

De la physique quantique à saint Jean de la Croix

Une interview de Louis Avan

Professeur Honoraire du Conservatoire National des Arts et Métiers de Paris

Membre actif de l'ADASTA (Association pour le Développement de l'Animation Scientifique de Technique en Auvergne)

Fondateur de l'Association pour le rayonnement de la pensée de Pierre Teilhard de Chardin en AUVERGNE

Propos recueillis par Jacques Masurel pour la revue *Teilhard Aujourd'hui* n° 51, parue en septembre 2014 - jf.masurel@gmail.com

Qui êtes-vous Louis Avan ? On sait que votre longue carrière de chercheur et d'universitaire vous a conduit à fréquenter les personnalités les plus éminentes du monde de la science et particulièrement de la physique quantique et nucléaire. Pouvez-vous nous en dire davantage ?

Je suis né en 1925 et suis d'origine bretonne et paysanne. Je suis très attaché à mes racines marquées par des traditions solides et exigeantes.

Pour me situer, j'ai passé mon bac en 1941 et je fus lauréat en mathématiques et physiques du concours général de l'enseignement libre de l'Université Catholique d'Angers. J'ai par la suite étudié par correspondance en vue d'obtenir une licence ès sciences mathématiques pour devenir enseignant. En 1946 je devins enseignant tout en suivant à la Faculté des Sciences de Caen des cours d'analyse mathématique et de physique générale. C'est la lecture de l'ouvrage « Les rayons cosmiques » de Louis Leprince-Ringuet qui détermina ma vocation scientifique.

En 1953 je fus admis à l'Ecole Internationale d'été de physique théorique. Parmi les professeurs et conférenciers j'ai pu côtoyer d'éminents savants dont Albert Einstein et pas moins de cinq « Nobels » ou futurs « Nobels » Wolfgang Pauli, Rudolf Peierls, Alfred Kastler, William Shockley. Je ne me souviens plus particulièrement de Brice Dewitt, futur prix Lorentz, auteur d'un ouvrage de synthèse intitulé « Relativité générale Gravitation quantique » qui nous fit découvrir, en cinquante heures éblouissantes de clarté, la mécanique quantique relativiste.

Plus encore que la science pourtant immense de tous ces grands scientifiques, j'ai eu la chance de les voir vivre et de partager leurs savoirs, leurs passions et d'apprécier leur disponibilité et leur humilité.

C'est au cours de cette même année que je me suis marié avec Madeleine Fauny qui me donna deux fils qui tous les deux vivent, comme professeurs, une carrière scientifique.

Par la suite j'obtins un doctorat d'État ès sciences physiques, et fus nommé maître de conférences à la faculté des sciences de Clermont-Ferrand. En 1958 je créais avec Madeleine le laboratoire de recherche en physique nucléaire qui deviendra le «Laboratoire de physique corpusculaire» qui compte aujourd'hui 150 membres dont certains travaillent sur le programme « Boson de Higgs » au CERN.

Au fil des années j'ai organisé de nombreuses manifestations qui m'ont permis d'entretenir des contacts avec de nombreux physiciens éminents. En 1972 j'ai été élu et nommé par le Président de la République professeur titulaire de la chaire de physique générale au Conservatoire National des Arts et Métiers de Paris. Par la suite j'ai participé à la réalisation sur « Antenne 2 » d'un cours télévisé de physique fondamentale. Dans ces diverses fonctions, j'ai eu l'occasion de rencontrer les professeurs Louis de Broglie et Louis Leprince-Ringuet et de travailler avec eux.

Il me semble que vous êtes également très investi dans l'insertion sociale des handicapés ?

L'accueil dans nos laboratoires de jeunes chercheurs en situation de handicap a entraîné une inflexion de nos travaux personnels. Effectivement, à côté de mes activités scientifiques j'ai participé à l'organisation de différentes manifestations en faveur de l'insertion sociale des personnes handicapées. Entre 1978 et 1993 j'ai réalisé plus de trente missions de handicap au titre du CNAM au Cameroun, au Burkina Faso, au Sénégal, en Côte d'Ivoire, en Tunisie, au Togo, au Mali...

Ces missions, seul puis en équipe formée de médecins, chirurgiens, kinésithérapeutes,... appartenant au centre de Rééducation Fonctionnelle de Lorient, consistaient à réinsérer des personnes et les familles concernées par toutes les formes de handicap. A la suite de discussions avec les responsables des centres spécialisés, nous organisons régulièrement sous l'égide des Ministères de tutelle des journées de formation. Ainsi fut créé le Centre des enfants sourds et déficients auditifs de Yaoundé.

