui-ci. Nous voyons ainsi que la prévision est possible lorsqu'on s'intéresse au résultat global d'un grand nombre de phénomènes semblables, mais qu'elle peut devenir impossible dans le cas d'un fait isolé, à cause du caractère chaotique de beaucoup de phénomènes.

Existe-t-il des faits isolés qui sont d'une grande importance pour l'évolution du monde ?

Il y en a certainement beaucoup. Par exemple, certains scientifiques imputent la disparition des dinosaures à la chute sur la Terre d'une météorite, il y a 65 millions d'années. Cette météorite aurait causé un cratère énorme, détruisant tout dans son voisinage, mais surtout, elle aurait provoqué un

immense nuage de poussières. Ce nuage pourrait aussi être le résultat d'une énorme éruption volcanique, ou bien de la conjonction de la chute du météorite et de l'éruption volcanique. En interceptant la lumière solaire pendant des années, ce nuage aurait causé un refroidissement entraînant la disparition de 90% des espèces vivant à l'époque! Pourquoi ce météorite est-il tombé sur la Terre au lieu de passer à côté?

Un autre exemple est l'existence de la Lune. Celle-ci joue en effet un rôle de stabilisateur pour l'axe de rotation de la Terre. Sans ce satellite, l'axe de rotation de la Terre aurait pu prendre une inclinaison variable par rapport à son plan de rotation autour du soleil. Ces variations causées par les mouvements internes du magma terrestre, auraient entraîné des bouleversements climatiques qui auraient pu être fort dommageables pour la vie terrestre.

Pourquoi est-il impossible de remonter le temps?

Les objets élémentaires, particules, noyaux, atomes, qui relèvent de la physique quantique, sont totalement indiscernables de leurs semblables; ils n'ont pas d'individualité. Leurs propriétés sont les mêmes quel que soit le temps, ils ne vieillissent pas, n'ont pas d'âge. Dans beaucoup de cas, ils peuvent subir une certaine transformation aussi bien que la transformation inverse. Il existe des systèmes simples pour lesquels le mouvement dans les deux sens est également possible; c'est le cas du pendule sans frottement, ou celui des astres dans l'espace intersidéral. En réalité, lorsqu'il s'agit de systèmes macroscopiques, cette situation n'est qu'approximative. Dans ces systèmes on s'intéresse au mouvement d'un corps assimilable à un point matériel, le temps est alors réversible, conformément aux prédictions de la mécanique. Mais si le phénomène étudié met en scène un grand nombre d'éléments ayant chacun plusieurs degrés de liberté, il en va tout autrement. Un exemple simple et banal est celui de l'écoulement de la chaleur. La température d'un corps est en effet liée à l'agitation désordonnée des molécules qui le composent. Si on met en contact un corps chaud avec un corps plus froid, l'agitation des molécules du corps le plus chaud va se communiquer peu à peu à celles du corps plus froid jusqu'à ce que l'énergie soit répartie également entre les molécules des deux corps. Ce processus met en jeu un nombre immense de processus élémentaires qui obéissent chacun aux équations de la mécanique, lesquelles sont réversibles; alors pourquoi ne pourrait-on voir tous les processus élémentaires se dérouler en sens inverse, ce qui se traduirait par l'échauffement du corps le plus chaud, et le refroidissement du plus froid? En effet la chose n'est pas strictement impensable, mais la réédition en sens exactement inverse d'un enchaînement déterminé d'un très grand nombre de ces processus est extrêmement improbable. Tellement improbable qu'on n'a jamais pu l'observer. Ainsi, l'irréversibilité du temps, qui est une réalité tellement importante pour nous autres êtres vivants, est une conséquence de la nature probabiliste des processus élémentaires! Tout

système suffisamment complexe pour pouvoir être repéré individuellement est soumis à l'irréversibilité du temps.

Une histoire singulière

Cette histoire, brièvement retracée, est caractérisée par trois faits importants :

- tout d'abord elle se déroule en une succession de phénomènes naturels qui sont intelligibles pour notre entendement. Ces phénomènes ne s'enchaînent pas tous par une succession de causes et d'effets, mais s'enchaînent en réagissant les uns sur les autres. Cette interaction réciproque produit de la nouveauté.

- ces "produits" nouveaux sont à la fois plus complexes et plus diversifiés. On constate en effet, en partant de la première seconde, que les structures produites à partir des protons, neutrons et électrons sont de plus en plus élaborées et complexes. Ce sont, comme nous l'avons vu, les noyaux d'atomes d'hélium, puis les atomes de ce corps et ensuite les molécules d'hydrogène. À partir de ceux-ci se constituent les premières étoiles, des machineries complexes, qui fabriquent des atomes comme le carbone, qui sont eux-mêmes plus complexes que ceux qui ont alimenté la fournaise qui les a élaborés. Quant au vivant, les molécules qui le constituent sont beaucoup plus élaborées et les structures vivantes se situent au niveau le plus élevé de la complexification.

Mais en se complexifiant, les structures deviennent aussi de plus en plus individualisées. Ce dernier point n'a peut-être pas été suffisamment souligné jusqu'ici. Toutes les particules que nous avons inventoriées sont indiscernables, ce qui signifie que l'on ne peut discerner une particule de sa consœur du même type. Par exemple, on ne peut discerner un proton d'un autre proton, un électron d'un autre électron, on ne peut les individualiser. Il en est de même des atomes ou des molécules d'un même type.

Mais ces molécules s'agglomèrent en ensembles de plus en plus gros, astéroïdes, planètes ou étoiles par exemple; les corps ainsi formés sont localisés dans l'espace-temps et discernables les uns des autres. Le vivant est, en chacun de ses représentants, de plus en plus individualisé au fur et à mesure qu'on va vers les formes les plus organisées.

- enfin notre Univers est singulier parmi un ensemble d'Univers que l'on peut concevoir et dont on peut imaginer les propriétés. En effet on a pu reproduire, par un calcul sur ordinateur, l'évolution de divers Univers, différents du nôtre par leurs structures et propriétés initiales. On peut changer, entre autres grandeurs, la valeur numérique de l'une des constantes de couplage des interactions et en déduire l'effet produit. On obtient un autre Univers dans lequel, en général, la vie ne peut apparaître naturellement. Par exemple :

- une faible augmentation de la constante de force faible (annexe 2) provoque une diminution de la période de désintégration radioactive du neutron. Les neutrons disparaissent alors avant de pouvoir s'associer aux protons pour

former les noyaux d'hélium. La nucléosynthèse primordiale n'a pas lieu et l'Univers ne contient que des atomes ou molécules d'hydrogène.

- une faible variation, dans un sens ou dans l'autre, de la constante de couplage de l'interaction forte supprime la coïncidence entre l'énergie de quatre atomes d'hélium et celle du carbone excité. La réaction de synthèse du carbone ne peut se produire. Sans carbone, l'Univers est sans vie.

On peut faire varier ainsi les valeurs de chacune des constantes physiques qui sont nécessaires pour décrire un Univers. On s'aperçoit alors que la grande majorité des Univers ainsi recomposés ne peuvent "accoucher" de la vie. En ce sens celui qui nous abrite est singulier et cette singularité proviendrait d'une configuration primordiale, de conditions "initiales" très précises.

Comment interpréter cette singularité? on peut envisager deux hypothèses :

- *cet ajustement extraordinairement précis résulte du projet d'un être désireux d'un monde pouvant faire éclore une conscience indépendante*

- *ou bien cela résulte du hasard, il y aurait un nombre immense d'autres univers différents, presque tous dénués de vie, en panne sur la route de la complexification. Mais comme ces univers résulteraient de bulles initiales différentes, leurs espaces-temps seraient radicalement distincts du nôtre et toute communication avec eux serait à tout jamais impossible. C'est l'hypothèse déjà exposée plus haut, et qui a la faveur de certains scientifiques.*

Cependant, ces deux hypothèses sont totalement invérifiables dans une observation empirique reproductible par un expérimentateur quelconque. On ne peut les considérer que comme des spéculations métaphysiques.

Le Principe Anthropique et les autres principes

Les remarques précédentes nous montrent que l'évolution de l'univers telle que nous la constatons, résulte d'une suite de coïncidences dont le grand nombre présente un caractère extraordinaire. Certains scientifiques ont alors été tentés par une explication de type finaliste : si les choses sont ainsi, c'est que l'univers «devait» aboutir à un être capable de penser. Ce type de proposition fut d'abord fait par R.H. Dicke, puis B. Carter reprit ces idées, en 1975, et énonça une proposition qu'il nomma Principe Anthropique¹, avec deux versions dites respectivement faible et forte.

La forme faible stipule que la présence d'observateurs dans l'Univers impose des contraintes sur la position temporelle de leur apparition. Ce qui signifie plus simplement que la présence d'observateurs impose que l'âge de l'Univers soit compris entre certaines limites. Basée sur les mêmes arguments

¹ Du mot grec anthropos = homme ; cette expression "Principe Anthropique" joue sur l'homophonie avec "entropique" qui se réfère à l'entropie et indirectement au second principe de la thermodynamique. Cf. *Connaître* 2, p.50

que ceux de Dicke, la formulation en est toutefois différente. Les observateurs n'ont plus implicitement le statut de cause mais imposent des contraintes quant à l'évolution de l'Univers.

La forme forte étend le champ des contraintes aux propriétés de l'Univers. Elle stipule que la présence d'observateurs dans l'Univers impose des contraintes, non seulement sur la position temporelle de leur apparition, mais aussi sur l'ensemble des propriétés de cet Univers, en incluant dans celles-ci les valeurs des constantes physiques dont certaines ont été mentionnées ci-dessus. Carter résume toutes ces idées en disant : "l'Univers est tel qu'il est **parce que** nous existons".

Ce principe apporte-t-il quelque chose sur le plan scientifique? Il est clair que si nous existons, c'est que les conditions nécessaires sont remplies, c'est une vérité de La Palisse; mais si on renverse la proposition pour faire de notre existence **la cause** qui règle par avance les valeurs précises d'un grand nombre de constantes physiques, on tombe dans une démarche téléologique qui est à l'opposé de celle de toute la science moderne. Il existe dans la physique classique des principes comme celui de conservation de l'énergie, ou le principe cosmologique, à partir desquels on peut construire une théorie capable de retrouver la cohérence entre divers faits observés. Le principe anthropique est-il de ce type? Je ne le pense pas, car contrairement à tous les autres principes des sciences classiques, on ne peut en déduire aucune conséquence nouvelle. De plus, il implique l'idée qu'un événement d'une époque donnée pourrait être conditionné (ou influencé) par un autre événement situé dans un futur lointain, ce qui est contraire à l'irréversibilité du temps, que chacun peut vérifier quotidiennement.

Cependant, si ce principe n'apporte rien sur la compréhension du *comment* de l'évolution, il peut être une réponse au *pourquoi*, mais alors, il ne s'agit plus de science.

Le caractère non scientifique du principe anthropique a conduit d'autres chercheurs à tenter des formulations différentes. En particulier, H. Reeves a proposé un énoncé à la fois plus limité et plus général. Cet auteur, pour bien marquer le changement de point de vue, l'appelle "Principe de complexité" et le formule ainsi : "*l'Univers possède depuis les temps les plus reculés accessibles à notre exploration, les propriétés requises pour amener la matière à gravir les échelons de la complexité*". Ce dernier énoncé, beaucoup plus modeste que le précédent, présente l'avantage de ne pas violer l'irréversibilité du temps et exprime l'idée, implicitement contenue dans la démarche scientifique, que l'évolution vers la complexité peut être comprise, ce que nous avons montré pour les premières phases de l'évolution de l'univers. Enfin, cette position évite de redonner à la vie et à l'homme en particulier, une place centrale dans l'Univers, une conception en contradiction avec ce que l'on appelle le principe cosmologique. En effet il résulte de la Relativité générale que toute position dans l'Univers est équivalente, qu'aucune position n'est privilégiée. En particulier il n'est pas strictement improbable qu'en d'autres lieux

que sur Terre la matière n'ait pu gravir les échelons de la complexité pour atteindre une forme de vie (voir chapitre suivant).

Cependant, ce "principe de complexité" n'est pas lui non plus une base sur laquelle on puisse construire une théorie scientifique. Il est au plus une intuition qui invite la communauté scientifique à poursuivre son travail en vue d'une meilleure intelligibilité du monde.

Parmi les tentatives pour expliquer l'évolution vers une organisation qui finalement aboutit à l'homme, on peut également citer celle de Teilhard de Chardin, qui dans "Le Phénomène Humain" propose l'existence de ce qu'il appelle l' "énergie radiale" afin de la distinguer de l'énergie de la physique, qu'il appelle "énergie tangentielle". Cette "énergie radiale", présente dans la matière inanimée ("la substance élue"), serait la cause de l'évolution vers des structures de plus en plus organisées, qui aboutissent finalement au cerveau humain, considéré comme le sommet de l'organisation dans le monde matériel. Au delà des particularités du langage teilhardien, cette proposition est très proche de celle de H.Reeves.

Le grand combat entre l'ordre et le désordre

L'évolution de l'univers vers des structures de plus en plus organisées pose un problème redoutable à notre effort de compréhension du monde. Nous voyons en effet dans la nature se manifester deux tendances opposées :

- une tendance générale à la dégradation, à l'uniformisation qui se traduit par une augmentation irréversible de l'entropie¹
- une tendance à l'organisation qui se manifeste de manière persistante dans certains endroits de l'univers.

Comment ces deux tendances peuvent-elles coexister? La considération de l'évolution stellaire peut nous aider à le comprendre. Nous avons vu comment, à partir d'un nuage de gaz à peu près homogène, se sont formées les galaxies, puis les étoiles, et comment au sein de celles-ci, la matière pesante avait continué à évoluer vers des noyaux de plus en plus lourds. Cette évolution peut être comprise comme résultant des forces physiques : la gravitation qui conduit la matière massive à se regrouper, puis la force nucléaire qui permet la constitution des noyaux atomiques, et enfin la force électromagnétique qui permet la constitution des atomes et des formes condensées de la matière (annexe 2). Mais les forces attractives sont sans cesse en compétition avec l'agitation aléatoire des particules, les nouvelles structures sont souvent détruites

¹ L'entropie est une grandeur thermodynamique qui caractérise l'état de désordre d'un système. Plus un système est organisé, plus son entropie est faible. Le second principe de la thermodynamique prescrit que pour un système isolé, l'entropie ne peut que croître (ou à la rigueur, rester constante). Cf. R. Balian, *Le temps macroscopique*, in "Le temps et sa flèche", E. Klein et M. Spiro Éd., Éditions Frontières, Gif-Sur-Yvette, 1994

par des collisions. Cependant, avec l'expansion, la température diminue et les collisions deviennent moins fréquentes et moins violentes, ce qui permet aux atomes récemment formés de subsister. Ainsi, l'organisation se poursuit, en symbiose avec le désordre aléatoire, et en partie grâce à lui. Mais le résultat global de ces processus irréversibles est quand même une dégradation de l'énergie qui se traduit par une augmentation de l'entropie de l'ensemble du système.

Cette présentation simple n'est bien sûr qu'un balbutiement d'explication qui est bien loin de répondre à toutes les questions que pose l'évolution vers la complexité. Ces questions ont été plus largement débattues dans plusieurs ouvrages récents, citons en particulier "Le quark et le jaguar" de Murray Gell-Mann [12]. Dans cet ouvrage, après avoir précisé ce qu'il entend par complexité, l'auteur montre que l'évolution vers la complexité est possible dans les situations où il existe un mélange d'ordre et de désordre. Une situation totalement ordonnée est bloquée, aucune évolution n'est possible et de plus tout commencement d'ordre est immédiatement détruit dans une situation de désordre intégral. Lorsqu'ils se trouvent dans des conditions favorables, peuvent se développer ce que Gell-Mann appelle des systèmes adaptatifs complexes capables d'évoluer vers plus d'organisation. Cette possibilité est-elle suffisante pour expliquer l'apparition de la vie et de son évolution telle que nous la constatons? Rien n'est moins certain [14], mais ceci est un débat qui sort du cadre de cet article.

Le simple et le complexe : qu'est-ce qui est fondamental?

Derrière cette question il y a celle de l'unité de la science : est-il possible de déduire toute notre connaissance de la nature de quelques lois relatives aux composants élémentaires de la matière? Les positivistes du 19^{ème} siècle en étaient convaincus, mais aujourd'hui la réponse à cette question doit être plus nuancée. Pour tenter cette reconstruction du savoir, il faut disposer d'une classification des différentes sciences selon différents niveaux. Dans l'ouvrage déjà cité, Gell-Mann propose les critères suivants :

"Je suggère qu'une science A est plus fondamentale qu'une science B quand :

1. Les lois de la science A englobent en principe les phénomènes et les lois de la science B.
2. Les lois de la science A sont plus générales que celles de la science B (c'est-à-dire que celles de la science B ne sont valides que sous des conditions plus spécifiques que les lois de la science A)".

Il est ainsi possible de déduire certaines propriétés chimiques de la physique quantique, tout au moins dans les cas les plus simples, mais outre la difficulté croissante des calculs, il apparaît nécessaire d'ajouter des informations supplémentaires propres au niveau de la chimie et qui ne sont valables que pour certaines conditions particulières (par exemple les conditions de température et de pression régnant sur terre ou alors celles qui prévalent au centre des étoiles).

Chaque niveau de complexité a donc ses lois propres et il y a une certaine indépendance des différents niveaux; cela provient du fait que les échelles d'intensité des forces et leurs portées sont extrêmement différents. Les propriétés chimiques des molécules sont indépendantes de ce qui se passe à l'intérieur des noyaux qui composent ces molécules, sauf quelques phénomènes particuliers; on peut alors caractériser le noyau par un nombre limité de paramètres. De même, si on s'intéresse à une discipline plus macroscopique, l'hydrodynamique par exemple, on pourra ignorer les molécules qui composent le fluide et se contenter de représenter ses propriétés par quelques grandeurs globales comme la densité, la viscosité etc. La science apparaît ainsi comme une superposition d'étages presque indépendants, ayant chacun ses principes, établis par une expérimentation à ce niveau. Lorsque la complexité n'est pas trop grande, on arrive à montrer la cohérence des principes d'un certain niveau avec ceux du précédent qui donnent au moins une compréhension qualitative de l'articulation entre les deux niveaux. Cependant, lorsqu'on veut arriver à une description précise et quantitative, on est très souvent obligé de recourir à une modélisation approximative comportant des paramètres que la théorie ne donne pas et qui doivent être déterminés expérimentalement. Gell-Mann conclut : "Si les sciences occupent bien différents niveaux, elles font partie d'une seule et même structure connexe, dont l'unité a pour ciment les relations des parties entre elles. Une science d'un niveau donné englobe les lois d'une science d'un niveau supérieur, moins fondamentales, mais qui étant plus spécifique, exige l'ajout d'une information supplémentaire aux lois de la première. À chaque niveau, il y a des lois à découvrir, importantes en elles-mêmes. L'entreprise scientifique implique la quête de ces lois à tous les niveaux, dans le même temps où, partant du sommet comme de la base, elle travaille à construire entre eux des escaliers". Arrivera-t-on à construire tous ces escaliers? La question reste ouverte!

Les remarques précédentes s'appliquent au niveau des êtres vivants : leur évolution vers plus d'organisation ne viole pas les lois de la physique et de la chimie, en particulier celles de la thermodynamique¹. Mais cette évolution était-elle la seule possible dans les conditions terrestres? Il semble que non, même si la question reste encore controversée. En effet, certains accidents, même peu fréquents, ont joué un rôle majeur dans l'histoire de la vie sur terre et dans le caractère des diverses formes de vie qui enrichissent la biosphère. Les lois de la biologie dépendent effectivement des lois de la physique et de la

¹ L'auto-organisation ne peut se manifester que dans un système ouvert (c'est à dire qui échange de l'énergie avec un environnement), la diminution d'entropie qui correspond à cette organisation est alors compensée par une augmentation de l'entropie de l'environnement. Du point de vue de la thermodynamique, la situation de cet organisme est alors comparable à celle d'un moteur thermique, lequel transforme une partie de l'énergie thermique reçue en travail mécanique, avec un résidu d'énergie thermique dégradée.

chimie, mais elles dépendent aussi d'une immense quantité d'information supplémentaire relative à la manière dont ont tourné ces accidents. La biologie est une science bien plus complexe que la physique fondamentale parce que nombre des régularités de la vie terrestre résultent autant d'événements accidentels que des lois fondamentales.

Ce que nous observons est-il la réalité?

La connaissance que nous pouvons obtenir à partir de notre expérience sensible et de notre réflexion nous donne-t-elle accès à une réalité indépendante de nous, ou bien n'est elle qu'une construction de notre esprit qui nous permet d'agir et de vivre dans notre environnement? Les choses que nous ne pouvons percevoir existent-elles vraiment?

Supposons que je sorte dans mon jardin; je vois tout d'abord un rosier qui porte une magnifique rose pourpre; malheureusement il y a quelques pucerons sur ce rosier. Plus loin, je vois les arbres fruitiers, le potager dans un coin, et les grands arbres, chênes et sapins, qui entourent cette propriété. Si j'allais consulter le cadastre, je verrais cette propriété replacée dans son environnement et représentée par quelques traits indiquant ses limites, ainsi que les constructions qui s'y trouvent. Dans ce point de vue, les roses et les pucerons et les arbres n'apparaissent plus. Si je prends le point de vue du spécialiste de la biologie végétale et que je m'intéresse à la rose observée au microscope, je vois apparaître des cellules vivantes qui échangent avec leur environnement. Si je prenais le point de vue du physicien, la notion de cellule ne m'intéresserait plus et je considérerais que l'objet étudié est composé d'atomes dans lesquels la masse est concentrée en des endroits très petits appelés noyaux, entre lesquels il n'y a presque rien. Si j'essayais d'analyser encore plus profondément à l'intérieur de ces noyaux, je serais conduit à penser que ce qui les compose doit être considéré plutôt comme un phénomène que comme des objets ayant une réalité fondamentale, cette dernière n'étant pas directement observable. Alors, qu'en est-il de la rose? N'est elle aussi qu'un phénomène qui "ne dure que l'espace d'un matin", comme dit le poète?

Cet apologue nous permet de constater que notre observation d'un certain objet peut être traduite en différents langages, qui expriment notre relation à l'objet selon différents niveaux de préoccupation. Chacun de ces niveaux de préoccupation comporte des concepts appropriés qui permettent le dialogue avec les interlocuteurs partageant les mêmes préoccupations; la notion de propriété et ses limites intéressent les notaires et le fisc, les plantes, les arbres et les pucerons intéressent les jardiniers; les cellules et leur métabolisme intéressent les biologistes; les atomes, les noyaux et les champs de force qui leur permettent de se manifester, intéressent les physiciens. Ces différents concepts sont bien des "modes a priori de notre sensibilité et de notre entendement" comme disait Kant, ils sont subjectifs, mais ils sont communs aux divers sujets qui partagent les mêmes intérêts; ils sont un moyen nécessaire pour l'échange

d'information et d'expérience entre plusieurs sujets. On peut donc dire qu'ils sont *intersubjectifs*.

Ces concepts intersubjectifs ont-ils un rapport avec une réalité en soi, c'est-à-dire indépendante de tout observateur?

C'est la question que se sont posée les philosophes et les hommes de science depuis des siècles, et à laquelle des réponses diverses et souvent contradictoires ont été données.

Il est vrai que certains concepts, proposés à un certain stade des connaissances, ont été abandonnés par la suite car incompatibles avec de nouvelles données. Par exemple, dans l'astronomie médiévale, héritée de celle d'Aristote, on supposait que les astres étaient fixés sur des sphères concentriques entourant la terre et que des anges les faisaient tourner en permanence, car on croyait qu'aucun mouvement ne peut être sans cause. A partir de Copernic, on s'est aperçu que la terre n'est pas le centre de l'univers, et qu'un mouvement de rotation, une fois amorcé, peut se poursuivre indéfiniment si rien ne vient le ralentir. Il serait facile de multiplier les exemples et on peut se demander si les concepts qui nous paraissent aujourd'hui bien établis ne seront pas abandonnés dans l'avenir. Doit-on en conclure avec Berkeley et Hume que nos concepts ne reflètent pas la réalité en soi, laquelle est inconnaissable, ou même que ce concept de réalité indépendante de l'observateur n'a aucun sens?

Il me semble impossible d'aller jusque-là, car si les concepts dont nous nous servons sont bien intersubjectifs, cela ne signifie pas qu'ils sont arbitraires. Leur définition est au contraire fortement contrainte. Songeons par exemple aux concepts d'espace et de temps; peut-on imaginer de s'en passer? Supposons que je dise à une personne de mon entourage: «Je pars en voyage, et je reviendrai dans trois jours»; si je ne dispose pas du concept de l'espace, le verbe *partir* est dépourvu de signification, et si je dispose pas du concept de temps, l'expression *dans trois jours* est aussi dépourvue de signification; une expérience existentielle incontestable devient inexprimable! Il faut donc reconnaître que ces notions d'espace et de temps sont bien le reflet d'une réalité incontournable. Il n'en reste pas moins vrai que les propriétés exactes de l'espace et du temps peuvent rester assez floues. L'espace est-il conforme à la géométrie d'Euclide, comme nous le suggère notre expérience terrestre, ou bien peut-il être courbe dans des conditions différentes? Le temps est-il universel, comme le suggère notre usage quotidien des horloges diverses, lesquelles sont supposées devoir indiquer toutes la même heure? Nous savons maintenant que l'espace n'est pas forcément euclidien et que le temps n'est pas réellement universel. Cet exemple simple nous conduit à l'idée qu'*il doit exister une réalité indépendante de nous, dont nos concepts sont un reflet plus ou moins exact*.

Devant ce problème, diverses attitudes ont été prises par les philosophes; on peut les classer schématiquement de la manière suivante :

- l'idéalisme considère que seules les idées ont une réalité, et que nos perceptions ne sont que des apparences plus ou moins illusoire

- l'empirisme s'intéresse exclusivement aux phénomènes qu'il considère comme seul réel digne de ce nom; il peut aller jusqu'à nier l'existence d'une réalité indépendante
- l'attitude critique distingue une réalité phénoménologique accessible à notre connaissance, et une réalité en soi considérée comme inconnaissable
- le réalisme qui considère que les découvertes de la science représentent véritablement la réalité, avec une précision sans cesse croissante.

Tel était la situation au début de ce siècle, quand la physique quantique s'est développée; sans modifier radicalement la problématique décrite ci-dessus, elle a néanmoins apporté quelques éléments nouveaux dont il faut tenir compte.

En cherchant à comprendre la structure intime de la matière, les physiciens ont découvert des choses assez surprenantes. En effet, quand on cherche à déterminer quel est le plus petit élément constitutif du réel, ce qu'on découvre, ce n'est plus un objet mais un rapport, une relation. Les particules les plus élémentaires ne peuvent en effet être observées sans entrer en interaction avec les instruments qui les observent. L'observation même modifie irrémédiablement les particules, alors sont-elles vraiment des objets ou simplement des phénomènes passagers comme l'éclair ou la vague? Les constituants ultimes de la matière ne sont plus des points matériels, mais une interaction. Ils relèvent des plus hautes énergies et renvoient aux temps de l'univers primordial, quand la matière était une énergie indifférenciée¹.

Nous sommes ainsi amenés à considérer deux domaines de réalité :

- celui des phénomènes observables, ou réalité empirique. C'est le domaine que nous pouvons explorer de mieux en mieux.
- la réalité en soi qui n'est pas directement observable, mais dont l'existence est requise pour trouver une cohérence dans le domaine de la réalité empirique. Notre connaissance de cette réalité là reste à tout jamais limitée. Telle est la conclusion de B. d'Espagnat [3] et qu'il désigne par l'expression "Réel voilé".

Dans "L'horizon des particules" [9], J.P. Baton et G. Cohen-Tannoudji proposent la notion d'horizon pour exprimer cette connaissance indirecte des fondements de la réalité physique. L'horizon, au sens géographique, limite la connaissance directe d'un observateur. La zone visible a une objectivité évidente, mais ses limites dépendent de la position de l'observateur sur la terre et de son altitude. Donc la connaissance qui résulte de la vue de l'observateur est à la fois objective et subjective. Si la terre est sphérique, le système terre plus observateur n'a plus la symétrie sphérique. La présence de l'observateur introduit donc une brisure de symétrie. Mais en déplaçant le point d'observation, ou en observant un navire qui vient de loin et dont on voit d'abord le mât, on peut induire que la terre est sphérique. La situation est un peu analogue en physique quantique.

¹ Cette question est un peu plus développée dans l'annexe 2. Elle l'est beaucoup plus par J.P. Baton et G. Cohen-Tannoudji [9], et dans les ouvrages de B. d'Espagnat [3].

Il y a une complémentarité entre deux horizons successifs de réalité : l'horizon quantique se dévoile comme un approfondissement de l'horizon classique. Un événement de l'horizon profond n'est connu expérimentalement que par ses traces phénoménales dans l'horizon apparent. Cependant cette trace n'est pas nécessairement unique, elle peut apparaître selon des aspect différents, éventuellement irréductibles l'un à l'autre.

Cette perspective conduit à récuser la tentation positiviste de réduire la science à l'enregistrement de recettes, car "cela revient à une réduction de la perspective scientifique à notre monde propre. Cette méthodologie ne semble pas conforme au développement réel des sciences : s'il est vrai que l'expérimentation se situe toujours dans notre monde propre, le travail théorique semble avoir constamment eu pour but l'édification d'un nouvel horizon de réalité" [9].

Pour Roland Omnes [13], la théorie quantique introduit une «béance» car, à cause du caractère seulement probabiliste de ses prédictions, elle ouvre la possibilité de mondes parallèles au nôtre, avec lesquels il est radicalement impossible de communiquer. Le monde auquel nous appartenons est-il le seul réel? Cette question relève alors de la métaphysique et non pas de la science.

Toutes ces considérations montrent que le réalisme fort est disqualifié, ainsi que l'idéalisme. La conception de la réalité qui se dégage des réflexions sur la physique quantique est assez proche de l'attitude critique de Kant, mais elle en diffère car elle considère qu'il existe vraiment une réalité fondamentale indépendante de l'observateur, même s'il est exclu de pouvoir la connaître totalement. Cette nouvelle conception est donc, en quelque sorte, intermédiaire entre l'attitude critique et le réalisme.

Y a-t-il un domaine des réalités mathématiques qui s'imposent à notre esprit, et qu'on découvre sans les construire?

C'est en effet ce que pense beaucoup de mathématiciens, et en particulier cette question fait l'objet d'une discussion entre J.P Changeux et A. Connes, publiée dans "Matière à pensée" [11]. Dans ce livre, A. Connes dit : "D'une part il existe indépendamment de l'homme une réalité mathématique brute et immuable; d'autre part, nous ne la percevons que grâce à notre cerveau, au prix, comme disait Valéry, d'un mélange rare de concentration et de désir".

Dans l'arsenal des mathématiciens, il distingue d'une part des objets dont on ne peut que constater les propriétés (par exemple les nombres premiers et leurs propriétés), et qui semblent donc préexistants, et d'autre part des outils qui au contraire sont construits par le mathématicien. Il estime que le travail des mathématiciens est comparable à celui d'un explorateur qui cherche à découvrir un pays inconnu. Ce "domaine des objets mathématiques" n'est localisé ni dans l'espace ni dans le temps, et ces objets sont immuables. Ce domaine ressemble au domaine des idées de Platon, mais Connes ne se déclare pas platonicien pour

autant. Par ailleurs, la parenté étroite entre les mathématiques et la physique, et à un degré moindre avec les autres sciences, nous incline à penser que ce monde des objets mathématiques n'est pas sans rapport avec les fondements de l'univers observable. On ne saurait cependant identifier ces domaines, car il est clair qu'on peut construire par des spéculations mathématiques des univers radicalement différents du nôtre.

Changeux, qui se réclame d'une épistémologie matérialiste forte, pense que toute mathématique est une construction du cerveau et fait partie du domaine culturel.

Il me semble cependant que l'existence de ce "domaine des objets mathématiques" n'implique en rien l'existence d'une conscience universelle qui aurait un projet sur le monde; il devrait être une hypothèse acceptable pour un matérialiste, tout au moins si on le définit de la même manière que A. Comte-Sponville (voir paragraphe suivant).

La réalité fondamentale est-elle la matière? ¹

Cette thèse a été soutenue très largement au siècle dernier, notamment par Marx, et il existe aujourd'hui un assez large courant de pensée qui se réclame du matérialisme. Avant d'aller plus loin, il faut d'abord se demander ce qu'est la matière. Au siècle dernier, il paraissait naturel de répondre que la matière est ce qui se conserve : cela était suggéré par la loi de la conservation de la masse dans les réactions chimiques. Nous avons vu que la physique actuelle a réduit cette loi à n'être plus qu'une approximation valable seulement dans des conditions très particulières. La réalité de base s'est réfugiée dans des concepts abstraits dont les propriétés ne sont que partiellement connaissables; tout le reste n'est que phénomènes contingents.

Alors comment définir le matérialisme?

C'est la question traitée par André Comte-Sponville dans "Une éducation philosophique". Il fait d'abord remarquer qu'il existe de nombreuses définitions, en partant de celle d'Épicure jusqu'aux plus récentes. Ces différentes définitions partagent les caractéristiques suivantes : le matérialisme s'oppose d'abord au scepticisme (c'est un dogmatisme; il énonce des propriétés universelles), au dualisme (c'est un monisme), enfin à l'idéalisme (c'est un monisme physique). Cette dernière opposition, qui oppose deux extrêmes, est bien sûr la plus forte. Les différentes manières de définir le matérialisme sont analysées en détail par André Comte-Sponville.

¹ Ce paragraphe est un résumé du Chapitre 3 du livre d'André Comte-Sponville [11], intitulé "Qu'est-ce que le matérialisme". Il est construit en enchaînant des extraits de ce texte. Les extraits sont typographiés avec des caractères de ce type.

- *Un monisme de la matière :*

Une définition simple pourrait être : "*On appelle matérialistes les philosophes pour lesquels, le vide mis à part, tout, y compris la pensée, est matériel*". En fait, malgré son apparente clarté, cette définition soulève plusieurs difficultés. Tout d'abord, l'impossibilité, signalée plus haut, de définir la matière, mais plus fondamentalement, si tout est matière, y compris la pensée, «matière» ne veut rien dire (puisque'un mot ne signifie que par différence); autant dire «tout est x». Bref, affirmer que tout est matière serait, soit penser qu'on ne pense pas (si matière et pensée s'opposent), soit ne rien penser du tout (si matière et pensée ne s'opposent pas). Le matérialisme serait alors ou contradictoire ou vide : il ne pourrait se définir qu'en se réfutant soi-même ou en s'abolissant.

- *La "thèse du primat" :*

Chez Marx et surtout chez Engels, le matérialisme devient la doctrine qui considère la matière (ou, comme il dit aussi, «la nature» ou «l'être») comme «l'élément primordial» par opposition à l'idéalisme qui voit cet «élément primordial» dans la pensée ou l'esprit. Or il est frappant de constater, dans ce texte et dans d'autres, que, sans renoncer apparemment au monisme (comment le pourrait-il?), Engels ne peut s'empêcher de penser le matérialisme dans des termes qui sont, comme la question elle-même, incontestablement dualistes. Se demander quel est «l'élément primordial», de la matière ou de la pensée, n'a de sens, c'est assez clair, qu'a les supposer différents : la thèse du primat de la matière n'est concevable (sauf à imaginer un primat de la matière sur elle-même, ce qui est absurde) que si tout, précisément, *n'est pas* matière. Mais alors : que reste-t-il du monisme?

Mais au fond, cette contradiction n'est peut-être pas si grave, car le matérialisme est avant tout une philosophie de combat. Le matérialisme ne croit guère aux systèmes : il s'agit de penser contre, pas de penser seul. Aussi n'est-il souvent, et en ce sens Marx n'avait pas tort, qu'un idéalisme renversé. Ce que l'idéalisme affirme (le primat de la pensée ou de l'esprit), le matérialisme le nie, mais dans des termes ou des structures qui restent, le plus souvent, prisonniers de l'idéalisme même qu'il combat. Le matérialisme serait alors contradictoire, (ou si l'on préfère, dialectique) dans la mesure même où il serait une réaction contre l'idéalisme. Le dualisme serait son terrain de lutte (qu'il partage nécessairement avec son adversaire), et le monisme son horizon (qu'il n'atteint pas encore).

- *"Expliquer le supérieur par l'inférieur"?*

Si on laisse de côté cette aporie, au moins provisoirement, on pourrait discerner ici, après le matérialisme ontologique ou systématique (Wolff, Engels), quelque chose comme un matérialisme méthodologique, dont Auguste Comte, le premier à su expliciter la formule. C'est à lui en effet qu'on doit la définition fameuse, selon laquelle «le matérialisme est la doctrine qui explique le supérieur par l'inférieur». On sait qu'Auguste Comte a classé les différentes sciences en une série, qui constitue, comme il dit avec sa légèreté coutumière, «l'invariable hiérarchie, à la fois historique et

dogmatique, également scientifique et logique, des six sciences fondamentales»¹. Cette série, qui suit un ordre de complexité croissante et de généralité décroissante, est la suivante : mathématiques, astronomie, physique, chimie, biologie et sociologie. Or cette série, qui va, aussi bien historiquement que logiquement, des mathématiques à la sociologie, est une série ascendante, non seulement selon la complexité, mais aussi peut-être surtout, selon la dignité («le décroissement de généralité coïncide toujours et nécessairement avec l'accroissement de dignité»). D'où la distinction, d'abord épistémologique mais inévitablement aussi normative, entre «le supérieur» et «l'inférieur». Comte trouve peut-être sa plus grande portée en permettant au matérialisme de penser, dans le double et inverse mouvement qui le caractérise (descente théorique, ascension pratique), l'axe de son combat et de son cheminement : il s'agit de descendre au plus bas (dans la théorie), pour monter au plus haut (dans la pratique). Il reste que cette définition ne saurait être, pour le matérialisme, qu'approximative, métaphorique et provisoire. Elle s'inscrit en effet dans une hiérarchie que le matérialisme, dans sa radicalité, refuse : l'esprit n'est pas supérieur à la matière, une idée n'est pas supérieure au cerveau, à l'économie ou à la sexualité. L'esprit ne vaut que pour l'esprit. La formule de Comte exprime donc bien la vérité du matérialisme, mais considéré de l'extérieur - du point de vue de l'idéalisme.

On peut se demander pourtant s'il n'y a pas là une forme de nécessité. Le matérialisme, en tant qu'il est philosophique, n'est-il pas condamné à se soumettre d'abord à la pensée, et à privilégier ce à quoi il dénie toute indépendance? Peut-il quand il postule le primat de la matière, ne pas affirmer aussi - puisqu'il est effort de pensée - la primauté de l'esprit?

Le sage seul, parvenu au terme de son ascension, est donc en mesure de penser, sans déchoir ni se renier, qu'il n'y a pas d'ascension. La vérité est au fond de l'abîme - où il n'y a plus d'abîme. La victoire nous élève jusqu'au ciel - où il n'y a plus de ciel. En quoi tout matérialisme philosophique est provisoire sans doute, comme toute philosophie. À la fin, c'est aussi une leçon du matérialisme, à la fin, il n'y a plus que la paix et le silence.

- Et la matière?

Quel sens y aurait-il à affirmer le primat de la matière, ou son existence exclusive, si l'on ne savait, fût-ce approximativement, ce que c'est? Si la matière n'est que le contraire, ou l'opposé de la pensée, et si la pensée n'est à son tour que l'opposé de la matière, il est clair que l'on tombe dans un cercle et qu'on ne définit rien. Matérialisme et idéalisme seraient alors de pures positions formelles, en elles-mêmes sans contenu, voire interchangeables : le cercle serait d'autant plus vicieux qu'il serait vide. Comment en sortir? Par la matière? On ne le peut : car nous ne savons ce qu'elle est que par les

¹ La démarche scientifique, qui est une recherche de cohérence, s'efforce également d'expliquer le complexe par le plus simple, mais il s'agit là d'une méthodologie empirique justifiée par de nombreux succès. Nous avons déjà montré les difficultés de cette entreprise et ses limites actuelles ; il n'est pas totalement exclu qu'on rencontre ici ou là des limites infranchissables. Pour A.Comte, il s'agit d'une doctrine, c'est à dire d'une certitude totale. Il est donc impropre de parler du matérialisme méthodologique de la science.

sciences de la nature... qui ne le savent guère¹. Il faut donc partir, non de la matière, mais *de l'esprit*, dont chacun a une connaissance (et peu importe qu'elle soit illusoire : puisque l'esprit est cette illusion même) intime et immédiate. On peut, par commodité, faire ici confiance à un spiritualiste, et non des moindres. Quand il veut définir l'esprit, Bergson enchaîne un certain nombre de caractéristiques, qui sont les suivantes : la conscience, la mémoire, l'anticipation de l'avenir, le choix, la liberté. Cette connaissance que l'esprit a de lui-même est certes intuitive, comme dirait Bergson, ou mieux, et comme dirait Spinoza, d'expérience vague. Mais cela suffit, puisqu'il s'agit seulement de savoir, non *ce que sont* l'esprit et la matière, mais *de quoi nous parlons* quand nous les nommons. J'ajouterais pour ma part, pensant à d'autres philosophes, la pensée ou le discours : *le Verbe* de saint Jean ou le *logos* des Grecs; une fois admise cette définition, celle de la matière ne présente plus de difficultés. Je propose celle-ci, qui est bien sûr négative, et qui n'a d'autre but que de nous faire sortir du *cercle* précédemment évoqué : on appelle matière tout ce qui existe indépendamment de la pensée ou de l'esprit; c'est la partie non spirituelle du réel. Elle est sans conscience, sans mémoire, sans discours, sans projet, sans volonté. C'est l'être inconscient et instantané, qui n'offre à l'esprit, comme son autre, que le silence, l'indifférence et l'oubli.