Par la suite j'ai pris la présidence de l'Association pour la Réadaptation et la Promotion des Enfants et des Jeunes (ARPEJ), puis de plusieurs associations ou organismes s'occupant de la réinsertion de personnes en situation de handicap. Je suis également devenu membre du Comité départemental d'éthique du Puy de Dôme.

En 1988, je fus nommé Commissaire Général de l'exposition patronnée par François Mitterrand, sur "L'homme réparé", à la Cité des sciences de la Villette

Que pensez-vous de la place dévolue aujourd'hui dans la société aux scientifiques ? Pensez-vous que les scientifiques jouent ou peuvent jouer le rôle que Pierre Teilhard de Chardin envisageait pour eux dans la société ?

Plusieurs faits ou situations peuvent constituer des éléments de réponse ou de réflexion.

Il est évident que pendant longtemps, un mouvement anti-sciences s'est nourri du développement rapide de la science dite "monumentale" (*The big science*). A titre d'exemples : l'énergie nucléaire et les conséquences du développement des armes nucléaires ; la domination de la haute technologie et l'expansion industrielle avec les conséquences de cette dernière sur le réchauffement climatique ; le caractère abstrait de la science fondamentale, notamment la physique quantique ; le coût des technologies spatiales dont on perçoit mal l'intérêt pour les hommes ; le risque des manipulations génétiques...

Il se trouve aussi qu'un certain silence s'est instauré sur les applications bénéfiques de la science dans des domaines tels que la médecine nucléaire ou sur les retombées technologiques

importantes de la physique quantique comme le laser en médecine, l'imagerie médicale, l'horloge atomique et ses applications en télécommunications, bientôt peut-être l'ordinateur quantique. Les campagnes de presse ont légitimement porté sur les risques : prolifération des déchets nucléaires, pollution...

Dans les Universités – pas seulement française – on a observé une réduction du nombre de vocations scientifiques et l'on a trop négligé le rôle que pouvait jouer la science comme outil de formation des intelligences par l'esprit critique qu'elle contribue à développer, par le sens des limites qu'elle introduit, par son apport en philosophie des sciences et surtout par sa contribution dans la lutte contre la misère, comme chemin de liberté.

Ce sont là autant d'éléments que Pierre Teilhard de Chardin avait parfaitement compris. Il a donné lui-même le magnifique exemple d'un chercheur qui ne s'est pas tenu à ce que Simone Weil appelait "son village", c'est-à-dire pour Teilhard la paléontologie. Sa science n'était pas un isolat par rapport à l'extraordinaire vision qu'il avait des autres disciplines et de son ouverture aux problèmes de l'humanité.

Pour répondre à votre question je dirais cependant que de plus en plus de scientifiques animés d'un esprit de culture générale sortent de leur « village isolé » et à l'exemple de Teilhard, mais aussi de Louis Leprince-Ringuet, de Jean Bernard ou de Michel Serres, s'efforcent de jouer le rôle qui était celui des pionniers de la Grèce antique : associer à la passion du progrès et de la connaissance, l'amour de la sagesse.

Pour conclure sur cette question d'ouverture de la science sur la société, il faut souligner le soutien de l'Académie des Sciences à l'initiative d'une introduction dans l'enseignement élémentaire de "La main à la pâte" de Georges Charpak et Yves Quéré.

En février dernier des physiciens américains du programme « BICEP 2 » ont fait savoir qu'ils avaient mis en évidence l'existence d'ondes gravitationnelles primordiales issues de la première seconde de l'univers. L'article de Marcel Comby que nous reprenons dans le présent numéro commente cette découverte. Qu'en pensez-vous ?

La belle expérience BICEP2 (*Background Imaging of Cosmic Extragalactic Polarisation 2*) menée dans l'Antarctique a conduit ses auteurs à une conclusion très forte : l'existence d'ondes gravitationnelles serait démontrée - sauf mise en évidence d'une source extérieure perturbatrice. Il s'agit d'une découverte majeure.

Depuis la découverte à la fin du XIXe siècle des ondes électromagnétiques, puis au début du XXe siècle du photon quantum de lumière et en même temps particule "porteuse" de l'interaction électromagnétique, la quête des ondes gravitationnelles et de son éventuelle particule, le graviton, s'est imposée aux physiciens, avec pour but, non seulement de compléter le tableau des interactions fondamentales de l'univers, mais aussi d'arriver à la compréhension de la phase inflatoire de son évolution.