On remarquera que la matière, ainsi définie, possède toutes les caractéristiques de la mort. Ce n'est pas une coïncidence : notre définition reflète à sa manière (en creux) l'évidente solidarité entre la vie et l'esprit. Ces caractéristiques, qui seraient aussi bien celles du néant suffisent à la philosophie. Le reste, ce par quoi la matière se distingue de la mort ou du néant relève des sciences. Mais l'essentiel, pour le matérialiste, n'est pas là; la matière est d'abord l'être sans vie ou, si l'on préfère, la mort réelle. **On peut dire que le primat de la matière n'est pas autre chose, pour le matérialiste, que le primat de la mort**, qui renvoie la vie à sa fragilité presque évanescence de rêve précieux ou rare.

- *Alors, finalement, qu'est-ce que le matérialisme?*

Il semble qu'on puisse à peu près répondre ceci : le matérialisme est ce courant philosophique qui, contre l'idéalisme et la religion, affirme que tout est matière ou produit de la matière (au vide près), et qu'en conséquence les phénomènes intellectuels, moraux ou spirituels (ou supposés tels) n'ont de réalité que seconde et déterminée. Rien n'existe donc absolument, pour le matérialiste, rien n'existe d'abord, et rien au bout du compte n'existera, que l'être sans conscience, sans mémoire, sans projet ni discours - l'être inconscient, instantané et muet - qu'on peut appeler la matière, et qui n'est, vu à hauteur de vivant, qu'une forme toujours de la mort. L'esprit, loin d'être immortel est donc cela même qui va périr. Il n'est pas principe mais effet; il n'est pas absolu mais relatif (à un corps, à une société, à une époque...); il n'est pas substance mais histoire; il n'est pas être ou vérité, mais valeur ou sens - et fragile, toujours. Primat de la matière, donc, et primauté de l'esprit - tant que l'esprit demeure. La mort aura toujours le dernier mot, qui n'en sera pas un; "et tous deux seront aussi longtemps à ne plus être, de celui dont la fin date d'hier, ou de tel autre qui est mort depuis bien des mois et des années" (Lucrèce, III, 1092-1094). Tel est, en deux mots, l'essentiel du matérialisme, que je ne reconnais jamais mieux, quant à moi, que dans son orchestration lucrécienne : rien n'existe que la matière et le rien, et seule la mort est immortelle.

¹ Cela ressort bien du paragraphe précédent sur la réalité

Rude leçon, certes, qui n'enseigne d'abord que le silence, le désespoir et l'oubli. Mais grande paix aussi, et grande incitation à vivre. Le pire seul est sûr - ou plutôt le rien; le mieux est toujours à inventer. De là cette constante du matérialisme philosophique, de déboucher sur une éthique du bonheur.

Conclusion:

La cosmologie et la physique nous montrent que l'univers est issu d'un état très concentré qui se dilate de façon prodigieuse en se diversifiant d'une manière étonnante, puisqu'il a exactement les propriétés qui lui permettent d'accoucher de la vie et d'une pensée capable de le découvrir en retour. Cependant, cette merveille qu'est la vie consciente paraît irrémédiablement vouée à la disparition dans le refroidissement d'une expansion indéfinie ou dans un retour par compression à un état semblable à l'état initial. Tout système individualisable est soumis au temps qui s'écoule irréversiblement. La mort est inscrite inéluctablement dans le message qui nous vient du ciel.

Alors, la situation est-elle sans espoir comme le proclament les matérialistes? N'y a-t-il dans ce que nous pouvons déchiffrer de l'univers aucun indice pouvant indiquer une possible issue? Notre connaissance de la physique nous incline à penser que tout ce que nous pouvons observer n'est que phénomène et histoire, mais que pour retrouver une cohérence dans ces observations, nous devons postuler l'existence d'une réalité inobservable sur laquelle notre savoir semble devoir rester à tout jamais partiel. De même, l'observation des premiers états de l'univers est radicalement impossible, et notre connaissance de ces états ne peut être autre chose qu'une reconstruction. Cependant, ce développement de la cosmologie nous amène à admettre la possibilité d'autres univers avec lesquels il nous est radicalement impossible de communiquer, et dans lesquels les lois physiques pourraient être différentes. La réflexion des mathématiciens sur les développements de leur discipline, conduit la plupart d'entre eux à penser qu'il existe des objets mathématiques dont l'existence et les propriétés ne sont pas dues à leur imagination; ils estiment les découvrir plutôt que les construire. Alors pourquoi ces objets, qui ne sont pas de l'ordre du phénomène comme ceux du monde matériel, seraient-ils sujet à la mort?

Ainsi, la certitude de la mort de notre univers sensible et de nous-mêmes, s'accompagne d'indices ouvrant une possibilité d'existence pour un monde différent dans lequel pourrait subsister ce que Bergson a appelé l'esprit. La conviction des matérialistes de la mortalité de l'esprit est une option respectable, mais elle ne s'impose pas. La réalité de la survie de l'esprit individuel et collectif de l'humanité reste une question indécidable pour la science et la philosophie. Il appartient à la liberté de chacun de faire le pari pour ou contre cette survie.

ANNEXE

La relativité générale

La relativité restreinte, comme son nom l'indique, conserve la forme des lois physiques seulement si le système de référence des positions est en mouvement rectiligne uniforme. Cette théorie conserve donc l'idée d'un référentiel absolu par rapport auquel on peut apprécier si un mouvement est uniforme ou non. Cependant, la force de gravité n'obéit pas aux invariants de la relativité restreinte. Cette force est, selon la loi de Newton, proportionnelle à la masse du corps considéré; par ailleurs la masse se manifeste aussi dans les mouvements non uniformes : les forces d'inertie dans un mouvement rectiligne accéléré, la force centrifuge dans un mouvement circulaire. Ces forces sont aussi proportionnelles à la masse. Pendant longtemps on crut nécessaire de distinguer ces deux types de masse, bien que les expériences leur attribuaient la même valeur. Pour remédier à ces difficultés, Einstein a considéré que le concept de masse est unique, et qu'aucun système de coordonnées ne pouvait être privilégié. La force de gravité est alors due à une accélération. Pour justifier cette conception il est nécessaire de considérer que la présence de masse produit sur l'espace-temps une courbure telle que tout corps placé au voisinage de cette masse, même s'il paraît immobile, se trouve en réalité dans une situation de mouvement variable dans l'espace-temps, et par conséquent soumis à une force d'inertie. La courbure d'un espace-temps à 4 dimensions n'est pas facile à se représenter; pour en avoir une certaine image il faut essayer d'imaginer ce que pourraient penser des êtres à deux dimensions, vivant sur la surface d'une sphère de très grand diamètre par rapport à eux. Tant qu'ils restent dans une petite région, ils peuvent former un grand carré avec plusieurs petits carrés égaux, et s'il partent droit devant eux, ils ne reviennent pas à leur point de départ; la géométrie est euclidienne. Mais s'ils entreprennent d'explorer complètement leur sphère, ils s'aperçoivent qu'en allant droit devant soi, on peut revenir au point de départ après avoir fait le tour de la sphère, et qu'on ne peut plus combiner exactement les carrés; la géométrie de leur surface n'est plus euclidienne, elle est courbe! C'est par cet exemple qu'Einstein propose d'appréhender le changement de géométrie introduit par la relativité générale, dans un petit livre de vulgarisation très facile à lire [1].

Nous serons donc amenés à parler de la courbure de l'espace-temps; la courbure moyenne de l'univers dépend de la densité moyenne de matière-énergie. Selon la valeur de cette densité par rapport à une certaine valeur appelée "densité critique", on doit envisager trois situations :

- si la densité est très forte, l'espace est fermé et fini; on le dit "sphérique";
- si la densité est égale à la densité critique, l'espace est euclidien, c'est-à-dire conforme à notre expérience courante, il est ouvert et infini; on le dit "plat";

- si la densité est inférieure à la densité critique, l'espace à une courbure négative et il est ouvert et infini; on le dit "hyperbolique".

La physique quantique:

On a observé que les objets microscopiques se comportaient tantôt comme des ondes, tantôt comme des particules bien localisées. Louis de Broglie avait montré qu'on devait associer à toute particule une onde dont la longueur d'onde est égale à h/p (h constante de Planck, p quantité de mouvement de la particule). Si l'on considère une expérience aussi banale que la réflexion de la lumière par une lame de verre, on constate que l'intensité lumineuse réfléchie dépend de l'épaisseur du verre, ce qui peut s'expliquer si la lumière se comporte comme une onde. Cependant, dans cette expérience on peut mesurer l'intensité de la lumière avec un appareil appelé photomultiplicateur qui montre que la lumière est composée de grains qu'on appelle photons. Comment la réflexion de ces grains peut-elle être influencée par l'épaisseur du verre? Nous ne pouvons pas entrer plus avant dans l'analyse de cette expérience et nous renvoyons le lecteur qui voudrait en savoir plus, à un excellent petit ouvrage de vulgarisation dû à Richard Feynman [2]. Celui-ci explique très clairement que ce comportement paradoxal paraît beaucoup plus naturel si l'on veut bien accepter l'idée que ce que nous appelons particule n'est pas une réalité en soi mais la manifestation circonstancielle d'une réalité sous-jacente qui n'est pas directement mesurable. Les équations d'évolution du système portent en effet sur une fonction dont le carré représente la probabilité de trouver une manifestation de particule à un certain endroit. L'image d'une particule représentée par un point matériel, comme dans la mécanique newtonienne, est le plus souvent inadéquate. Par exemple on ne doit pas se représenter un atome d'hydrogène comme un petit système solaire dans lequel l'électron serait une petite planète tournant autour du noyau. Une image plus correcte serait de voir l'électron sous la forme d'un petit nuage entourant le noyau.

D'une manière plus générale, on ne peut définir *parfaitement et simultanément* la position x d'une particule et sa quantité de mouvement p ; les incertitudes sur ces grandeurs sont soumises à la relation suivante: $\Delta x \cdot \Delta p = h/2\pi$. C'est la fameuse relation d'incertitude, formulée la première fois par Heisenberg. De même les fluctuations d'énergie dans le temps obéissent à la relation: $\Delta E \cdot \Delta t = h/4\pi$. Cette dernière relation est particulièrement importante pour notre propos parce qu'elle montre que même dans le vide il peut apparaître pendant un temps très court une énergie suffisante pour faire apparaître une particule de masse m telle $\Delta E = mc^2$. Mais pour que la charge soit conservée, il ne peut apparaître que des paires de particules matière/antimatière qui vont se détruire rapidement en restituant l'énergie empruntée au vide. Ainsi, ce qui est appelé par les physiciens "vide quantique" n'est pas du tout synonyme de néant mais est au contraire un grouillement formidable de création et d'annihilation de

toutes sortes de particules. Ce vide est ainsi un réservoir inépuisable de possibilités de création, coextensif à l'espace bien que totalement indétectable.

Il nous faut maintenant aller plus loin dans l'examen des forces qui structurent la matière. La plus familière est la gravité, c'est aussi la plus faible, mais comme elle est de portée illimitée et qu'aucun écran ne peut l'arrêter, elle joue un rôle central en cosmologie. Nous avons déjà parlé de la force électromagnétique, à propos de la lumière; elle a également une portée illimitée, elle est beaucoup plus intense que la gravité, mais elle peut être annulée : l'effet d'une charge positive est annulé par une charge négative placée à proximité. La force électromagnétique joue un rôle très important dans notre monde familier car c'est elle qui assure la cohésion des molécules, celle des corps solides, et bien d'autres choses encore. Il existe encore deux autres forces appelées interaction forte et interaction faible; la première assure la cohésion des noyaux des atomes et la deuxième intervient dans les processus de désintégration radioactive. Comment la théorie quantique explique-t-elle ces forces?

Le prototype de la théorie est celle de la force électromagnétique. Le photon est la particule qui est associée au champ électromagnétique; il est un grain d'énergie, n'a pas de masse propre et se déplace à la vitesse de la lumière. La force de répulsion ou d'attraction entre deux particules chargées est expliquée par l'échange d'un ou plusieurs photons entre ces deux particules, mais ces photons sont indétectables et éphémères. Ils émergent du vide quantique pour réaliser une interaction et y retournent aussitôt sans laisser de trace; c'est pourquoi on parle alors de photons virtuels. Cette théorie est maintenant très élaborée et donne un accord excellent avec l'expérience; le livre de R. Feynman déjà cité [2] présente cette théorie de façon très accessible et très plaisante. La théorie de la force faible s'inspire de principes analogues : le vecteur de cette force est une particule appartenant à la famille des bosons; il s'agit cette fois d'une particule massive, ce qui entraîne un faible rayon d'action pour la force. En effet, le vide quantique ne peut laisser échapper une particule massive pendant longtemps, car la conservation de l'énergie ne pouvant être violée pendant longtemps, la particule virtuelle n'a pas le temps d'aller loin. De même la force forte procède par échange de particules appelée gluons, mais les particules qu'elles relient, qu'on a nommées quarks, ne peuvent pas exister à l'état libre. Ils semblent être les constituants ultimes de la matière des noyaux atomiques. Il est intéressant de remarquer qu'on a pu faire entrer la force électromagnétique et la force faible dans un formalisme unique qui est nommé force électro-faible; pour que cette unification se réalise, il faut une température de l'ordre de 10^{15} degrés. On n'a pas encore réussi à formuler la grande unification de la force forte et de la force électro-faible, mais la plupart de spécialistes pensent que c'est possible mais qu'il faudrait atteindre une température de 10^{25} degrés. Quant à la gravité, l'unification avec les précédentes pose des difficultés conceptuelles beaucoup plus importantes. Le vecteur quantique du champ gravitationnel reste hypothétique, on l'a nommé

graviton mais il n'a pas encore été détecté expérimentalement! La symétrie parfaite dans laquelle les quatre forces seraient fusionnées correspondrait à une température de 10^{32} degrés. C'est la température du noyau primordial à l'instant de son apparition.

Ce rapide tour d'horizon de la physique quantique nous permet de dégager deux idées :

- la recherche de l'unification des forces dans un état primordial totalement symétrique fait penser au concept de l'UN qui dans la philosophie grecque antique était supposé être la source de tout;

- dans cette théorie, qui est ce que nous avons de mieux pour expliquer l'ensemble des faits observés, les *réalités ultimes*, qui sont le vide quantique et les quatre champs de force, *ne sont pas directement accessibles à notre expérience*. La matière dont nous sommes constitués apparaît comme un phénomène dont la structuration dépend de ces champs dont nous ne pouvons que constater les effets. C'est pourquoi B. d'Espagnat a proposé la notion de *réel voilé* [3].

Cette situation avait été déjà pressentie par Einstein, avant 1955, date de sa mort. Dans l'ouvrage déjà cité [1] il écrivait en effet : "nous pourrions regarder la matière comme des régions dans l'espace où le champ est extrêmement intense [...] Il n'y aurait pas de place dans notre nouvelle physique tout à la fois pour le champ et la matière, le champ étant la seule réalité. Cette conception nouvelle est suggérée par les grandes conquêtes de la physique du champ, par le fait que nous réussissons à exprimer les lois de l'électricité, du magnétisme et de la gravitation sous forme de lois de structure, et, finalement par l'équivalence de la masse et de l'énergie. Notre problème ultime serait de modifier nos lois du champ de telle sorte qu'elles restent encore valables dans les régions où l'énergie est énormément concentrée... L'avenir décidera s'il est possible de la réaliser".

Là encore, l'intuition d'Einstein était géniale, car les développements de la physique ont fait de grands pas en ce sens!

BIBLIOGRAPHIE

- [1] L'évolution des idées en physique, Albert EINSTEIN et Léopold INFELD,
Petite Bibliothèque PAYOT, 1963
- [2] Lumière et matière : une étrange histoire, R. FEYNMAN, Seuil, 1987
- [3] A la recherche du Réel, B. d'ESPAGNAT, 1979
Une Incertaine réalité, B. d'ESPAGNAT, Gauthier-Villars, 1987
Le réel voilé, B. d'ESPAGNAT, Fayard, 1994
- [4] Du vide et de la création, Michel CASSE, Éditions Odile Jacob, 1993
- [5] La mélodie secrète, TRINH XUAN THUAN, Folio Essais, 1991
- [6] Patience dans l'azur : l'évolution cosmique, Hubert REEVES, Seuil, 1981
- [7] Une Brève Histoire du Temps, Stephen HAWKING, Flammarion, 1989
- [8] Hasard et Chaos, D. RUELLE, Éditions Odile Jacob, 1991
- [9] Complexité et élémentarité dans l'univers quantique, Jean Pierre BATON
et Gilles COHEN-TANNOUJJI, *Nrf Essais*, Gallimard, 1989
- [10] Matière à penser, J.P. CHANGEUX et A. CONNES, Éditions Odile
Jacob, 1989
- [11] Une éducation philosophique , André COMTE-SPONVILLE, PUF
Perspectives Critiques, 4ème édition, 1993
- [12] Le quark et le jaguar, Murray GELL-MANN, Albin Michel, 1995
- [13] Philosophie de la science contemporaine, Roland OMNES, Folio Essais,
Éditions Gallimard, 1994
- [14] Les failles du darwinisme, M.P. SCHÜTZENBERGER,
La Recherche **283**, 1996

Le choix de la fécondité

Un parallèle entre la recherche et la vie de foi

Roger de Broutelles

Quiconque ne veut renoncer ni à sa foi ni à sa formation scientifique, se trouve fréquemment exposé à une double incompréhension, celle des scientifiques incroyants et celle de ses "frères dans la foi" non scientifiques. Cette situation a souvent été mentionnée sinon décrite.

L'incompréhension la plus pénible à supporter est celle des croyants, car on ne peut être chrétien seul, c'est-à-dire sans "faire Église". Il arrive ainsi, qu'excédés de n'être que tolérés, on aspire à disposer d'un plein droit de cité dans la communauté des croyants. Du même coup, espère-t-on, on cessera d'être considérés par l'incroyant comme des exceptions trop isolées pour être crédibles.

C'est dans ce contexte qu'ont été élaborées les réflexions personnelles présentées ci-après. Plutôt que de minimiser mes réactions de dépaysement devant le discours théologique et l'univers conceptuel dans lequel il s'implante, j'ai cherché à les analyser en restant fidèle à ma patrie scientifique. L'objectif poursuivi n'est pas de ressasser, mais de contribuer à liquider un contentieux qui s'est nettement atténué ces dernières années, et bien plus encore de faire vivre un langage de foi dans notre culture. (Voir la 3ème partie de cet article).

Première Partie: Les remous d'un changement de mentalités.

Se souvenir des obstacles surmontés et décrire les difficultés présentes, constituent un premier passage obligé avant toute recherche d'une expression de foi mieux intégrée à la culture scientifique. Mais, vues les limites de cet article, seuls quelques points de repère seront exposés ci-après.

A) Les litiges propres aux relations entre la Foi et la Science, se sont trouvés mêlés aux remous d'un affrontement philosophique de grande amplitude, et confondus avec eux.

*Assurément, le visage de la Science a changé au début de ce siècle. C'est Einstein qui, avec la théorie de la relativité a, le premier, ébranlé l'image de solidité quasi absolue que la Science donnait d'elle-même et dont la physique de Newton était le symbole. Peu de temps après, bien qu'elle ne soit accessible qu'à quelques initiés, la théorie des quanta suscitait d'importantes interrogations sur les limites de l'intelligence.