Par rapport à l'interprétation de l'expérience BICEP2, une contestation a cependant été récemment développée par le groupe ESA (European Society for Astronomy) au titre de la collaboration « Planck », nom du satellite lancé en 2009 et placé en un point de stabilité située à 1 500 000 km de la terre (« point Lagrange 2 »). Selon ESA, les poussières galactiques (apparues bien après le big-bang) auraient tendance à s'aligner dans la direction du champ

magnétique, entraînant une polarisation du rayonnement fossile semblable à celle détectée par BICEP2. Rappelons par ailleurs que BICEP2 n'observe que 1 % de la voûte céleste, et dans une seule bande de fréquences avec des performances aisément améliorables tandis que l'observatoire « Planck » couvre l'ensemble de la voûte céleste dans six bandes de fréquences. Il résulte de tout cela qu'après ce coup de tonnerre du début de l'année 2014, les découvertes de BICEP2 doivent encore à être confirmées.

Au regard de cette récente découverte, les physiques quantique et relativiste sont-elles sur le point de s'unifier ?

Il s'agit d'une longue quête, depuis la tentative d'Einstein jusqu'aux travaux très prometteurs de Brice Dewitt, notre professeur de mécanique quantique à l'Ecole Internationale de physique théorique des Houches. Avant de mourir Brice Dewitt, appelé par certains spécialistes de l'Académie des sciences le « nouvel Einstein », a achevé une synthèse monumentale en deux volumes de « gravitation quantique ». Il serait trop long d'en décrire ici le contenu. Disons simplement que l'on progresse mais que l'affaire n'est pas close.

On notera, parmi les recherches de pointe actuelles, la « théorie des cordes » dont le propos est d'assurer la quantification de la gravité.

De même des recherches de super symétrie en physique des particules auraient des retombées en « super gravité ».

Dans un dossier intitulé « Enfance de l'univers » que vous avez récemment publié dans le numéro de mars 2014 de la revue « Auvergne Sciences » vous dites qu'il y a « cinq dates clés » dans l'histoire de l'univers :

10^{-43} secondes

10^{-35} seconde

10^{-11} seconde

380 000 ans

13 milliards 820 millions d'années

Comment justifiez-vous ces choix ?

10^{-43} seconde : c'est le temps de Planck, une singularité mathématique. La gravité se sépare des autres interactions ce qui résulte d'une transition de phase, d'une « brisure de symétrie » spontanée telle que la gravitation se trouve « gelée ».

10^{-35} seconde : C'est le début de l'inflation. La force nucléaire forte se sépare de la force électrofaible

10^{-11} seconde : Les forces faible et électromagnétique se séparent.

380 000 ans : l'univers devient transparent aux photons qui « volent librement ». Le fonds diffus cosmologique peut se former

13 milliards 820 millions d'années : aujourd'hui (maintenant) par rapport à l'instant du big-bang !

Au regard de votre expérience de physicien concernant l'évolution du cosmos, pensez-vous que celle-ci est orientée suivant une direction de complexité croissante comme le prétend Teilhard de Chardin ?

La mise en évidence de l'extrême importance de la complexité, de son rôle dans l'émergence de la vie, dans la montée de la conscience est la découverte majeure de Pierre Teilhard de Chardin. « *Notre univers serait inutile si nous le réduisions au Très Grand ou au Très Petit, c'est-à-dire aux deux seuls abîmes de Pascal. Un troisième abîme existe, celui de la complexité* »...

C'est sous ces trois abîmes qu'est bâti spatialement le monde : l'infime et l'immense sans doute, mais aussi l'immensément compliquée. Quel est l'effet spécifique du très grand complexe ? C'est ce que nous appelons la vie : la vie ne serait pas autre chose que la physique du grand complexe.

Sans la moindre erreur de formulation, Teilhard précède Von Neumann¹ le grand physicien et mathématicien, dont Staline disait que son cerveau valait « plus de 20 divisions armées ». Il comparait l'ordinateur le plus puissant ou les grands automates artificiels avec le cerveau humain et décrivait les premiers comme des systèmes « hautement compliqués » et le cerveau humain comme un système « extrêmement hautement compliqué »...

Dans « L'Avenir de l'homme » Teilhard préfigure la théorie de l'information et écrit « *nous voyons le cerveau – notamment le cortex – grossir et se compliquer... Qu'est-ce à dire ? Sinon que traduire par l'accroissement du système nerveux une montée continue, une marée de conscience qui se manifeste objectivement au cours des âges* ».

Toute la question est d'établir « la mesure de la complexité ». C'est ce qui a été tenté à partir de la théorie de l'information élaborée par Brillouin, Wiener et Shannon dans les années 1950. Une page imprimée normale contient 10.000 unités binaires d'information (bits), une cellule bactérienne compte de 10^{11} à 10^{12} bits soit l'équivalent de 25.000 à 250.000 livres de 400 pages... Et l'homme ? Que dire de sa complexité fonctionnelle ? Sous réserve nous donnons le chiffre de Dankoff et Quaster : 10^{24} bits à quelques ordres de grandeur près...

Peut-on expliquer cette orientation par le seul effet du hasard ? Dans la négative quelle explication donnez-vous ?

L'existence d'un « attracteur universel » vous semble-t-elle plausible ?

« Dieu ne joue pas aux dés » disait Einstein.

Il appartient à chaque discipline scientifique d'étudier et de préciser les voies de complexification.

Le problème des « attracteurs » fait intervenir plusieurs concepts nouveaux et notamment celui de chaos déterministe. Ce chaos déterministe introduit par le thermodynamicien Boltzmann n'a rien à voir avec le hasard du jeu de dés. Il part du constat que si une modification, même très petite, vient perturber à certains instants dits initiaux l'état d'un système dynamique, il est impossible de prévoir la variation pouvant être grande, très grande même, que cette perturbation entrainera au bout d'un intervalle de temps très élevé: millions ou centaines de millions d'années. Et cette impossibilité ne résulte pas d'un effet du hasard, ni

¹ Theory of self reproducing Automat

d'une violation des lois de la nature, ni d'une faille de rationalité mais bien d'une rupture de prévisibilité.

Ainsi, certains phénomènes physiques pourtant décrits par des équations déterministes, comme les trajectoires des astres en mécanique céleste, peuvent donner lieu à l'apparition d'un chaos déterministe en apparence semblable au chaos « stochastique » ou « aléatoire » caractérisé par le hasard. C'est de ce second chaos que relèvent les phénomènes décrits par les équations de Schrödinger et de Dirac en physique quantique.

Il résulte de cela une conséquence importante : même des équations déterministes très simples peuvent conduire à des comportements très complexes, pratiquement indiscernables de processus aléatoires. Cela conduit au développement d'un champ de recherche hautement interdisciplinaire appelée « dynamique non linéaire », nécessaire à la compréhension des systèmes très complexes. Leurs applications couvrent les domaines de la météorologie, de la biologie, de la physique, de l'astrophysique... et pourquoi pas le domaine de l'évolution.

Pour justifier que l'évolution du cosmos soit orientée vers une montée de complexité il faut considérer que tout être ou système complexe va posséder des propriétés non comprises dans celle de ces composants. On s'exprime ainsi : la montée de complexité fait émerger des qualités inattendues au regard de la structure élémentaire qu'il s'agisse de structure atomique... ou d'ADN d'où le passage par émergence de l'atome élémentaire à « la matière », de la matière inanimée à la vie (la bactérie par exemple), de la vie à la conscience. L'homme sommet de la complexité apparaît dans la continuité de l'évolution du groupe des « grands singes », mais ses singularités notamment au niveau de l'importance relative du cortex, soulignent la discontinuité de son émergence.

Peut-on imaginer à l'instar des « Attracteurs étranges » mis en évidence par la science l'existence d'un « Attracteur universel » pour expliquer l'évolution de l'Univers ? Je ne crois pas que l'état de la science, avant très longtemps, permette d'y répondre. Il appartiendra demain aux scientifiques d'affronter ce défi. Mais en attendant, il ne nous est pas interdit, comme Teilhard, de voir un tel attracteur dans la figure du Christ cosmique. En posant la question déterminante de la relation entre le Christ et l'Univers, l'hymne de la Lettre de Paul aux Colossiens (1,15-20) donne au scientifique chrétien un éclairage stimulant. Parlant du Christ, l'apôtre Paul écrit : *" Il est l'image du Dieu invisible, Premier-né de toute création, Car en Lui tout a été créé, dans les cieux et sur la Terre, les êtres visibles comme les invisibles. Tout est créé par Lui et pour Lui ; et il est, Lui, par devant tout ; Tout est maintenu en Lui. "*

Pouvez-vous expliquer pourquoi et comment, depuis leur publication en 1955, vous vous êtes tant intéressé aux œuvres de Pierre Teilhard de Chardin ?