*Depuis lors, le fait que notre esprit doive vivre sous la menace constante du démenti expérimental est très largement reconnu, même lorsque ce démenti est très peu probable. K.Popper a explicité les bases logiques de cette précarité. Il dénonce parallèlement les procédés par lesquels les doctrines pseudo-scientifiques se protégeaient de la critique (procédés d'immunisation selon sa propre terminologie). Dès 1919, il était en effet "choqué par le fait que les marxistes et les psychanalystes étaient capables d'interpréter n'importe quel fait imaginable comme venant à l'appui de leurs théories"¹.

On peut donc estimer que la mutation actuelle des mentalités était déjà en germe dans les travaux d'Einstein. Mais elle n'eût, bien sûr, jamais atteint l'ampleur que nous lui connaissons si elle avait été le fait des seuls scientifiques.

*Il a donc fallu attendre quelques décades dans le cours de notre siècle pour que de nouvelles mentalités se cherchent dans une ambiance de "fin des illusions"², principalement après que l'échec expérimental du Marxisme soit apparu évident. Dans cet intervalle, la plupart des scientifiques ont conçu vis-à-vis de la philosophie une répulsion déclarée³ ou une indifférence insouciance.

B) Je propose qu'on envisage cette mutation des mentalités, non pas comme le basculement de l'opinion dominante d'un système de convictions philosophiques à un autre, mais comme la migration de la pensée commune d'un écosystème vers un autre, c'est-à-dire d'un terrain intellectuel et d'un climat mental vers d'autres. On retrouve dans les deux écosystèmes les mêmes acteurs jouant les mêmes rôles, mais leurs attitudes réciproques ont changé parce que leur mise en relation ne se fait plus sous le même climat. Or, dans la confusion, nous avons en quelque sorte zappé inconsciemment d'une chaîne de pensée à une autre, mettant en conflit des interlocuteurs qui n'intervenaient pas sur la même longueur d'onde, qui ne vivaient pas dans le même univers mental.

¹ Karl Popper. "La quête inachevée", Calman -Lévy 1981, Ed. Pocket, pages 53-55
Voir également : A.Verdan "Karl Popper ou la connaissance sans certitude". Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne 1991.

² J'emprunte cette expression à Christian Delacampagne : La Croix des 22-23 oct. 1995, page 15, mais cette ambiance a été maintes fois signalées précédemment dans d'autres articles ou ouvrages.

³ Ceci est affirmé notamment par Bernard d'Espagnat dans l'introduction de "Une incertaine réalité", Gauthier-Villars 1985, page 1.

L'annonce de l'Évangile a ainsi recueilli malencontreusement des querelles entre écoles de pensée auxquelles elle n'est pas liée.

C) Puisque nous devons travailler sous la menace constante du démenti expérimental, il nous faut renoncer à la quête de la certitude sans que pour autant s'affaiblisse notre ardeur à rechercher la vérité. Cette situation crée pour l'esprit un lieu intellectuel qui possède son écologie propre. Nous pouvons y prendre du recul, et regarder ceux qui nous ont précédés : nous les voyons se comporter comme des chercheurs de trésor. Ils semblent vouloir acquérir la vérité comme un objet possédable, de façon définitive et dans sa totalité. Leur conception de la vérité imprègne tout aussi bien l'expression de leur matérialisme athée ou de leur scientisme triomphaliste que leur proclamation de foi en Dieu.

C'est sous les auspices de la "vérité-trésor" que bon nombre de doctrines, de dogmes et d'idéologies ont développé leur totalitarisme. Leur mise en œuvre s'est parfois terminée en apothéose destructrice. Les traumatismes consécutifs ont provoqué des allergies durables vis-à-vis de tout dogmatisme et de toute autorité :

*Le dogmatisme parce qu'il pense démontrer la perfection de la doctrine par l'immutabilité, non seulement du fond, mais de l'expression. Il se trouve ainsi entraîné à sacraliser le langage et les institutions qui le soutiennent. Pour se protéger des exubérances parfois incongrues d'une pensée vivante, il encourage le blocage des esprits, et se complait dans une phraséologie convenue.

*L'autorité dans la mesure où elle repose sur un accaparement qui induit l'exclusion et la condamnation de tous ceux qui ne sont pas copropriétaires de la vérité, justifiant ainsi un pouvoir contraignant et totalitaire. Ces allergies sont les nôtres. Il convient d'en prendre acte. Elles ne se dissiperont pas par enchantement.

D) Le désir de posséder la vérité suppose qu' on accorde à la connaissance un pouvoir magique et qu'on reconnaisse à l'esprit humain l'aptitude à concevoir des outils de pensée et un langage à la hauteur de ce pouvoir, donc capables d'exprimer des certitudes sans imperfection, qu'il s'agisse de connaissances acquises ou révélées. Aussi, avec Michel Serres, posons nous la question : quel est donc ce "soleil divin" sous lequel les systèmes en "isme" se réconfortent, se stimulent, se consolident eux-mêmes, jusqu'à se croire autorisés à refaçonner l'homme selon ses canons?¹.

Nous avons vécu sous ce "soleil divin", et regardé passer les modes successives des systèmes en "isme".

Pendant ce temps, dès les années cinquante, l'étude des polymères inspirait aussi bien à moi-même qu'à mon entourage scientifique immédiat, une modeste

¹ Michel Serres. "Éclaircissements" Ed. Fr. Bourin 1992. Voir notamment pages 150-151.

justifiée : n'avoir expérimentalement accès qu'à des populations de molécules dont chaque individu ne peut être strictement défini, conduit à travailler sur des moyennes, c'est-à-dire dans le flou.

Aussi, notre mentalité était-elle éloignée du rêve scientifique de la connaissance rigoureuse, et s'approchait-elle de celle exprimée par Popper dans cette citation: "Lorsque nous pensons avoir trouvé une meilleure approximation de la vérité, sous la forme d'une théorie scientifique qui aura affronté la critique et les mises à l'épreuve mieux que les concurrentes, nous devons l'accepter, en tant que réalistes, comme fondement pour l'action pratique, pour la simple raison que nous ne possédons rien de meilleur ou de plus proche de la vérité. Mais, il ne faut pas pour autant la tenir pour vraie..."¹.

Au même moment, les clercs et les croyants assimilaient plus ou moins confusément mon étiquette de scientifique à celle de scientifique. A l'opposé, je souffrais de ce que l'Eglise prétendît enseigner la Vérité selon les modalités du dogmatisme qui relèvent de l'attitude idolâtre des philosophes et des scientifiques eux-même vis-à-vis de la Connaissance². Cette situation était embrouillée à souhait, et a laissé des traces.

E) Parmi ces traces, je propose qu'on relève la tendance de nombreux contemporains à situer la religion dans la même catégorie que les idéologies³. La définition de la foi selon l'ancien catéchisme⁴ encourage cette confusion en parlant de vérités au pluriel. Dans ce cadre de pensée, le problème d'évangélisation des milieux scientifiques se pose dans les termes suivants : comment peut-on enseigner les vérités de la Foi à des gens pour qui le vrai est équivalent au vérifiable par la méthode scientifique?

Pour sortir de cette impasse, il convient de se rappeler avec le cardinal Martini⁵ que "l'Évangile n'est pas une simple doctrine, ni une idéologie, mais une personne". C'est donc de fréquentation de la personne du Christ dont je parlerai dans la troisième partie de cet article.

Toutefois, on voit déjà bien que deux écueils doivent être évités :

¹ Karl Popper op.cit. page 214

² À rapprocher des réflexions rapportées par la revue "Incroyance et foi", n°73 (70 rue Falguière 75015 PARIS) : Première synthèse de l'état d'une enquête en milieu scientifique : "Solidement étayée par des preuves vérifiables et réfutables (au sens de Popper), la vérité scientifique n'en reste pas moins provisoire et toujours remise en cause par les nouvelles découvertes. Or la vérité religieuse est parfois présentée comme un "donné immuable" à prendre ou à laisser."

³ Par exemple, dans "L'éthique sans dieux", André Grjebine. Pour la Science n°202 août 1994, page 28.

⁴ Le texte de cet "acte de foi" est rapporté par D.Grésillon : "Science et foi : qui démontre qui?", Connaître n°4, juin 1995 page 43.

⁵ Cardinal Martini, "A l'écoute du coeur", Albin Michel 95 page 103.

a) que la théologie évite de s'inféoder à aucune philosophie quelle qu'elle soit, et que les clercs évitent de courir au secours de philosophies qui ont eu l'honorable mérite de procurer longtemps une infrastructure fidèle à l'expression de la Foi, mais qui ne "fonctionnent" plus aujourd'hui.

b) qu'avant de reprocher aux scientifiques de ne pas s'intéresser aux problèmes métaphysiques, on s'efforce de discerner ce qui, dans le concept de transcendance, est né sous le soleil de l'esprit souverain, et ce qui s'est réalisé sur la Croix.

Deuxième Partie : Influence de la Science sur la façon de croire.

Nous nous plaçons maintenant dans la problématique d'une rencontre entre la Science et la Foi ,pour montrer avec quel visage, sous quel aspect la science se présente à cette rencontre et par quel détour elle tient un rôle dans la façon de croire.

A) Quel aspect?

La démarche des sciences expérimentales est le prolongement de celle du nouveau-né et de l'enfant qui fait le constat de lui-même et l'inventaire de son environnement. Ces sciences poussent cette prospection jusqu'à un niveau élevé de sophistication, mais il s'agit toujours bien de prendre connaissance de la Nature telle qu'elle est, et de s'en construire des représentations.

Ce désir de connaître apparaît mis en mouvement par la volonté de vivre de façon autonome, qui est caractéristique du monde vivant. Elle conduit chaque être à s'adapter à son environnement. Dans ce cadre, la méthode positive met en œuvre l'interaction entre deux réalités: celle du chercheur et celle de la nature. Elle organise une situation d'altérité en choisissant un objet de recherche bien circonscrit, non évanescant, reproductible, non créé ni modifié par l'acte d'observation. Elle maintient ainsi une distance entre le chercheur et l'objet de sa recherche, qui est une condition essentielle de l'objectivité.

Par cette activité, pour comprendre les choses et les phénomènes, l'esprit s'approprie des "explications". On peut s'en tenir là, mais on peut aussi prêter à ces explications (qui prennent alors le nom de vérités) un pouvoir magique, selon le processus décrit dans la première partie. D'un autre côté, et indépendamment, certains philosophes peuvent s'approprier intellectuellement Dieu, en en faisant l'explication du monde. Dans ce cas seulement, il peut y avoir rencontre et choc entre la Science et la Foi sur le terrain de la Connaissance. Cette rencontre tient à une double idolâtrie.

C'est pourquoi, je proposerai en troisième partie qu'on évite de voir en Dieu une explication du monde, mais plutôt une présence au monde.

B) Quel rôle?

J'écarte ici l'idée que la science puisse fonctionner vis-à-vis de la Foi comme fournisseur de connaissances, ce qui aboutirait au concordisme et donc, au mélange des genres. C'est la science-qui-se-fait, c'est-à-dire la recherche qui intervient en contribuant à façonner une manière d'être et de penser, qui n'est pas sans conséquence sur la façon de croire. Cette éducation du chercheur par la recherche comporte de trop nombreux aspects pour être complètement évoquée. En voici seulement trois aspects.

a) L'apprentissage de la méfiance vis-à-vis de notre propre esprit.

C'est le plus souvent au cours des premières recherches que le débutant (le thésard) constate la promptitude de son propre esprit à échafauder avec complaisance ses propres systèmes et surtout, reçoit le choc du démenti expérimental. Cette expérience personnelle est pour lui décisive, et conditionne l'accueil réservé à tout ce qui se présente avec l'étiquette de vérité. Elle entraîne une pratique permanente d'autodiscipline nécessaire à la réussite des travaux de recherche.

b) La hiérarchisation des connaissances selon leur fiabilité.

Jamais rigoureusement et entièrement saisie, la vérité pour le scientifique, c'est la Nature. Elle reste sous nos yeux, et nous en espérons une approche toujours plus exacte à travers des modèles (ou théories) qui sont appréciés selon leur degré "d'objectivité"¹, c'est-à-dire selon leur aptitude à rendre compte des phénomènes observés. Pour les modèles dont l'objectivité est faible, à la limite de l'hypothèse, l'accord consensuel des scientifiques constitue un critère de crédibilité. Cette hiérarchie des connaissances rend de grands services en laissant à l'esprit une large liberté de mouvement, sous la condition que les hypothèses soient maintenues dans leur fonction, et ne soient pas assimilées abusivement à des théories. Ainsi, elles restent à la fois créatives et inoffensives, puisque, dans tous les cas, elles seront soumises au contrôle expérimental. Un réflexe parfois inconscient mais coutumier conduit à évaluer la fiabilité de toute assertion : non seulement celle des modèles et théories, mais aussi celle des observations qui nous rapportées et des doctrines qui nous sont présentées et reçoivent de ce fait souvent un accueil réservé.

c) Le respect de la règle du jeu qui exige de l'esprit qu'il se soumette aux données expérimentales.

Cette humilité n'est pas un choix de morale, elle s'impose. Mais c'est une soumission active et, en quelque sorte, une humilité conquérante: elle s'exerce souvent dans des empoignades acharnées avec la Nature, afin d'en obtenir réponse. Cette réponse n'est finement perçue que dans la décrispation de l'esprit

¹ Paul Germain, "La vérité pour le scientifique", dans "Science et foi" (colloque organisé par le journal La Croix-l'Événement le 1er février 1992), Centurion 1992 page 141.

Voir également l'ouvrage d'enseignement de Pierre Lena et Alain Blanchard "Lumières", Interéditions 1990, page 21.

vis-à-vis de ses propres préjugés, car elle est souvent inattendue et parfois paradoxale.

Ainsi, il arrive souvent que des découvertes, même modestes, se situent dans un contexte personnel de dépossession des "certitudes", parce qu'on se trouve dans un environnement inconnu, et qu'il faut se rendre capable de percevoir l'inattendu. Cette situation constitue une précieuse expérience personnelle.

Habituellement, le travail théorique permet de reclasser l'inattendu ou l'insolite dans notre esprit à l'intérieur d'un système rationnel et compréhensible. Tout rentre ainsi dans l'ordre.

La Relativité et la théorie des quanta, par contre, instaurent durablement une insatisfaction de l'esprit, en tant que systèmes rationnels mais "incompréhensibles"¹. Entendons par là que leurs formalismes mathématiques extrêmement efficaces ne peuvent être traduits en représentations issues de notre environnement familier ou, plus exactement, conformes à des règles qui en sont tirées.

Cette situation vécue par les physiciens a trouvé écho dans toute la communauté scientifique. Elle n'implique pas que la théorie soit en l'occurrence devenue un empirisme habillé de mathématiques. Mais elle rappelle qu'ordinairement notre esprit "pense en objets et que pour donner un peu de cohérence à des réalités abstraites, il introduit des objets"².

On a donc parlé "d'incertaine réalité"³: ce fut tout le débat sur le "réel en soi" (réalisme). Toutefois, ce qui me paraît particulièrement significatif pour le présent exposé, c'est qu'une théorie non explicative mais rigoureuse et efficace, soit indiscutablement préférée à toute autre théorie compréhensible mais approximative. En d'autres termes, il faut que "ça marche". Ceci n'est pas une manifestation de "pragmatisme vulgaire" mais la démonstration de l'aptitude de l'esprit à surmonter ses propres contingences. (On observera une configuration analogue dans la façon de croire, en troisième partie).

De ce qui précède, on peut dégager le portrait d'un scientifique moyen, bien campé sur des positions fortes, grâce principalement à l'organisation méthodique de "l'humilité conquérante" dont il use. Sa pratique constante d'une gymnastique de l'esprit en fait un intellectuel. Aussi, son entourage pense-t-il qu'il devrait s'intéresser à la philosophie. Le lecteur m'accordera qu'en réalité elle l'ennuie le plus souvent, car il la trouve trop incertaine.

¹ La situation n'est toutefois pas figée. Voir Roland Omnes: "Une nouvelle interprétation de la mécanique quantique", La Recherche, n° 280 oct. 1995, page 50.

² J.P. Delahaye "Le réalisme en mathématique et en physique", pour la Science n°159, janv. 1991, page 41.

³ B.d'Espagnat, op.cit. et autres ouvrages du même auteur.

Voir particulièrement le chapitre 8 page 241 de "Regards sur la matière", de B. d'Espagnat et E.Klein, Fayard 1993.

On remarque également que l'activité scientifique prend place en des domaines (cosmologie, origine de la vie, etc.) où la pensée puise des matériaux et des outils pour forger son langage et meubler son imaginaire. Mais c'est involontairement que le scientifique se trouve être fournisseur de matières premières pour la philosophie dont le débat semble se développer sur une autre planète que celle qui lui est coutumière. C'est, me semble-t-il, à partir des positions où il campe que, comme tout un chacun, il crée pour lui-même sa propre image du monde.

C'est une image professionnelle qui ménage sa liberté de créer, à laquelle il tient plus que tout. Cette liberté s'appuie sur une forte aptitude à accueillir l'inattendu, fécondée par la discipline de l'esprit et une compétence entretenue dans le cadre mouvant d'un savoir collectivement accumulé et partagé. En bref, cette liberté récapitule tout ce qui structure le chercheur et, pour avoir souvent discuté avec des scientifiques, je suis persuadé que, pour eux comme pour moi, la Science est d'abord une expérience personnelle de fécondité vécue dans une collectivité.

Je propose donc la conclusion suivante : ce n'est pas de la rencontre Science et Foi sur le terrain du savoir que nous devons nous préoccuper, mais de la rencontre du chercheur et de Jésus-Christ sur le terrain d'une vie féconde. C'est dans cette conviction qu'est rédigée la troisième partie de cet article.

Troisième partie : Manifestation de la Foi au sein de la culture scientifique.

A l'image d'une pièce de monnaie, la recherche présente deux aspects différents. Du côté pile, la connaissance objective, la méthode déductive rationnelle, la discipline expérimentale, etc. Du côté face, l'activité créatrice appuyée sur la pensée inductive et les synthèses visionnaires pour créer une dynamique de la découverte.

Bien que la vie du croyant comporte deux aspects apparentés aux précédents, les objections des incroyants portent presque toujours sur le côté pile : les préceptes, la doctrine, la morale. D'où le désir de montrer le côté face de notre foi : le dynamisme de la rencontre avec Dieu.

Les réflexions proposées ci-après, inspirées par ce désir, veulent inciter

- à un allègement substantiel des attendus qui entourent cette rencontre : il arrive que le poids de la doctrine étouffe la foi;
- à un usage maximum des textes bibliques : les expressions de pensées élaborées dans des écosystèmes intellectuels différents causent trop de méprises dans les échanges avec l'Église instituée. Dans ce dialogue le langage narratif ou symbolique de la Bible est notre espéranto.

A) Voir et rencontrer.

I- N'alourdissons pas l'image de Dieu avec nos théories laborieuses.

Il n'y a pas de position intermédiaire entre croire et ne pas croire en Dieu. Dès lors que l'on croit en lui, il n'y a pas d'autre attitude possible que de l'accueillir comme une réalité. Sur quoi alors peut-on gloser?

Dieu n'est pas un modèle explicatif destiné à rendre compte de certaines lacunes de notre savoir. Il n'est pas une hypothèse "ad hoc" servant à "immuniser" quelques théories sur l'homme ou sur l'univers.

Dieu existe et est présent. La foi ne prend pas ses assises dans une construction de l'esprit, mais surgit quand l'homme prend conscience de son destin au contact des réalités de la vie.

La théologie fondatrice s'exprime en particulier dans l'épisode de Moïse au Sinaï. Il professe un Dieu qu'il est interdit de se représenter, et dont on connaît bien peu de choses. La foi en ce Dieu est un aveu fondamental de nos limites humaines, notamment celles de notre pouvoir de connaître.

Au même moment, les tables de la Loi focalisent l'attention sur la vie et comment vivre. Aussi, c'est dans le concret de la vie que s'établit une relation entre l'homme et Dieu, et le croyant reconnaît précisément que Dieu lui parle dans et par la vie.

Urs von Balthasar écrit¹ : "Les philosophes s'efforcent d'entrevoir un fragment de l'essence divine et de formuler ce qu'ils ont vu. Israël ne fait pas de philosophie. Il ne cherche pas à saisir Dieu, il a toujours été saisi par lui".

Quiconque emprunte la voie philosophique pour atteindre Dieu, ne peut éviter de s'appuyer sur une infrastructure de concepts qui se trouvent ainsi placés en amont de la foi, et promus au rang de support préalable et nécessaire. Pour suivre cette voie, obligation est donc faite d'assimiler cette infrastructure en y accordant foi.

Je livre ici ma réaction personnelle : je ressens cette obligation non pas comme une simple aide culturelle, mais comme une sorte de circoncision imposée à quiconque veut entrer dans le cercle des croyants instruits. Tout discours issu d'une symbiose de la foi et d'éléments philosophiques périssables m'apparaît inacceptable. Je mets ma confiance dans la théologie hébraïque, parce qu'elle s'est élaborée en transcendant une expérience empirique séculaire, et qu'elle a été écrite avec la sueur, les larmes et le sang d'un peuple.

2- Laissons Jésus-Christ nous parler.

Saint Pierre écrit (2P 1,16) : "En effet, ce n'est pas en nous mettant à la traîne de fables sophistiquées que nous avons fait connaître la venue puissante de notre Seigneur Jésus-Christ, mais pour l'avoir vu de nos yeux dans tout son éclat".

Oui, la foi naît de la rencontre avec la personne de Jésus-Christ. C'est le témoignage qu'il me semble le plus important d'exprimer dans cet article.

- Dans cette expression, il faut justifier l'emploi du mot "rencontre" : la vérité du Christ doit être accueillie dans la liberté. Il faut donc qu'il y ait

¹ Urs von Balthasar, "Les grands textes sur le Christ", Desclée 1991, page 94.

"regard" pour le connaître, et que se produise l'événement créateur qui transforme la connaissance en amour. Cette mutation est la marque d'un choix libre qui engage notre personne.

Les témoignages expriment le regard des autres et colportent leur propre problématique. Le discours doctrinal se doit d'être impersonnel. Il est porteur du langage particulier d'une culture. L'un et l'autre sont nécessaires, mais ne peuvent remplacer le regard personnel de chacun sur Jésus-Christ observé dans les contingences de l'histoire. Ce regard nous permet d'utiliser notre propre expérience de la vie, pour saisir de façon concrète la signification des actes, des paroles et le comportement du Christ rapportés par les témoins les plus proches de sa vie.

- Jésus-Christ est pour celui qui le rencontre, une référence extérieure à lui-même, stable, non modifiable au gré de sa subjectivité. Lorsque nous portons notre regard sur sa personne, un nouvel aspect de son comportement ou de son message nous apparaît, que nous n'avions encore pas aperçu, et sur lequel les circonstances de la vie nous ouvrent les yeux. C'est pourquoi, nous pouvons sans romantisme parler d'interaction ou encore de relation.

Les problèmes de la vie se situent dans un champ d'expériences non reproductibles. Nous devons prendre nos décisions à l'estime. Le Christ n'apporte pas de solution. Il se propose pour nous accompagner dans notre recherche parce qu'il est notre semblable.

Mais l'authenticité de notre relation à lui est attestée par la qualité de nos actes, ce qui coupe court à toute fabulation.

B) Ne pas craindre le mystère

Penseurs et théologiens tentent depuis toujours de rendre accessible le mystère de Dieu, et de créer une structure rationnelle et documentée sur laquelle la pensée des croyants puisse s'appuyer. Divers conférences et ouvrages ont récemment exprimé la difficulté d'effectuer actuellement un tel travail à destination des scientifiques.¹

Cela n'est pas étonnant (voir la deuxième partie ci-avant), mais une théologie concise, rigoureuse et visionnaire comme celle de l'évangéliste Saint Jean devrait quand même retenir l'attention. Car plus on veut expliquer, moins on est compris. Souvent, les conférenciers me sont apparus à l'image d'un professeur de physique qui chercherait à enseigner la théorie de la relativité générale, en restant fidèle à la géométrie d'Euclide : plus l'entreprise paraissait hasardeuse, plus l'instrument didactique défailant était poussé vers un haut sommet de sophistication.

¹ Ceci était perceptible, par exemple, lors des conférences "Science et foi, ancien problème, attitude nouvelle", (14 oct.- 16 déc. 1992), Centre Sèvres, Paris. Voir également les tentatives présentées dans "Science et foi font système", de P.Bühler et C.Karakash, Labor et Fides 1992.

Ainsi, dès que l'instrument philosophique utilisé à titre didactique est impuissant à prendre la mesure des choses de l'éternité, le discours proposé n'entraîne plus la conviction, mais plutôt la méfiance. Ce discours semble en effet créé pour rassurer et apprivoiser la réalité transcendante de Dieu, tandis que le professeur apparaît vouloir imposer à Dieu sa propre conception de la vraisemblance.

En effet, cela a déjà été dit dans la deuxième partie, le scientifique préfère un aveu d'ignorance à une explication approximative. Proclamons donc Jésus-Christ ressuscité, sans préambule, comme paradoxe initial qui dérange notre logique coutumière.

L'adhésion de la raison résultera de l'éclairage qui en résulte, associant la vie, la pensée, l'affectivité, le psychisme, l'univers entier dans une vue cohérente et rigoureuse qui restitue l'homme dans son unité.

Prenons, par exemple, le paradoxe de notre liberté qui reste entière, alors que nous devons tout à notre créateur à chaque instant. Les représentations tirées de la vie courante prennent racine dans la logique contraignante des causes produisant des effets. Or, dans ce cas, le don de Dieu demeure, bien que le lien causal soit rompu. Cette rupture n'est pas expliquée, mais concrétisée en Jésus-Christ qui meurt et resurgit au matin de Pâques comme source de vie et de liberté. Dès lors, nous allons au devant du don de Dieu dans l'eucharistie en l'absorbant comme nourriture dont nous faisons notre propre substance. Cette situation est cohérente, et il nous appartient plus généralement de témoigner que "la foi, ça marche".

Lorsqu'il rencontre des croyants, John R. Searle se dit convaincu que "ou bien ils n'ont pas entendu les nouvelles, ou bien ils sont sous l'emprise de la foi" et "qu'il faut séparer leur esprit en compartiments distincts pour croire en de telles choses"¹. Cet auteur peut très bien enquêter pour juger si nous avons entendu les nouvelles. Par contre c'est à nous qu'il appartient de témoigner que nous ne séparons pas notre esprit en compartiments.

Je ne propose pas de conclusion à ces réflexions, car elles ne sont pas abouties. Il est par contre possible de faire le point en partant de quelques constatations.

La Science et l'Église ont la préoccupation commune de barrer la route à l'erreur, aux fantasmes intellectuels, au charlatanisme qui se présentent sous couvert scientifique ou philosophique. Elles s'accordent également pour juger les doctrines et les théories d'après leurs résultats.

L'Église établit sa ligne de défense sur l'expression de la révélation. Elle a instauré une autorité qui veille sur une frontière établie par la tradition, qui se rompt périodiquement et se reconstitue en deçà de sa position antérieure.

La science, de son côté, établit sa ligne de défense dans sa démarche qui s'appuie à la fois sur une méthode et l'intervention du gendarme expérimental. Ce système efficace paralyse malheureusement beaucoup de

¹ John R. Searle "La redécouverte de l'esprit", Gallimard NRF Essais 1995, page 134.

scientifiques quand il s'agit de prendre connaissance de la réalité de Dieu et de la vraie nature du Christ.

Dans cette situation, les antagonismes naissent de la méfiance mais, dès que la passion de la vérité se traduit dans une action de recherche, le croyant scientifique n'est aucunement tiraillé entre des sollicitations contraires. Je suis, en effet, convaincu que la recherche scientifique n'impose à l'esprit aucune autre disposition que de s'adapter à la "règle du jeu" de la vie. Cette règle impose en résumé trois dispositions d'esprit dans lesquelles la foi se trouve à l'aise :

- admettre les choses et les êtres qui nous entourent tels qu'ils sont;
- conquérir la liberté créatrice par acquisition de compétence et soumission à une discipline;
- conserver l'esprit ouvert, attentif et disponible (ce qui, dans l'ordre intellectuel, est l'équivalent de l'esprit de pauvreté).

Cette disponibilité de l'esprit est aussi celle du croyant lorsque, dans sa prière, il se place devant Dieu : la foi qu'il exprime alors est une ignorance avouée qui débouche sur l'adoration, et induit une énergie en direction d'une vie bonne. Dans cette situation, la raison ne fonctionne pas comme un instrument qui rassure, mais qui s'efforce de prendre la mesure de la démesure de Dieu.

On se trouve ainsi fort éloigné des préoccupations apologétiques qui assignent à la raison le rôle d'appriivoiser la réalité transcendante de Dieu. Elles conduisent à élaborer autour de la foi un matelas idéologique peu convaincant qui impose, non seulement les conceptions de la vraisemblance de ses auteurs, mais aussi les limites de leur intelligence.

J'ai donc proposé une image du scientifique plus contemplatif que raisonneur, et foncièrement désireux de réussir une authentique fécondité. Un défi permanent reste à relever : la nature n'a pas fini de nous surprendre et, par conséquent, son Créateur aussi. Cela doit conditionner l'attitude du croyant : celle de l'humilité conquérante porteuse de liberté créatrice, telle qu'elle a été décrite ci-avant pour caractériser la recherche.

Je souhaite que ces diverses réflexions en suscitent d'autres, et contribuent à alimenter des échanges. Dans cet objectif, je confie ces notes au groupe " Foi et culture scientifique" de Gif, qui a bien voulu m'accueillir parmi ses membres.

Réaction de Jean Leroy

Cher Roger,

Vous avez, à la fin de votre article, exprimé le souhait que vos réflexions suscitent un écho. Voici donc mes réactions à vos propos.

Je suis bien d'accord que la foi est avant tout une relation de confiance avec quelqu'un. Cependant cette relation non sensible n'est compréhensible que par ceux qui ont fait une expérience semblable. D'ailleurs la "rencontre" avec Dieu prend des formes différentes selon les individus; pour certains il peut s'agir d'une illumination brusque, genre chemin de Damas, mais plus généralement il s'agit d'une prise de conscience progressive, ou même à travers des crises de doute. Dans ce cheminement, particulier à chacun, le rôle de la communauté chrétienne est souvent primordial; et c'est là qu'intervient la lecture en commun des textes fondateurs et la réflexion qui en découle. Et l'on voit bien que la communauté chrétienne a besoin d'une certaine formulation de ce qu'est cette présence invisible du Christ parmi nous; il lui faut dire qui est ce Christ à la fois homme et Dieu, lequel est lui-même Père, Fils et Esprit. Une certaine théologie est donc nécessaire.

Par ailleurs, je trouve que vous êtes trop sévère vis-à-vis de la philosophie. Vous dites : "L'adhésion de la raison résultera de l'éclairage associant la vie, la pensée, l'affectivité, le psychisme, l'univers entier dans une vue cohérente et rigoureuse qui restitue l'homme dans son unité". Mais cette synthèse cohérente et rigoureuse qui restitue l'homme dans son unité, n'est-ce pas justement une philosophie? Pour exprimer notre foi par le langage, il nous faut utiliser des mots qui véhiculent des concepts issus soit de notre expérience ordinaire soit d'une synthèse philosophique adaptée à une culture particulière. En utilisant les concepts d'une philosophie bien construite on peut espérer éviter les incohérences et les ambiguïtés qui sont liées aux langues naturelles. Une théologie solide doit donc utiliser une base philosophique adéquate. Les concepts utilisés ne sont pas un préalable à la foi, mais un outillage pour en donner une certaine expression, laquelle restera toujours imparfaite et située culturellement. La citation de Urs von Balthasar que vous faites peut prêter à confusion en dehors de son contexte. Ce qu'il critique c'est la démarche de la philosophie d'une certaine époque visant à prouver l'existence de Dieu par la seule raison. Cette apologétique était encore enseignée peu avant le concile Vatican II, les arguments tournaient autour du principe de causalité dont on sait aujourd'hui la portée limitée. De plus, l'identification du Dieu cause première avec le Dieu Père, Fils et Esprit apparaissait assez arbitraire. Aujourd'hui cette démarche est complètement abandonnée.

Mais peut-on se borner, comme vous le suggérez, à la théologie hébraïque? Elle est apparue dans un monde culturel vraiment différent du nôtre, et de plus, on voit bien que la perception de Dieu en Israël a sensiblement

évolué au cours de l'histoire de ce peuple. Le Seigneur est certes toujours celui auquel on doit se fier pour assurer son salut, mais quel salut? Au départ, il s'agit de triompher des ennemis qui entourent Israël. Mais, même si, au fil des siècles, la notion de salut devient plus personnelle, il reste qu'au moment où Jésus apparaît, les Juifs attendent un Messie qui libèrera Israël du joug romain. Jean-Baptiste lui-même prêche la venue imminente d'un messie justicier, et il est très déconcerté par l'attitude de Jésus; il lui envoie ses disciples lui demander : "Es-tu celui qui doit venir ou devons-nous en attendre un autre?". En effet, le visage de Dieu présenté par Jésus qui refuse tout pouvoir de contrainte, est tellement inattendu que personne ne le comprend vraiment, les disciples eux mêmes ne comprendront qu'à la Pentecôte. L'idée que Dieu puisse se faire homme est considérée comme blasphématoire et est la cause de la condamnation de Jésus. La révélation en Christ est donc un tournant majeur dans l'histoire de la révélation.

Ces simples remarques montrent qu'une interprétation globale du message est indispensable, et d'ailleurs elle s'est poursuivie tout au long de l'histoire de l'Église, à partir des textes fondateurs qui sont la Bible, les Évangiles et les autres écrits attribués à Paul et aux apôtres. La formulation de la confession de foi par le concile de Nicée-Constantinople est sans doute une avancée très importante de cette interprétation, mais il nous faut aujourd'hui réinterpréter cette formulation à cause de la distance culturelle qui nous sépare de cette époque. Ce travail d'interprétation, qui n'est jamais terminé car le mystère de Dieu est inépuisable, incombe principalement aux théologiens, mais pour que leur travail soit fructueux il leur faut maintenir un dialogue avec les différents acteurs de la culture moderne, y compris les scientifiques.

On ne peut quitter ce sujet sans évoquer le rôle régulateur du magistère de l'Église. Tout d'abord il convient de distinguer le dogme, qui n'est rien d'autre qu'une interprétation de la révélation contenue dans les textes fondateurs, et le dogmatisme qui est une attitude de blocage contre tout effort de renouvellement de l'interprétation. Dans le langage employé aujourd'hui par le magistère romain, on peut percevoir deux tonalités différentes, comme l'a montré Philippe Auroy dans son analyse des textes pontificaux relatifs à la science¹. L'une se situe dans la ligne de Vatican I et se présente comme la défense de la citadelle de la Vérité ou du dépôt de la foi. L'autre, plus dans la ligne de Vatican II, montre une ouverture à une expression de la foi différente et qui intégrerait les apports de la culture actuelle, en particulier scientifique. Il semble que nous sommes à la charnière de deux époques, mais les évolutions prennent du temps, car d'une part l'Église est comme une vieille dame austère qui parle à un public très divers, ce qui n'est pas facile, et qui d'autre part n'aime pas reconnaître qu'elle a pu se tromper.

J.Leroy

¹ "Rome et la science au temps de Jean-Paul II. Lectures de textes par un scientifique", P. Auroy, *Connaissance* n°3, décembre 1994.

À propos d'histoire des sciences

Philippe Auroy

De même que l'homme est le fruit d'une évolution dont on peut reconstituer le scénario depuis les origines¹, de même les sciences ont une histoire. Combien de fois n'a-t-on pas raconté cette aventure? Ses événements prodigieux, pleins de rebondissements, ses luttes féroces et ses héros? Nous connaissons tous quelques uns de ces personnages historiques (Archimède, Euclide, Léonard de Vinci, Galilée, Pascal, Newton, Einstein, Pierre et Marie Curie...) qui ont contribué de manière décisive à la science. Et partant de là, il ne paraît pas insurmontable d'établir une chronologie de ce développement scientifique et technologique. Il suffirait d'ordonner selon l'axe des temps les découvertes et les inventions qui ont été décisives pour l'histoire des sciences. Et toutes les théories actuelles (comme celles sur la cosmogénèse ou sur l'évolution du monde vivant) pourraient être placées provisoirement au bout de la flèche, car elles sont redevables sous une forme ou sous une autre de ces découvertes passées. À leur tour, les théories et les inventions modernes, soumises à l'épreuve du temps et de la critique, subiront à leur tour une sélection qui ne laissera d'elles que les plus importantes, celles qui apparaîtront rétrospectivement comme décisives pour l'histoire des sciences.

Cette présentation est très classique. Elle a le mérite de rappeler à la mémoire quelques découvertes importantes, de resituer l'histoire des sciences par rapport à l'histoire générale des peuples et des civilisations et par là, de donner une vue d'ensemble de cette aventure scientifique. Mais cette chronologie n'est pas une histoire des sciences, loin s'en faut. Elle n'en est qu'une présentation particulière, forcément réductrice. Et vouloir s'en tenir à ce seul schéma risquerait d'induire une vision déformée et simpliste de l'histoire des sciences. En effet un tel schéma chronologique suppose déjà que l'on ait su dresser un inventaire des découvertes significatives; si cette entreprise ne paraît pas trop difficile pour les temps modernes, elle est beaucoup plus ardue quand on remonte vers l'antiquité. Non seulement les dates se font imprécises, les sources et les éléments tangibles deviennent plus rares, mais c'est la notion de "scientifique" qui se brouille par la même occasion².

¹ Même si ce scénario est bien schématisé et présente de nombreuses lacunes!

² On peut se reporter à la belle discussion de la "scientificité" de F. Russo, in "Libres propos sur l'histoire des sciences", Ed. Albert Blanchard, Paris, 1995, p.61-74

Pour autant que cet inventaire ait été effectué, il reste la sélection à opérer. Se pose alors la question des critères : qu'est-ce qui fait qu'une invention ou une découverte sera considérée comme importante alors qu'une autre (et c'est la majorité d'entre elles) sera ignorée? On peut être tenté de répondre à cette question en invoquant "l'avancement" des sciences. Seul, ce qui a eu un impact significatif sur le cours du développement scientifique, sera retenu. Par exemple, Newton mérite d'être distingué car entre autres, il a jeté les bases de la mécanique classique sur lesquelles repose notre compréhension du mouvement¹, de la vitesse et de l'accélération d'un mobile, ou encore du mouvement d'un satellite autour de la terre ou des planètes autour du soleil.

Cependant, cet argument de l'avancement des sciences ne fait que déplacer le problème. Il ne résout pas la question du critère de sélection car il présuppose en fait une vision linéaire du progrès scientifique, qui n'a pas grand chose à voir avec l'histoire des sciences. Nulle ligne droite ne peut y être décelée, même dans les temps modernes. Si on voulait tracer un arbre généalogique des découvertes scientifiques, on s'apercevrait bien vite de la difficulté de l'opération, tant cet arbre serait ramifié. Le plan d'une page blanche n'y suffirait pas, tant les filiations sont complexes et multiples. Il faudrait au moins dresser cet arbre en trois dimensions. Et même ainsi, on aurait du mal à rendre compte des différences de rythme qui ont pu animer le développement de chacun de ces rameaux². Certains³ utilisent la belle métaphore des ruisseaux, rivières et fleuves (tout en lui reconnaissant ses limites). Mais c'est déjà réduire le cours des événements scientifiques à une inexorable fuite en avant, ne laissant comme seule alternative que le surplace, la stagnation. Or, on ne manque pas d'exemples de retour en arrière, d'erreurs néfastes : Marcelin Berthelot, malgré la fascination teintée de romantisme qu'il continue parfois de susciter, est maintenant tenu comme l'un des principaux responsables du désastre qu'a connu la chimie en France, au tournant du 20^{ème} siècle⁴. Cette responsabilité lui incombe, car en dépit de ses succès en synthèse organique, il a exercé une telle influence sur sa discipline⁵ qu'il a pu imposer des théories fausses et des expériences truquées comme autant de résultats indiscutables. La

¹ Du moins, pour des objets pas trop petits (qui relèvent alors de la mécanique quantique) et ne se déplaçant pas à des vitesses comparables à celle de la lumière (pour ne pas devoir prendre en compte les effets relativistes).

² Et qui continue de le faire.

³ M. Serres, "Éléments d'histoire des sciences", Bordas, 1989. (Préface)

⁴ J. Jacques, "Berthelot. Autopsie d'un mythe", Belin, 1987.