À partir de 1955, libéré des contraintes d'épreuve de préparation d'une thèse de doctorat ès sciences, tout en me consacrant à l'élaboration de mon enseignement universitaire de physique fondamentale, j'étais décidé à ne pas me limiter au « village isolationniste » de ma discipline.

D'où la décision, maintenue jusqu'à ce jour, de fonder et d'enrichir ma libre réflexion scientifique sur l'harmonie de la relation « science et foi ». En réalité, depuis 1945, un ouvrage du père Émile Mersch « La théologie du corps mystique » qui portait sur ce sujet était devenu mon livre de chevet. J'y reviendrai. En 1962, c'est l'ouvrage essentiel du père Henri de Lubac « La pensée religieuse du père Teilhard de Chardin » éblouissant de clarté, de rigueur et de profondeur qui m'a introduit à la connaissance initiale de Teilhard. Lors d'une

journée de la « Paroisse Universitaire » il m'a été donné de m'exprimer sur le thème « science et foi » d'après le père Teilhard de Chardin. Des amis m'ont ensuite demandé de redonner cette conférence, ce qui m'a permis de creuser le sujet...

Vous venez de terminer la rédaction d'un essai, qui nous l'espérons sera prochainement publié, portant sur les « résonnances » existant entre Saint Jean de la Croix et Teilhard de Chardin. A 89 ans, quels sont les motifs qui vous ont poussé à réaliser un tel essai ?

Ces motifs sont d'ordres théologiques et spirituels.

Théologique : à la suite d'un cours approfondi de théologie suivie pendant trois ans à l'institut théologique d'Auvergne à Chamalières, le professeur, ancien supérieur de séminaires, nous faisait « cheminer ». Le passage du chaos initial à l'apparition des particules que nous nommons aujourd'hui électrons, neutrinos, quark, bosons me passionnait. Pour moi ces parcelles devraient à la plénitude des temps constituer le corps du Seigneur. L'avant du Seigneur commençait déjà dans le chaos ! La race humaine qu'il suscita le sixième jour était en réalité sa race ! Très vite je cherchais en Teilhard ce qui avait trait à l'Incarnation...

Spirituels : A la suite de missions scientifiques en Espagne j'ai suivi un cours sur Saint Jean de la Croix. J'ai lu et relu sa biographie et ses œuvres complètes et y ai trouvé de nombreuses « harmonies » avec les œuvres spirituelles de Teilhard : l'omni présence divine, l'incarnation, le Feu divin, le Mystère du visage...

L'ouvrage dont je termine la rédaction « *Sur mon chemin, le Rosaire expérience d'un scientifique chrétien* » ne pouvait que faire se retrouver Saint Jean de La Croix, Teilhard et le Christ. Un cheminement balbutiant, il faut le préciser. Une vie de scientifique est bien loin de suffire à la tâche...

Pour Saint Jean de la Croix, quatre grandes fresques ont marqué mon « cheminement » : La montée du Carmel, La nuit obscure de l'âme, Le cantique spirituel, La vive flamme d'amour...

Pour le père Teilhard de Chardin, j'avoue une prédilection pour le Milieu divin, La messe sur le monde, Les écrits du temps de la guerre et l'ouvrage du père Henri de Lubac. Aujourd'hui, de façon privilégiée les notes de retraite et du père Martelet « Teilhard, prophète d'un Christ toujours plus grand ».

Pour conclure, et revenir à votre première question « Qui êtes-vous Louis Avan ? », je proposerai le poème écrit par Saint Jean de la Croix dans sa prison de Tolède, non loin des bords du Tage :

**Bien sais-je la source qui jaillit et fruit
Mais c'est de nuit
Cette source éternelle bien est celée
Et pourtant sa demeure je l'ai trouvée
Mais c'est la nuit !**

Ce texte résume ma situation dont le cheminement se résumerait plus brièvement en suivant le père Teilhard de Chardin en : « *foi en Dieu, oui, mais Par et En le Christ* » avec deux souhaits également teilhardiens : « *Que se développe en moi la Sainte Présence* » et que le Seigneur entende ma prière : « *Mon Dieu faite pour moi dans la vie de l'Autre, de tout autre, briller Votre visage* ».