⁵ Et même au delà, en particulier en histoire des sciences et en physique. La physique en France a d'ailleurs connu un sort assez comparable à celui de la chimie à la même époque, même si les raisons en sont plus complexes. Cf. D. Pestre, "La physique en France de 1900 à 1939".

chimie en France, et la physique, à un degré moindre, mettront plus de cinquante ans à se remettre de cet épisode catastrophique. Cependant on peut rendre compte du rôle de Marcelin Berthelot et comprendre pourquoi ses erreurs ont pu perdurer aussi longtemps, à condition de se replacer dans le cadre des luttes politiques et idéologiques, et plus généralement dans le contexte culturel, de l'époque (cf. Annexe).

C'est précisément l'objet de l'histoire des sciences que de mettre au jour toutes ces relations entre le monde scientifique et technologique, matrice des découvertes et inventions, et le tissu social, politique et culturel plus vaste. Il n'y a point de Science pure, chimère éthérée flottant dans les brumes de l'Esprit et qui contiendrait en elle-même les principes de son propre développement. L'idée que les inventions et les découvertes s'enchaînent les unes aux autres, dans un ordre logique, conforme à un schéma rationnel, n'est qu'une reconstruction mentale a posteriori. Bien entendu, le savoir acquis, les connaissances du passé, servent aussi à l'émergence des découvertes du présent et du futur. Mais il ne s'agit là que d'une des déterminations multiples, et pas nécessairement la plus essentielle, qui concourent au développement scientifique. Et ce qu'on appelle "progrès scientifique" n'est qu'un indice, à la manière du niveau des prix. Il a ceci de particulier qu'il ne peut que monter (ou rester stable à la rigueur)¹. Mais il n'est qu'un outil d'analyse à la disposition des historiens. Et pas plus que l'histoire générale ne se réduit au seul niveau des prix, pas plus l'histoire de la science ne peut-elle être confondue avec la seule variation temporelle du progrès scientifique.

Or il se trouve qu'une certaine tradition culturelle, en particulier en France, a souvent entraîné les uns et les autres, qu'ils soient scientifiques, philosophes ou historiens, à exagérer le rôle et l'importance des concepts, en leur attribuant entre autres une vertu principale². Des concepts découlerait toute chose. Il ne s'agit pas de nier la place qui revient aux idées dans l'émergence de la nouveauté, et en particulier dans les processus de révolution scientifique³ mais il ne faut pas sous-estimer les autres dimensions plus factuelles, plus concrètes, qui prennent en compte les facteurs politiques, techniques, socio-économiques, religieux, géographiques... et même le hasard!

¹ Car il n'agrège que les découvertes avérées et pas les (innombrables) théories fausses.

² Parmi les scientifiques, on peut citer en particulier L. de Broglie, qui a suscité toute une "école de pensée", à défaut d'une école de physiciens, qui reprenait les idées du Maître (par exemple, la dualité onde-corpuscule) pour les appliquer à tous les champs de l'observation. Cette dérive verbeuse fut assez stérile. Plus près de nous, R. Thom ou I. Prigogine ont aussi, peu ou prou, succombé à cette tentation de systématiser sous la forme de concepts très généraux des théories scientifiques somme toute très spécialisées.

³ T. Kuhn, "La structure des révolutions scientifiques", Flammarion, Coll. Champs, Paris, 1983

Si donc on ne peut évacuer les dimensions contingentes des sciences, sous peine de les dénaturer et d'en faire des concepts inopérants, il faut aussi reconnaître à l'histoire des sciences, en tant que discipline, une part de subjectivité, même si elle prétend, à juste titre, au statut de scientifique. Découvrir l'Histoire, se pencher sur le passé, c'est toujours un peu se comprendre au présent. Dans le choix d'une méthode particulière, alors qu'elles sont plurielles, dans l'accentuation de tel épisode plutôt que de tel autre, dans l'interprétation des événements et des phénomènes, c'est la personnalité de l'historien (du scientifique) qui transparaît. Bien entendu, le fruit de son travail parvient à une certaine objectivité. Mais avant qu'il ne se fonde au socle commun du savoir acquis, il faut comme un processus de sédimentation. Il en est de même pour toute connaissance scientifique. Et c'est aussi l'objet de l'histoire des sciences que de mettre à jour et d'étudier les étapes par lesquelles passe une invention ou une théorie nouvelle avant que de s'agréger au patrimoine culturel de l'humanité.

Ce processus de sédimentation traverse toute la société, en particulier par le biais de l'enseignement dont les programmes évoluent régulièrement, dans le fond et dans la forme, afin de mieux tenir compte des dernières découvertes et des progrès accomplis aussi bien dans les sciences de la nature que dans celles de l'éducation. Ce travail de réforme permanente des programmes scolaires et universitaires est la trace qu'ils se situent en perpétuelle tension entre le front mouvementé de la nouveauté et le socle du savoir acquis, de la culture, qui semble en comparaison immuable. Sans cette tension essentielle, il n'y a point d'assimilation possible. Toute la difficulté est alors de savoir doser cette tension, suivant les niveaux et les rythmes scolaires. D'autres moyens contribuent aussi à ce processus de sédimentation par lequel une découverte scientifique passe dans le domaine de la culture : les ouvrages de vulgarisation, surtout lorsqu'ils sont écrits avec talent, le cinéma et la télévision, les journaux...

Au cours de ce processus (qui demande du temps!), une découverte scientifique se transforme ou plus exactement, aux faits bruts, à la connaissance objective, viennent se superposer¹ comme des strates, une foule de représentations, de figurations, voire d'images d'Épinal, qui correspondent à autant de façons dont cette avancée des sciences est reçue². Ce processus de réception ne fait pas perdre son objectivité à la connaissance scientifique; elle en gagne même souvent car le crible de la communauté scientifique permet de dégager l'essentiel de ce qui semble a posteriori relever plus des circonstances ou du contexte culturel³. Mais ce qu'elle acquiert surtout au cours de ce

¹ Sans s'y substituer

² On le perçoit déjà à travers le mot même de "découverte". Ce qualificatif a une utilisation très fugitive et ne reste pas attaché longtemps à une invention.

³ Dont nous avons souligné l'importance. Nous y reviendrons par la suite.

processus de sédimentation, c'est une dimension d'universalité, car sous ses avatars divers que nous venons d'évoquer, elle diffuse au-delà du cercle restreint du monde scientifique pour s'intégrer petit à petit au patrimoine culturel, commun à toute l'humanité.

Enfin, rappelons qu'il faut garder à l'esprit que les sciences ont une histoire. Cela ne signifie pas qu'on doive nécessairement s'adonner à des études savantes et qu'une érudition dans le domaine de l'histoire des sciences est indispensable. C'est plus une question de sensibilité : percevoir que les sciences et les techniques d'aujourd'hui ne sont pas issues de rien, qu'elles signifient plus que leur froide objectivité ne le laisserait supposer, non seulement correspond à un souci de la vérité, mais surtout laisse ouverte la possibilité de prendre du recul par rapport à ces mêmes sciences et techniques. Cela permet d'instaurer un dialogue avec le passé par lequel l'homme et la société d'aujourd'hui se découvrent, se constituent et préparent l'avenir.

Annexe : *Marcelin Berthelot, vu par Jean Jacques, in "Berthelot. Autopsie d'un mythe", Belin, Paris, 1987*

Jean Jacques nous présente M. Berthelot comme "un saint laïc" : en cette fin du 19^{ème} siècle, la République avait besoin d'exhiber une figure héroïque, symbole de ses valeurs et de son idéologie, face aux Bernadette de Lourdes, Thérèse de Lisieux et autre Jeanne d'Arc que ne manquaient pas de vénérer ostensiblement les milieux cléricaux. Il fallait un personnage qui incarnerait l'idéal "républicain" et qui serait capable de tenir tête à l'autre camp dans le combat idéologique d'alors. Non sans complaisance, Berthelot se prêta à ce jeu et la République lui en sut gré par les honneurs qu'elle lui prodigua et les responsabilités qu'elle lui confia. Berthelot fut entre autres, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, Ministre de l'Instruction Publique et Ministre des Affaires Étrangères. Et c'est grâce à ces hautes fonctions que Marcelin Berthelot put exercer une profonde et durable activité sur les sciences et leur enseignement, en particulier sur la chimie en France.

On connaît l'aversion de Marcelin Berthelot pour les atomes. Pour discuter des réactions chimiques, Berthelot utilisait la théories des équivalents, c'est-à-dire qu'il se représentait un corps donné, non par la succession des atomes qui le composent, tel que nous le comprenons aujourd'hui, mais par l'enchaînement des «générateurs» dont il dérive, c'est-à-dire des produits dont la combinaison a conduit à sa formation¹. Il désignait ainsi le benzène (que nous écrivons C₆H₆) par (C₂H₂)(C₂H₂)(C₂H₂) après qu'il eut montré qu'on pouvait

¹ Jean Jacques, "Berthelot. Autopsie d'un mythe", Belin, Paris, 1987, p.74

obtenir celui-ci à partir de l'acétylène (C₂H₂). Évidemment, cette théorie, qui ne tenait que parce que Marcelin Berthelot n'avait envisagé que des synthèses très simples, ne pouvait en rien aider à la compréhension (et au développement) de la chimie, bien au contraire. Sous l'influence de Marcelin Berthelot, elle contribua à stériliser la créativité française dans le domaine et c'est ailleurs, en Allemagne en particulier, que la chimie se développa.

Pourquoi Marcelin Berthelot ne voulait-il pas entendre parler des atomes? Pour lui, "ce sont des théories de langage et non des théories de faits". Ces conceptions "enlèvent aux phénomènes tout caractère réel, et substituent à leur exposition véritable une suite de considérations symboliques sur lesquelles l'esprit s'exerce avec plus de facilité que sur les réalités proprement dites. Les prétentions et les effets de semblables théories ne sont point sans analogie avec ces machines syllogistiques inventées au Moyen Âge, dans le but de ramener toutes les questions et tous les problèmes à un certain nombre de catégories logiques, déterminées d'avance : d'où résultait d'une manière nécessaire leur solution rationnelle"¹. L'allusion est ici claire : ces atomes ouvriraient la porte à des considérations philosophiques que l'Église aurait vite fait de récupérer dans le cadre d'un néothomisme. À l'un de ses collègues qui l'interrogeait sur les raisons de son aversion pour les atomes, il répondit encore plus explicitement : "je ne veux pas voir la chimie dégénérer en religion. Je ne veux pas que l'on croie à l'existence réelle des atomes comme les chrétiens croient à la présence réelle de Jésus-Christ dans l'hostie consacrée."²

L'anti-atomisme de Marcelin Berthelot s'explique donc par son aversion pour la théorie et la spéculation intellectuelle (mises sur le compte des gens d'Église). Mais bien plus encore, il résulte de l'importance exagérée qu'il accorde à la synthèse organique. Marcelin Berthelot lui attribue en effet une vertu philosophique : la synthèse organique permet de montrer la puissance démiurgique de la science. Mais surtout, elle vient ruiner le concept de "force vitale", cher à beaucoup d'esprits religieux. Marcelin Berthelot a montré en effet qu'il est possible de synthétiser des molécules (des "corps") dont les vitalistes pensaient que seuls les organismes vivants pouvaient les produire et qu'ils de vaient donc receler une certaine "force vitale", irréductible à toute matière, trace du Créateur. Nul mieux que Michelet n'a souligné les enjeux de ce débat :

"Voilà un caractère tout particulier de ce siècle. Non content d'observer, il crée, nous cinglons triomphalement dans un océan tout nouveau, les sciences de création. Nous avons créé des machines et des forces (la vapeur),

¹ Marcelin Berthelot, "La Chimie organique fondée sur la synthèse", cité par J. Jacques, op. cit. p.75

² Ibid. p.205. Il est assez cocasse de voir que les atomes et la transsubstantiation se retrouvent une fois de plus liés pour jeter l'anathème, mais cette fois-ci l'Inquisiteur se nomme Berthelot.

nous avons créé des machines et des forces (la vapeur), nous avons créé des terrains par la science des engrais, créé des espèces, des races animales et végétales. Mais le minéral résistait, c'était là notre limite, disait-on, et jamais de là on ne pourrait tirer la vie. C'était le domaine immuable et réservé de la mort. Erreur, la barrière est tombée!

Quand la chimie tira de l'herbe un élément animal, on recula d'étonnement. Mais voici que les minéraux, que les pierres s'animalisent. Elles ont dormi suffisamment. On a trouvé que ces dormeuses contiennent l'universel ferment, l'ivresse de la nature. De la pierre jaillit l'alcool¹.

Fermentation, électricité, magnétisme, étranges puissances qui rapprochent les deux états de vie et de prétendue mort, créent des états intermédiaires, un pont qui va de l'une à l'autre. Du minéral fermenté sort le sucre gélatineux, notre élément animal. La fleur de vie elle-même, le lait coule du sein de la nature qu'on disait inorganique. C'est maintenant qu'on peut dire : tout est vivant, ou tout doit l'être. L'inerte, le négatif disparaît, n'est plus qu'un mot... Ô mort, où est ta victoire?"²

L'emphase boursoufflée de ce texte n'est qu'un fruit mineur de l'aveuglement idéologique des laïcards comme des cléricaux. Bien plus graves furent les conséquences des orientations que Marcelin Berthelot fit prendre à la chimie en France au nom du même aveuglement.

¹ Marcelin Berthelot fut l'un des premiers à réaliser la synthèse de l'alcool à partir d'éthylène.

² Cité par Jean Jacques, op. cit. p.78. Il est surprenant que Jean Jacques n'ait pas relevé dans la chute "*Ô mort, où est ta victoire?*" une référence explicite à une épître de St Paul (1 Co 15 58). Peut-être faut-il voir dans cette omission une coquetterie d'agnostique?

Célébrer dix ans de « Science et Foi » (suite)

Dans le numéro précédent de Connaître, nous vous avons indiqué que le groupe à l'origine de l'association "Foi et Culture Scientifique" avait fêté les dix ans de son existence à Gif-sur-Yvette. Voulant associer le plus grand nombre à cet événement, les membres de l'association ont aussi animé une célébration dominicale à la paroisse St-Martin-St-Laurent d'Orsay, le dimanche 14 Mai 1995, au cours de laquelle ils ont pu rendre grâce de ces dix ans de travail, d'écoute mutuelle et de partage. La ville d'Orsay est toute proche de Gif; elle accueille plusieurs établissements d'enseignement et de recherche célèbres, dont l'Université de Paris-Sud.

L'homélie a été prononcée par Antoine Obellianne, diacre et ingénieur géologue, membre de l'association "Foi et Culture Scientifique".

Si par curiosité vous avez lu ce texte d'évangile dans Saint Jean au chapitre 13, vous avez peut-être remarqué que dans la version liturgique que nous venons de lire, il y a un demi verset qui a été enlevé, la fin du verset 33 qui commence ainsi : "mes petits enfants, je suis encore avec vous mais pour peu de temps" et se poursuit par : "vous me chercherez et là où je suis vous ne pouvez pas me suivre". Cette phrase énigmatique a été supprimée de l'évangile proclamé. C'est elle justement qui m'a inspiré pour préparer cette homélie.

En effet quand le Fils dit "là où je suis vous ne pouvez pas me suivre" il ne fait pas référence à un lieu à atteindre, mais à la profondeur à laquelle il se situe dans l'univers, dans le cosmos, au niveau d'intensité de ses relations avec la création, dont nous ne pouvons pas avoir immédiatement une conscience claire. Nous avons besoin du temps pour réaliser où se situe son action de Verbe, de "logos", deuxième personne de la Trinité en laquelle, comme dit Saint Paul, toutes choses ont été créées.

Partenaires dans la création

Voilà donc que le Christ nous révèle par cette phrase que l'humanité dans sa recherche persistante de choses nouvelles, se met en partenariat, en quelque sorte, avec son Père, avec le créateur. L'Esprit-Saint issu du Père, qui

préside à toute création et qui “planait sur les eaux au début”, nous devance partout en ce monde. Il donne dans sa force créatrice actuelle la capacité et la joie de nous porter généreusement en avant, à la rencontre de la découverte de choses nouvelles. Dans le dévoilement des choses énigmatiques de ce monde, on constate que, plus la recherche avance, plus les énigmes se multiplient. C’est peut-être parce que Dieu est infini, transcendant constamment par rapport à nous, et que sa façon d’être, sa manière d’agir dans l’univers, est tellement profonde que nous n’avons jamais fini d’en inventorier les modalités apparentes. Et ce don de science, c’est un don de l’Esprit-Saint. Cela ne faisait pas problème pour les chercheurs et théologiens du moyen-âge, ni, plus près de nous, pour le Père Teilhard de Chardin qui parlait du devoir sacré de la Recherche. Par elle, en effet, nous sommes partenaires de Dieu créateur, car dans le dévoilement des choses qui sont jusque là cachées, en quelque sorte nous les faisons exister, à nouveau, d’abord pour nous-mêmes ; pour en prendre conscience au sein de l’humanité, et nous les faisons exister aussi pour les mettre au service des autres par la technique et par les applications diverses qui découlent de ces connaissances. Donc dans l’expression “co-naissance”, il y a notre participation à l’avancée de l’évolution du cosmos. Deux mois avant sa mort le Père Teilhard aimait à dire “il devient possible d’aimer Dieu non seulement de tout son cœur et de toute son âme, mais de tout l’univers en évolution”. C’est à dire que l’univers, dont nous avons une meilleure connaissance, nous permet d’aimer Dieu de meilleure façon.

Partenaires pour le Salut

Mais il y a une autre dimension dans ce partenariat, c’est celui que nous réalisons avec le Christ dans son entreprise de salut. Co-naissance, connaître, naître ensemble : comme peuple, personne ne naît seul et, dès les débuts de l’humanité, tout être humain doit l’existence et la vie au monde des humains qui l’entoure. C’est dans un peuple que nous émergeons à la vie. Notre solidarité fondamentale existe bien avant que nous ne la proclamions. C’est aussi en peuple solidaire que nous sommes appelés au salut. Donc il y a une sorte de co-naissance à la vie humaine qui est extrêmement diverse heureusement car de la différence jaillit l’amour mutuel - on ne peut s’aimer vraiment que si on est différent. Et il y a co-naissance à la vie divine par la solidarité que nous offre le Christ, le partenariat que nous offre le Christ. À travers son Évangile c’est manifeste que le Christ veut s’entourer d’hommes et de femmes, qui participent avec lui au salut. Là aussi il y a une grande diversité dans ses approches. Dans la première lecture nous lisons : “Ils s’émerveillaient de raconter tout ce que Dieu avait fait avec eux” (voyez que le texte ne dit pas “avait fait pour eux” mais “avait fait avec eux”) “et comment il avait ouvert aux nations païennes la porte de la foi”. C’est dire que Jésus-Christ se met à niveau avec chacun d’entre nous pour avoir un projet “avec nous” et non pas “pour

nous”. Et nous aussi entre frères humains il faut arriver à cela : non pas avoir des projets sur les personnes, même si c’est pour leur rendre service, ou pour les assister, ou leur donner ce qu’elles n’ont pas, mais avoir des projets avec des personnes. Donc, le Christ décide que nous soyons partenaires dans l’histoire du salut. Il s’agit là, comme aimait à dire le Père Teilhard, de “l’amorisation du monde”, rejoignant ce que l’évangile nous dit : “aimez vous les uns les autres ; ce qui montrera à tous les hommes que vous êtes mes disciples, c’est l’amour que vous aurez les uns pour les autres”. La révélation est ainsi faite d’un amour qui finalement triomphera, que cet amour est un être personnel, que c’est Dieu lui même. Quand Il donne, Il ne peut pas faire autrement que de se donner lui-même en la personne de son fils.

Partenaires dans la vie quotidienne

Animant cette démarche du Père et du Fils, bien sûr, il y a la tierce personne de la Trinité, l’Esprit-Saint, qui était au début “planant sur les eaux”, qui nous précède dans toute notre histoire, car en chaque événement de notre vie, l’Esprit-Saint est là avant nous. Et c’est Lui qui, à partir de cet amour de Dieu, par le don de la vie, puis par le baptême, ensuite par le fait que nous recevions tous les sacrements, met en nous la capacité d’aimer Dieu au sein de chaque action quotidienne, aussi banale soit-elle. Ce que les anciens de la première église appelaient “le culte spirituel” : c’est à dire ce fait qu’en réalisant avec amour la moindre chose, toute action de la vie professionnelle, de la vie de chercheur, et aussi de la vie de la mère de famille, de l’enfant à l’école, la moindre chose faite avec amour devient, pour un baptisé, un acte qui le relie au sacerdoce du Christ dans lequel chacun d’entre nous est prêtre, prophète et roi. C’est là une façon de nourrir en nous la foi et de construire l’Église. C’est peut être une dimension qui a été oubliée au dernier siècle, et que le concile Vatican II a remise en honneur, c’est que ce culte spirituel que chaque baptisé exerce dans sa vie quotidienne, c’est réellement l’autre versant, l’autre face du culte eucharistique que nous venons célébrer en cette église.

L’Eucharistie

Là, en effet, toute cette offrande spirituelle de nos vies quotidiennes est reprise par le Christ qui, Lui, a capacité pleine et entière de la transformer en son propre Corps et de nous la redonner au moment de la communion. En bouclant ainsi, si l’on peut dire, sur l’amour, nous augmentons d’autant notre capacité à aimer de nouveau, après, dans notre vie quotidienne. Et c’est en ce sens là que l’eucharistie est un sacrement, signe sensible et efficace qui renouvelle à chaque fois notre capacité d’aimer en passant par le sacrifice du Christ lui même qui est re-présenté sur l’autel par la démarche de toute l’assemblée. Celle-ci est signifiée par les ministres ordonnés, le prêtre qui fait

les gestes du Christ et le diacre qui marque la place du Christ serviteur parmi les baptisés. Ceux-ci sont eux-mêmes signes de ce que font tous les autres, car nous ne sommes pas là pour nous mêmes mais pour tous les autres, pour le salut de la multitude comme il est dit dans les prières de la consécration. Et cette multitude, ce sont particulièrement (aujourd'hui on y pense) tous ces savants, tous ces chercheurs, ces milliers d'étudiants qui sont autour de nous et qui, dans la générosité de leur cœur, s'adonnent à la recherche. De leur activité, nous pouvons faire une lecture spirituelle, et pour eux porter tout cela devant Dieu, comme une offrande agréable, comme une participation de partenaires dans la création mais aussi partenaires dans le salut, et finalement partenaires avec l'esprit d'amour, constamment à l'œuvre pour harmoniser nos relations. Nous allons donc vivre ensemble cette eucharistie en essayant, comme le faisait Teilhard dans "la Messe sur le monde", de reprendre dans notre cœur toutes ces démarches banales de nos vies et de les apporter à l'autel, les confier au Seigneur, pour qu'Il en fasse son Corps partagé, pour faire revivre en nous un supplément d'amour et d'attention à nos frères.

A. Obelliane

Forum

Nous avons reçu du P. Miquel la contribution suivante. C'est une méditation autour de trois mots : "recherche", "expérience" et "symbole", dont chacun est lourd de signification, aussi bien dans le domaine scientifique que pour la foi chrétienne.

Le P. Miquel est aumônier des bénédictines de l'Abbaye de Limon. Il est ancien P. Abbé de Ligugé.

Recherche, Expérience et Symbole dans les sciences et dans les religions

Dans les deux domaines de la science et de la foi sont employés les mêmes mots, mais leur ambivalence risque de créer des malentendus. Il est donc opportun de préciser le sens des mots dans leurs acceptions différentes. On se limitera ici - et brièvement - aux relations de la science et de la foi chrétienne.

Il serait cependant intéressant d'étudier les relations des sciences avec d'autres religions : en Chine et en Égypte, en Grèce et dans les pays arabes. La religion a-t-elle entravé ou favorisé le progrès des sciences? Si l'astronomie s'est émancipée de l'astrologie et la chimie de l'alchimie, les origines magiques, sinon religieuses, des sciences ont pu retarder leur essor, mais l'esprit critique n'a pu s'exercer que sur des essais archaïques de compréhension de l'univers.

On retiendra, à titre d'échantillon, trois mots utilisés par les savants et par les spirituels : recherche, expérience et symbole.

1) Recherche scientifique et Recherche spirituelle

Les qualités du chercheur scientifique sont les mêmes que celles de l'homme qui cherche Dieu. La recherche est une exigence fondamentale du savant comme du croyant. Jean Rostand a bien dégagé cette qualité du chercheur authentique dont la recherche ne peut jamais s'achever :

"Je crois moins à l'inconnaissable qu'à une régénération perpétuelle de l'inconnu (...) Pour celui qui a vraiment ressenti, vécu le tourment de la question intérieure, il ne peut même pas concevoir d'où pourrait jamais lui venir l'apaisement. Alors même qu'il aurait foi aux mystérieux au-delà que promettent les religions, il lui semblerait que, jusque sous les feux de l'enfer ou

dans les délices du paradis il ne pourrait faire autrement que de continuer à se poser des questions"¹.

La foi a perdu ses certitudes faciles telles que les exposait de manière imperturbable une apologétique de mauvais aloi. La science a perdu ses certitudes péremptoires et son attitude arrogante. Désormais la foi et la science sont "en recherche". La différence fondamentale n'est plus actuellement entre les croyants et les incroyants; elle est entre ceux qui cherchent (qu'ils soient croyants ou incroyants - même si ceux-ci ne savent pas ce qu'ils cherchent) et ceux qui ne cherchent pas (qu'ils soient croyants ou incroyants; tous ceux qui croient... "avoir trouvé" et se flattent de posséder, se ressemblent).

Dans les deux types de recherche sont exigées l'humilité, c'est-à-dire la fidélité au réel, la sincérité, c'est-à-dire la pureté d'intention, l'attention à l'imprévu et la persévérance, malgré les échecs. Claude Bernard a insisté sur l'attention à l'imprévu :

"Le plus souvent la réponse de l'expérience n'a aucun rapport avec la question qu'on s'était posée. On peut dire alors, comme cela arrive souvent en effet, qu'en cherchant une chose on en trouve une autre"².

Le chercheur de Dieu doit, lui aussi, éviter de projeter ses idées sur Dieu, sinon il fabrique, il invente "une idole". La "Révélation" est étymologiquement une "Découverte".

2) Expérience scientifique et Expérience spirituelle

Ici l'équivoque est fréquente : on applique à l'expérience spirituelle les caractères de l'expérience scientifique. Par ailleurs on réduit l'expérience spirituelle à des phénomènes scientifiquement contrôlables (lévitation, bilocation, stigmates etc.) Or l'expérience spirituelle est d'un autre ordre : même non enregistrable, elle n'en est pas moins réelle. Elle relève du signe plus que de la preuve.

L'expérience scientifique se veut objective, et exige de pouvoir être répétée. L'expérience spirituelle est subjective, personnalisée, unique. La première est communicable et rigoureuse, la seconde indicible et ne peut être convaincante pour ceux qui ne l'ont pas éprouvée.

Cependant l'observateur le plus "abstentionniste" influe - même à son insu - sur la méthode, le programme et l'interprétation de son expérience.

"Nous devons nous rendre compte que nous ne sommes pas spectateurs, mais acteurs dans le théâtre de la vie"³.

¹ J. Rostand, "Ce que je crois", Grasset, 1953, p.74

² C. Bernard, "Leçon inaugurale du cours de 1857-58 au Collège de France".

³ N. Bohr, cité par W. Heisenberg, "La Nature dans la Physique contemporaine", 1962

3) Symbole scientifique et Symbole spirituel

Les sciences, comme les spiritualités, utilisent des symboles mais ce n'est point pour exprimer les réalités invisibles :

"Ils ne constituent pas un langage, mais, comme les syllabes, ils aident à bâtir un langage en codifiant son écriture" (Y. Quéré).

Les symboles dépendent du contexte dans lequel ils sont employés. Le signe "x" est en mathématique le signe de la multiplication, dans le code de la route, il indique un croisement, dans l'iconographie chrétienne le martyr de Saint André. Dans tous les cas, il importe de ne voir dans les symboles utilisés que des moyens d'accéder à des réalités dont on ne peut rendre compte autrement. Le symbole n'est qu'un relais qui ne doit pas devenir un écran.

On peut discerner une différence entre le symbole religieux ou politique et le symbole mathématique ou chimique. Le premier (le drapeau tricolore, la fleur de lys, la croix gammée) déclenche une émotion et est doué d'une certaine efficacité, le second ne s'adresse qu'à l'intelligence (les signes "+" ou "x" ne peuvent émouvoir) : il est purement indicatif.

Il faudrait aussi distinguer entre les signes conventionnels (+, =, x, n, v) et les symboles qui seraient les principes (ou les postulats) auxquels se rallient les scientifiques comme les croyants au Credo - le postulat étant indémontrable, mais accepté parce qu'il permet de rendre le monde intelligible.

Dans les sciences la théorie peut être antérieure à l'expérience : l'hypothèse sera vérifiée par l'expérience; ou bien à partir de l'expérience on déduit une théorie. Dans la religion révélée, on peut dire que la Révélation précède l'expérience, mais aussi que la Révélation est elle-même le fruit d'expériences spirituelles. Dans la recherche et l'expérience scientifiques, c'est le savant qui a l'initiative, tandis que dans la recherche et l'expérience spirituelles, c'est Dieu qui a l'initiative.

Ces trois exemples montrent les relations qui existent entre sciences et spiritualité : mêmes exigences dans la recherche, différence de méthodes dans l'expérience, recours aux symboles comme moyens d'expression.

Notes de Lecture

Des Illusions

À propos du livre de Jacques Blamont, "Le Chiffre et le Songe"

Ce livre avait suscité à sa parution (en 1993) des réactions enthousiastes assez inhabituelles pour un ouvrage écrit par un scientifique¹. D'autant que l'auteur ne fait aucune concession pour faire passer son message : 941 pages, de nombreuses explications mathématiques ou techniques en insert, une bibliographie très fournie²... Paul Germain en avait fait un compte-rendu très vigoureux dans *La Vie des Sciences* : "ce livre est l'un des plus impressionnants qu'il m'ait été donné de lire, un livre qui vous questionne, vous remue, vous dérange, vous énerve peut-être, mais un livre puissant"³. François Russo, quant à lui, le qualifiait "d'imposture intellectuelle". Il semblait donc que ce livre ne pouvait laisser son lecteur indifférent. C'est précédé de cette rumeur que je m'y suis plongé.

Reconnaissons d'emblée que ce livre est plaisant à lire : il est bien écrit; l'auteur a le souci du détail; certains passages tiennent le lecteur en haleine. Nous avons devant nous une véritable somme, un monument d'érudition, qui se laisse parcourir comme un roman. Mais peut-être cette qualité essentielle est-elle aussi le plus grave défaut de cet ouvrage. L'auteur a en effet délibérément pris le parti de raconter : "*plus que la thèse comptera ici l'illustration... Le foisonnement des exemples viendra étayer le hasard des suppositions*"⁴. Plus loin encore : "*on ne s'étonnera donc pas de trouver dans les pages qui suivent une abondance de noms et d'ouvrages, car c'est dans la multiplicité des tentatives que réside le mystère des impulsions décisives*"⁵. Voilà pourquoi ce livre dérange : l'érudition suscite l'admiration. On peut se laisser emporter par

¹ J. Blamont est avant tout astronome. Mais il est aussi "physicien, homme de savoir, inspirateur de la politique spatiale française", selon la quatrième de couverture.

² On aurait toutefois préféré avoir les références précises de toutes les sources de J. Blamont. À plusieurs reprises, comme il sera montré par la suite, l'auteur jongle avec les citations sans beaucoup de rigueur.

³ *La Vie des Sciences*, Comptes rendus, série générale, tome 11, 1994, n°1, p.59-66.

⁴ J. Blamont, op.cit., p.9.

⁵ Ibid.

cette verve chaleureuse. Mais au réveil de ces songes, une froide analyse dissipe toute illusion : cet épais discours n'est sous-tendu que par des conceptions assez simplistes et très contestables. Et une phrase de l'auteur lui-même, déjà citée, pourrait être lue à rebours : c'est le hasard des suppositions de cet ouvrage qui ruine sa crédibilité, malgré tout le foisonnement des exemples qui y sont détaillés. Mais je ne ferai qu'esquisser cette critique. Car c'est avant tout l'arrière-plan philosophique qui a retenu mon attention. Il n'est pas facile de le saisir, à cause précisément de ce foisonnement d'exemples et d'images qui occupent le devant de la scène. Ce n'est qu'en de très rares occasions qu'on peut l'entrapercevoir. Mais une fois reconstitué, ce socle idéologique se révèle très cohérent et permet véritablement de suivre la ligne conductrice du livre de J. Blamont. C'est alors qu'on peut se rendre compte des étranges résonances nietzschéennes de cet ouvrage. Certaines phrases du "Chiffre et du Songe" sont des échos à peine atténués du "Gai Savoir" ou de "Par delà le Bien et le Mal". Certes, il ne s'agit pas de forcer le trait : la philosophie de Nietzsche n'est certainement pas intégralement celle de l'auteur et "Le Chiffre et le Songe" n'est pas un ouvrage de philosophie. Mais les consonances entre cet ouvrage et l'œuvre du philosophe allemand sont trop nombreuses pour qu'on ne les souligne pas. Cette comparaison critique permet alors un regard lucide et met clairement en évidence jusqu'où cette idéologie peut conduire.

Au centre est la conception que J. Blamont se fait de l'homme : l'individu semble chaotique. Il est habité à la fois par le "Chiffre" et le "Songe". Cette métaphore, aux contours et au sens flous, désigne tantôt la science d'un côté et ce qui n'est pas scientifique de l'autre (philosophie, religion...), tantôt la technique et la théorie, ou encore le réel et l'illusoire, mais cette expression souligne toujours une certaine ambivalence, l'alliance contradictoire de deux tendances antagonistes. Ainsi l'homme, en tant qu'individu, apparaît-il insaisissable. Par contre, considéré en tant que genre humain, en tant qu'espèce, il a un comportement parfaitement cohérent, quand justement, on ne cherche pas à lui soustraire son caractère bestial. *"Ce qui semble distinguer l'homme de l'animal, ce qui semble briller comme une étoile rayonnant au-dessus du paysage de la vie, ce qui semble apporter l'espoir d'un sort dominé par la prouesse, nous renvoie en réalité au fond bestial que nous ne saurions renier sans nous condamner à l'impuissance. Car cette bestialité même nous donne les outils qu'il nous faut pour bâtir la cathédrale de nos songes."*¹ La nature bestiale de l'homme est donc à la fois l'origine et les moyens de sa volonté de puissance. Nietzsche avait la même vision de l'homme²; le "Chiffre et le Songe"

¹ Ibid. p.895.

² "Partout où j'ai rencontré l'être vivant, j'ai trouvé la volonté de puissance."

n'en est qu'une version modernisée, qui reprend à son compte le formidable développement des sciences depuis la fin du XIX^e siècle où Nietzsche proclamait l'avènement du surhomme. Émanant de la volonté de puissance, la science¹ a permis à cette dernière une expression totale, au point qu'on peut désormais les confondre. "*Le succès de la science me paraît démontrer qu'elle transcende la contingence : il n'est pas interdit qu'elle coïncide avec l'essence de l'homme. Elle est sa volonté, son avenir, son destin*"². Par contingence, il faut entendre ici ce qui est changeant, aléatoire, ce qui relève de l'individu. "*Si l'individu aspire à un ailleurs virtuel, que lui fait désirer l'absurdité de sa condition, et que lui apportent la religion et la métaphysique, la littérature et la poésie, et même tout simplement chaque nuit le rêve, l'espèce a un but : elle veut fabriquer les outils qui lui sont nécessaires pour partir derrière l'horizon, vers un ailleurs réel, vers la terre lointaine, vers la mer, vers l'espace indéfini.*"³ Avec "la mer", "l'espace indéfini", ou ailleurs avec "les étoiles", J. Blamont joue sur les mots. Si "*Le Chiffre et le Songe*" veut être avant tout l'histoire de la navigation au large et de la conquête de la lune, il faut aussi voir dans ces images l'expression métaphorique de la volonté de puissance⁴. "*Bien que les hommes meurent et vivent dans la confusion, l'homme est une force qui va : quelque chose dans sa nature l'entraîne vers les étoiles*"⁵. N'imaginons pas

F. Nietzsche, "Ainsi parlait Zarathoustra", Traduction de Marthe Robert, Éd. Christian Bourgois, 1985, p.108.

"Nous pensons que la dureté, la violence, l'esclavage, le danger partout présent, dans la rue et dans les cœurs, la clandestinité, le stoïcisme, la magie et toute sorte de diablerie, tout ce qui est mauvais, terrible, tyrannique, tout ce qui tient de la bête fauve ou du serpent, chez l'homme, sert aussi bien que son contraire à élever le niveau de l'espèce humaine".

F. Nietzsche, "Par delà le Bien et le Mal", Traduction Geneviève Bianquis, Éd. Christian Bourgois, 1973, p.85.

¹ J. Blamont écrit p. 895, qu'elle est issue d'une "*pulsion... inscrite au plus profond de notre capital génétique*".

² Ibid. p.8.

³ Ibid. p.9.

⁴ La mer et les étoiles ne sont pas seulement liées par leur sens métaphorique. Autrefois, s'assurer de la maîtrise du commerce maritime, c'était asseoir sa domination sur les autres nations. C'est ce que nous rappelle J. Blamont, notamment en nous racontant l'histoire des Lagides - III^eme siècle av. J-C., avec en particulier Ptolémée, et les règnes d'Henri le Navigateur et de Jean II du Portugal au XV^eme siècle. Or cette navigation hauturière exigeait de pouvoir se repérer par rapport aux étoiles. Voilà une des raisons pour lesquelles les princes (quand ils avaient un dessein politique) ont favorisé l'essor de l'astronomie.

⁵ Ibid. p.8-9.

que ces "étoiles" symbolisent une quelconque élévation morale ou spirituelle. Il n'y a là ni élévation, ni spiritualité mais pure volonté. Nietzsche aimait aussi à employer ces deux registres métaphoriques de la mer et des astres, dans un sens assez voisin de celui qu'on trouve dans le "Chiffre et le Songe", même si chez Nietzsche, ces images recouvrent une pensée plus complexe et plus élaborée¹.

Reconnaissant dans la volonté de puissance la nature profonde de l'homme, il est alors possible de donner un sens total à l'histoire : tous les événements, les catastrophes comme les exploits magnifiques, participent de cette marche en avant de l'espèce humaine. "Le caractère de l'ensemble du monde est de toute éternité celui du chaos, *en raison non pas de l'absence de nécessité*, mais de l'absence d'ordre, d'articulation, de forme, de bonté, de sagesse et quelles que soient nos humaines catégories esthétiques"². Ou encore,

Il faut aussi remarquer dans cette phrase l'opposition entre "les hommes" et "l'homme" qui renvoie à l'opposition individus (au comportement chaotique) et espèce (caractérisée par la volonté de puissance).

¹ "O ciel au-dessus de moi, ciel pur! Profond! Abîme de lumière! En te contemplant je frissonne de désirs divins.

Me jeter dans ta hauteur - c'est là *mon* abîme! Me cacher dans ta pureté, c'est là *mon* innocence!...

Et toutes mes courses et ascensions : ce n'était qu'un besoin et un expédient pour le maladroit : - toute ma volonté ne veut rien d'autre que *voler*, voler pour entrer *en toi!*"

Nietzsche, "Zarathoustra", p.154-155

"Si j'aime la mer et tout ce qui ressemble à la mer, et plus encore quand elle me contredit avec rage :

Si je porte en moi cette joie inquiète qui pousse la voile vers des terres inconnues, s'il y a une joie de marin dans ma joie :

Si jamais mon allégresse s'écria : «La côte a disparu, - voici que ma dernière chaîne est tombée,

- l'infini gronde autour de moi, le temps et l'espace brillent au loin, allons! En route! Vieux cœur!»

Oh! Comment ne convoiterais-je pas l'éternité et le suprême anneau nuptial - l'anneau du retour!"

Ibid., p.219

"Nous avons quitté la terre, nous nous sommes embarqués! Nous avons coupé les ponts - bien plus, nous avons rompu avec la terre! Dès lors, petit navire, prends garde! À tes côtés s'étend l'océan : sans doute ne hurle-t-il pas toujours et parfois s'étale-t-il comme de la soie et de l'or et comme une rêverie de la bonté. Mais des heures viennent où tu reconnaîtras qu'il est sans limite et que rien n'est plus effrayant que l'infini. O pauvre oiseau qui t'es senti libre et qui désormais te heurtes aux barreaux de pareille cage! Malheur à toi, si le mal du pays te saisit, comme s'il y avait eu plus de liberté là-bas - alors qu'il n'est plus de «terre»!"

F. Nietzsche, "Le Gai Savoir", Traduction de Pierre Klossowski, Éd. Christian Bourgois, 1973, p.208.

² Ibid. p.192. C'est nous qui soulignons.

dans "Par delà le Bien et le Mal", on peut lire : "le monde vu du dedans, le monde défini et désigné par son «caractère intelligible», serait justement «volonté de puissance» et rien d'autre"¹. Dans le "Chiffre et le Songe", cette vision de l'histoire est reprise sous une forme modernisée qui fait du développement scientifique l'expression privilégiée et accomplie de la volonté de puissance. "*L'Histoire aurait-elle un sens? Je le crois. Je crois que l'humanité procède selon un dessein, un plan qui progresse, et que cette régularité, cachée derrière les à-coups, les reculs et les échecs, se laisse deviner comme un modèle pratique de ce qui est à faire, tout en s'organisant à notre insu et même malgré nous*"². Voilà qui justifie a priori la possibilité d'écrire une "Histoire politique de la découverte"³. La succession chaotique des faits et des événements n'est plus un obstacle à l'intelligibilité du monde; elle y participe même. "*Lorsque nous considérons le passé connu dans sa totalité, un fait s'impose : à l'inverse des situations, des croyances, des événements qui se reproduisent ou donnent l'illusion du chaos, la science, et elle seule, évolue toujours dans la même direction, sans retour en arrière*"⁴. Cette marche en avant du développement scientifique transcende "nos humaines catégories esthétiques", comme disait Nietzsche, de telle sorte que J. Blamont en introduction de son ouvrage peut avertir le lecteur que "*la construction et la destruction seront présentées comme les deux faces du même exploit.*"⁵

En pratique, on constate que la science connaît sa plus grande efficacité, correspondant à sa nature propre, son accomplissement total qui la conduit à devenir le moteur de l'Histoire, lorsqu'elle est mise en œuvre dans le cadre d'une Institution. Voilà ce que J. Blamont présente comme la thèse centrale⁶ de son livre et qu'il illustre par de multiples exemples. Mais qu'est-ce que J. Blamont appelle "Institution"? C'est "*le rassemblement de savants en un lieu déterminé, leur ordonnance dans une structure hiérarchisée et permanente,*

¹ Nietzsche, "Par delà le Bien et le Mal", p.77.

² J. Blamont, op.cit., p.9.

³ Tel est le sous-titre que J. Blamont a donné à son livre.

⁴ Ibid., p.8 (souligné dans le texte).

⁵ Ibid., p.9.

⁶ "*La description de cette relation complexe entre l'État et les savants par le truchement de structures est le sujet de livre, qui pourrait s'intituler Dialectique du savoir et du pouvoir*"
Ibid., p.8

"*C'est la thèse de ce livre que le progrès des sciences a toujours été dû à la création d'une Institution par un prince richissime, et nous l'avons illustrée en exposant l'œuvre de Ptolémée Sôter, celle d'Henri et de Jean II de Portugal et celle de Christian II de Danemark.*"
Ibid. p.475.

et leur soutien par un financement quasi illimité, rendu possible par l'opulence d'un protecteur"¹. L'Institution émane d'une volonté politique. Elle est l'œuvre d'un prince qui "veut établir un empire par le moyen de la science"². Toute Institution repose donc sur une "tétrade sociale dont l'existence est nécessaire au progrès de notre interprétation de l'univers, le fellah qui trime, le perceuteur armé qui en extrait la moelle, le souverain qui siphonne les fonds dans la direction du savant occupé à comprendre la nature, et donc à la maîtriser"³.

Par conséquent et à l'encontre d'une croyance très répandue, la science, telle qu'elle s'exprime dans le cadre d'une Institution, n'est en aucun cas synonyme de désintéressement, de probité etc.⁴ Elle est radicalement expression concrète de la volonté de puissance et se situe au-delà de toute morale. "Puisque la pulsion qui sous-tend la marche de la science est inscrite au plus profond de notre capital génétique, il n'est pas surprenant qu'elle soit irréductible aux notions de bien et de mal. Par-delà le bien et le mal, l'ontologie transcende tout jugement de valeur"⁵. Cette phrase capitale n'a pas été écrite dans la conclusion par inadvertance. J. Blamont l'illustre de plusieurs façons, en nous rappelant le

¹ Ibid.

² Ibid.

³ Ibid., p.63.

Nietzsche aussi avait l'intuition qu'une Institution était nécessaire à l'efficacité de la science : "l'homme objectif qui renonce à jurer et à maudire, comme le fait le pessimiste, le savant idéal chez qui l'instinct scientifique, après une multitude d'échecs totaux ou partiels, est enfin parvenu à croître et à fleurir, est certainement un des plus précieux instruments qui soient; mais il faut qu'un plus puissant le manie. Il n'est qu'un instrument..." ("Par delà le Bien et le Mal", p.175). On pourrait aussi montrer la parenté de ce concept d'Institution (malgré ses à-peu-près) avec le modèle d'organisation sociale que Nietzsche prônait (cf. "Par delà le Bien et le Mal", Neuvième Partie).

⁴ "Dans ce livre où nous avons vu le mariage nécessaire du pouvoir et du savoir engendrer partout l'efflorescence monstrueuse des amours-propres, où nous avons cherché en vain la noblesse, le désintéressement et le respect d'autrui..."

J. Blamont, op. cit., p.690.

Nietzsche pour sa part écrivait dans "Le Gai Savoir" : "On a favorisé le développement des sciences durant les derniers siècles, en partie parce qu'avec elles et par elles on espérait le mieux comprendre la bonté et la sagesse de Dieu - motif capital de l'âme des grands Anglais (tel Newton) - en partie, parce que l'on croyait à l'absolue nécessité de la connaissance, notamment au lien le plus intime entre la morale, la science et le bonheur - motif capital de l'âme des grands Français (tel Voltaire) -; en partie, parce qu'on prétendait posséder et aimer dans la science quelque chose de désintéressé, d'inoffensif, se suffisant à soi-même, de véritablement innocent, à quoi les mauvaises impulsions de l'homme n'aurait absolument aucune part, - motif capital de l'âme de Spinoza qui, en tant que connaissait, se sentait divin : - donc, en raison de trois erreurs!"

Nietzsche, "Le Gai Savoir", p.115

⁵ J. Blamont, op.cit. p.895.

sort des esclaves de Nubie, qui extrayaient les minerais d'or, d'argent et de cuivre pour que Ptolémée Sôter pût bâtir son empire, en nous montrant l'horreur des mines du Potosi qui permirent à l'Europe d'établir les fondements de la science moderne et surtout en nous racontant, à la fin de son ouvrage, l'épopée hitlérienne de l'invention des fusées¹. Ce dernier chapitre, intitulé "Pleine Mer, Plein Ciel. Pleine Nuit, Plein Brouillard", est effrayant. Non seulement par les événements et les atrocités qui y sont relatés mais surtout par la lecture que J. Blamont en fait. Dans ce chapitre, l'auteur nous raconte en détail, avec une terrible précision, comment les nazis mirent au point les V1 et les V2. Tous les aspects techniques sont là. Prouesse technologique extraordinaire! Deux pages seulement sur l'horreur des déportés de Dora qui n'avaient d'autre issue que de mourir, dans les pires atrocités, pour que soient produites ces maudites fusées. Or, il se trouve qu'après la guerre, les Américains et les Russes embauchèrent les spécialistes allemands qui avaient conçu et fabriqué ces missiles, car ils possédaient dans ce domaine une avance technologique considérable sur les Alliés. Ils contribuèrent ainsi aux programmes spatiaux des deux superpuissances. Mais J. Blamont va plus loin : il établit une relation de filiation directe entre la conquête de la Lune et la mise au point des V2 et son cortège d'horreurs. *"L'inoubliable débarquement [sur la lune] marque le sommet du XX^e siècle, et il restera le symbole du triomphe de la science dans ce qu'elle a de plus sublime. C'est pourtant un fait que seul le crime allemand le rendit possible"*². L'holocauste était nécessaire à la conquête de la Lune! Voici ce qu'on peut lire à la dernière page de l'ouvrage : *"Comme Dieu a demandé à son élu Abraham de lui sacrifier son fils, une volonté qui le dépasse exige de*

¹ *"Forçats de Nubie, nous vous avons rencontrés courbés sous la fêrûle assyrienne. Nous vous retrouverons au Potosi, extrayant de la montagne le capital que l'Europe exigera pour inventer la dynamique; nous vous retrouverons dans les tunnels de la nouvelle usine du Harz, aux mains d'Hitler qui vous confiera ses armes volantes. Tandis que dans le camp de Dora, les bagnards pavent la route du futur, celui pour qui l'on y travaille et l'on y meurt, Walter Dornberger, proclame : «Il faut coûte que coûte que nous apportions la preuve que l'ère des projectiles fusées est désormais ouverte. Rien d'autre ne compte!» Coûte que coûte..."*

Ibid. p.159.

² Ibid. p.895.

J. Blamont rapporte que c'est le même homme (le SS Kammler) qui construisit les camps de concentration et leurs chambres à gaz et qui prit en charge l'organisation de la production des fusées dans les anciennes mines de sel du Harz. Ce rapprochement est pour lui l'occasion d'une confession : *"J'éprouve très profondément le sentiment, tout à fait irrationnel je l'avoue, que ce n'est pas un hasard si le même architecte a bâti les crématoires d'Auschwitz et les engins qui devaient permettre la conquête de la Lune, si le même homme porte la même responsabilité dans le plus grand crime de tous les temps et le plus grand exploit de tous les temps"*. (Ibid. p.890)

l'homme des sacrifices humains. Et c'est en offrant à son destin le plus effroyable des holocaustes qu'il a enfin pu échapper à la pesanteur de son globe natal"¹. Il est inutile ici de souligner combien ces phrases résonnent d'échos nietzschéens. Une citation suffira : "Mais il se pourrait bien qu'un jour elle [la science] se révélât en tant que la *grande pourvoyeuse de la douleur* - et alors peut-être découvrirait-on simultanément sa force contraire, l'immense pouvoir de faire luire de nouvelles constellations de la joie!"². Nietzsche écrivit cela en 1882. Quant à l'avenir, J. Blamont l'envisage sereinement : "*J'en suis sûr, grâce à d'autres monstres et à d'autres victimes, nous échapperons même au Soleil, pendant le XXI^e siècle ou plus tard. Il n'y a que trois cents ans que les Principia ont été publiés, et déjà nos vaisseaux parcourent la mer sans rivage.*

Mauvaise nouvelle pour les étoiles. Qu'elles s'en inquiètent : la créature la plus laide, la plus sale et la plus méchante de ce côté-ci de la Galaxie s'apprête à quitter son terrier."³

Il n'y a pas d'autre éthique possible que l'acceptation du pire. C'est la seule attitude permise par notre nature. "*Puisque l'Histoire n'est pas encore achevée, il n'appartient à personne de juger l'homme, mais ce ferment mystérieux qui l'entraîne, j'en suis certain, vers les étoiles, n'y pensons que la tête basse et tout en acceptant son alliance paradoxale avec la boue, avouons avec Saint Augustin : «Mon corps ne peut plus supporter le poids de mon âme ensanglantée»*"⁴. Toute autre attitude, notamment le refus de cette violence, la

¹ Ibid. p.896. L'énormité du contresens biblique de cette phrase n'est rien en comparaison de la monstruosité de ce qu'elle signifie. Il est difficile de trouver plus insoutenable!

Quelques pages auparavant (p.890), on peut aussi lire : "*Je penserais volontiers qu'un Ange est aussi envoyé d'époque en époque pour aider l'instinct profond de l'espèce à surgir et à s'accomplir. Dans l'énigmatique Livre de Job, Satan, l'Ange chargé de «parcourir et visiter le monde», vient demander à Dieu d'aider Job à révéler sa vraie nature. La triade satanique Hitler-Himmler-Kammler succède à d'autres visiteurs surhumains comme Christophe Colomb ou Martin Luther pour veiller à ce que l'humanité ne quitte pas le chemin tortueux qui la mène vers les astres*".

² Le Gai Savoir, p.88.

³ Op.cit., p.896.

⁴ Ibid. p.159. Cette citation de Saint Augustin est un exemple typique de la façon dont J. Blamont traite ses sources. Cette phrase est selon toute vraisemblance tirée des "Confessions" où l'on peut lire au Livre Quatrième, Chapitre VI : "Portabam enim concisam et cruentam animam meam impatientem portari a me" que l'on peut traduire par "Car je portais, pantelante et sanglante, mon âme qui ne tolérait plus d'être portée par moi". ("Œuvres de St Augustin", Desclée de Brouwer, Tome 13, 1962). Cette plainte de St Augustin doit être replacée dans son contexte : il vient de perdre un ami qu'il aimait beaucoup et la douleur qu'il ressent le plonge dans un état dépressif. C'est pour St Augustin l'occasion de montrer la fragilité qui était la sienne avant sa conversion. La citation de J. Blamont, si elle est exacte, semble donc totalement incongrue.

dénonciation du Mal, est une incohérence. Tous les discours qui veulent détourner la science de son cheminement nécessaire sont illusoire, non-sens; ils appartiennent au domaine du "Songe", catégorie dans laquelle J. Blamont range non seulement la philosophie, la métaphysique mais aussi l'émotion ou encore la religion¹. Et les scientifiques doivent s'en prémunir : "*Le problème posé aux savants consiste à protéger contre les produits de la rêverie un domaine où l'on puisse appliquer le raisonnement mathématique et l'expérimentation contrôlée : il consiste à protéger le chiffre contre le songe.*"² Quelle déception pour l'auteur de voir que Newton ou Galilée se sont mêlés de théologie! "*Pourquoi le mathématicien Galilée pérorait-il sur la théologie, dont il ignorait les arcanes? Il était incapable de maîtriser son propre dessein philosophique et d'atteindre la conception d'ensemble inconditionnelle à laquelle il aspirait. Belle illustration de la sottise du savant, lorsqu'il sort de son propre domaine pour donner avec arrogance des leçons aux spécialistes des autres disciplines, béants et hilares (au mieux); nous constatons chaque jour un tel comportement, qui paraît spécifique.*"³ Cette critique à l'encontre de la philosophie, à l'encontre de tous ceux qui osent tenir un discours normatif, rappelle les imprécations nietzschéennes contre "les philosophes", ces "faquins de l'esprit". Quant aux scientifiques qui se mêlent de philosophie, Nietzsche a prononcé contre eux un réquisitoire implacable dans "Par delà le Bien et le Mal" : "Et maintenant que la science a réussi à se défendre de la théologie dont elle a été trop longtemps la servante elle s'efforce, toute gonflée d'insolence et de déraison, d'imposer des lois à la philosophie et de jouer à son tour au «maître», que dis-je? au *philosophe.*"⁴ Mais Nietzsche, dans le même passage, allait plus loin que la dénonciation de cette outrecuidance; il dressait un inventaire de tous les discours que les scientifiques tiennent sur la philosophie, pour les réfuter les uns après les autres. En voici un extrait : "... Tantôt c'est le daltonisme de l'utilitariste qui ne voit dans la philosophie qu'une succession de systèmes *réfutés* et un gaspillage scandaleux qui ne «profite» à personne. D'autres craignent de se trouver en présence d'un mysticisme camouflé et d'un empiètement aux frontières de la connaissance. Ailleurs le mépris de certains

¹ Dieu, quant à Lui, est très moribond selon J. Blamont. "*De nos jours, le hasard, l'incompris, l'inconnu, Dieu sont localisés dans le vivant. Gageons que les progrès de la science restreindront encore leur domaine. Nos neveux forceront Dieu à travailler sur un projet de moins en moins ambitieux.*" Op.cit., p.817.

² Ibid. p.778.

Quant à son ouvrage lui-même, J. Blamont estime qu'il échappe à cette contagion puisqu'il a posé comme principe qu'il n'y discute pas philosophie - cf. p.741. Voilà qui clôt la porte à toute critique!

³ Ibid. p.567.

⁴ Nietzsche, "Par delà le Bien et le Mal", op.cit., p.168-170.

philosophes s'est involontairement étendu à toute la philosophie. Le plus souvent enfin j'ai décelé chez des jeunes savants, sous leur mépris hautain de la philosophie, l'influence pernicieuse d'un philosophe qu'ils avaient renoncé à suivre dans l'ensemble, sans pour autant se soustraire à l'influence de ses jugements péjoratifs à l'égard des autres philosophes, le résultat étant une hostilité générale à toute espèce de philosophie."¹

Au terme de ce jeu de résonances, je suggérerais, non sans quelque malice, de suivre Nietzsche dans son jugement acéré. "Le Chiffre et le Songe" sort-il indemne de la critique nietzschéenne? Le discours de J. Blamont n'est-il pas lui aussi une tentative d'interprétation du monde, de l'histoire et de la science? N'est-il pas tout entier philosophie?

Quant à l'argumentation proprement dite du "Chiffre et du Songe", il y aurait beaucoup à dire. Cet ouvrage ignore la question pourtant capitale, du rapport entre la science et la technique. Le concept d'Institution est beaucoup trop flou; sur ce schéma trop lâche, J. Blamont plaque une série d'exemples qui s'ajustent plus ou moins bien. Et il ne suffit pas de mettre une majuscule à "Institution" pour en faire une chose sacrée. Si les pages concernant Alexandrie sont convaincantes, celles qui traitent de Galilée ou de Newton sonnent faux. Quant au dernier chapitre, nous en avons fait une critique sévère sur le fond. Passons sur l'hypertrophie astronomique de l'auteur qui lui fait dire que le plus grand exploit du XX^e siècle est d'avoir marché sur la Lune. Plus sérieusement, à propos de la thèse que défend J. Blamont, on peut objecter que si les savants nazis ont contribué au programme spatial américain, il n'est nullement prouvé que sans cet apport, l'homme n'aurait pu aller sur la Lune. C'est pourtant ce que soutient J. Blamont.

Il faut aussi critiquer le hiatus historique entre l'avant-dernier chapitre, sur la machine à vapeur, qui s'arrête à la fin du XVIII^e siècle, et ce dernier chapitre, monstrueux, sur les V2 et la conquête de la Lune. Ce hiatus est réellement une imposture intellectuelle. Car la thèse de J. Blamont est présentée de manière tellement systématique qu'on ne peut s'empêcher de penser - et l'auteur ne se prive pas de nous le suggérer² - qu'elle doit être encore valable pour l'époque moderne³. La présentation diachronique adoptée par l'auteur participe aussi de cette opération d'intoxication. Mais il faut ici revenir sur terre; les rapports entre le savoir et le pouvoir sont aujourd'hui tellement complexes

¹ Ibid.

² Par exemple, p.856, on peut lire : "*Dans notre jargon moderne nous écrivons que la machine à vapeur fit l'objet d'un programme national prioritaire étalé sur cent trente ans.*"

³ À condition de ne pas avoir eu de doutes jusque là!

qu'il est impossible de les résumer par une seule idée simpliste. Cette étude reste à faire.

En définitive, que retenir de ce livre? Un gros travail, de l'érudition. Et qu'il fait (peut-être) réfléchir.

P.A.

Les auteurs

Philippe AUROY : Chargé de Recherche au CNRS, Institut Curie (Paris),
physico-chimiste

Roger de BROUDELLES : Ingénieur retraité, science des polymères

Jean LEROY : Retraité du CEA (Saclay), physicien

P. Miquel : aumônier de l'Abbaye de Limon, OSB.

Antoine OBELLIANE : Ingénieur géologue retraité, diacre

La maquette de la couverture a été réalisée par M.O. SAUVEGRAIN

BULLETIN D'ABONNEMENT A *CONNAÎTRE*

Veillez m'abonner pour une durée de 1 an à *CONNAÎTRE* (2 numéros),
au prix de 90 F au lieu de 100 F (prix de vente au numéro).

Abonnement de soutien : 120 F

Étranger : 120 FF

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

Somme versée :

Date :

M. Mme. Mlle :

Résidence :

N° Rue :

Commune :

Code postal :

Bulletin à renvoyer à : *Association Foi et Culture Scientifique*
91 av. du Général Leclerc
91190 GIF SUR YVETTE

CONNAÎTRE

CAHIERS DE L'ASSOCIATION FOI ET CULTURE
SCIENTIFIQUE

SOMMAIRE
N°5 - Décembre 1995

EDITORIAL	1
<hr/>	
<i>Le Cosmos et les questions qu'il nous inspire</i> <i>Jean Leroy</i>	2
<hr/>	
<i>Le Choix de la fécondité</i> <i>Roger de Broutelles</i>	38
<hr/>	
<i>À propos d'histoire des sciences</i> <i>Philippe Auroy</i>	52
<hr/>	
<i>Célébrer dix ans de « Science et Foi » (suite)</i>	59
<hr/>	
FORUM	63
<hr/>	
NOTES DE LECTURE	66