

# Lectures pour la Marquise et pour ses Amis

**LE QUARK ET LE JAGUAR**, voyage au coeur du simple et du complexe par Murray Gell-Mann, traduit de l'américain par Gilles Minot ; 444 pages ; éd Albin Michel 1995 (150 F)

NOTE DE LA REDACTION : " *Un grand livre par un des plus grands physiciens vivants*" écrivait Roland Omnès dans **La Recherche** à propos de cet ouvrage. Nous avons été plusieurs aussitôt à nous plonger dans ce gros livre. Avec des réactions diverses qui ne se contredisent pas mais donnent des éclairages assez différents pour qu'il soit instructif de les confronter, en attendant, peut-être, une synthèse...

## UN LIVRE AMBITIEUX

Ce livre a l'ambitieux dessein de présenter une vision scientifique cohérente de l'ensemble de l'Univers, des particules élémentaires à l'homme et jusqu'aux sociétés humaines, du plus simple au plus complexe. Qui, mieux que le père des quarks, pouvait nous parler de la quête de la simplicité par la physique fondamentale ! Cet exposé clair qui démystifie les faux paradoxes et autres "calembredaines" nous conduit en douceur jusqu'aux derniers développements de la mécanique quantique des champs unifiée de toutes les particules et de toutes les forces.

A l'opposé, l'Auteur s'attaque à l'étude des systèmes adaptatifs complexes à l'oeuvre dans des processus aussi divers que l'apparition de la vie, l'évolution biologique, l'apprentissage de la pensée chez les animaux et les hommes, l'évolution des sociétés humaines, l'utilisation de logiciels informatiques pour faire des prédictions et en déduire des stratégies... Il montre comment chercher des règles simples valables dans tous les cas pour mesurer la complexité et rendre compte du fonctionnement de ces systèmes adaptatifs. Bien des pistes et des résultats proviennent des travaux du SFI, l'Institut (très) pluridisciplinaire de Santa Pé, au Nouveau Mexique (USA) pour lequel l'Auteur a un grand attachement.

De grandes questions se posent pour comprendre comment les particules élémentaires ont finalement pu produire les systèmes adaptatifs complexes. Comment la simplicité et la régularité de l'Univers primordial ont-elles donné naissance aux conditions intermédiaires entre l'ordre et le désordre nécessaires à l'émergence et à l'évolution des êtres vivants ? Comment lois fondamentales et hasard interagissent-ils pour construire progressivement les systèmes complexes ? Comment le hasard, nécessaire à l'évolution, est-il issu de l'indéterminisme quantique ? Comment établir la flèche du temps, théâtre de l'émergence de la complexité ?

En conclusion et dans un cadre qui n'est plus strictement scientifique, l'Auteur s'interroge sur l'avenir de l'ensemble de la biosphère à la lumière de son étude de l'évolution des systèmes adaptatifs complexes. Comment envisager de la façon la plus rationnelle la préservation des espèces animales et végétales ? Comment pouvons-nous influencer l'évolution des sociétés humaines en luttant contre les particularismes destructeurs tout en préservant la richesse de la diversité des cultures ? Voilà de quoi nourrir une large réflexion sur nos responsabilités.

Annie Laval

## QUELQUES EXTRAITS DE PRESSE

*"Si le contenu est foisonnant, le style est si limpide et la traduction si bonne que tout paraît facile... L'exposé que nous donne Gell-Mann de la théorie des cordes est un véritable tour de force, quand on voit de quelles subtilités chaque mot est chargé sous l'apparente aisance, pour exprimer l'essentiel."*

Roland Omnès (**La Recherche**, octobre 1995, p.131)

*" Il est remarquable que l'Auteur place au premier plan de son analyse les récentes tentatives de définition de la complexité... Cette leçon de science ouverte, modeste et pourtant ambitieuse, soucieuse de comprendre, mais aussi de protéger et de préserver, s'adresse à tous..."*

Jean-Paul Delahaye (**Pour la Science**, novembre 1995, p.191)

## UNE LECTURE DECEVANTE

Les Américains aiment commencer un exposé ou même un discours par une anecdote bien choisie en guise d'introduction. Mais lorsque anecdotes et petites histoires se multiplient dans l'exposé, comme c'est ici le cas, on finit par s'y perdre ou, en tout cas perdre son temps quant à une lecture sérieuse. N'est-ce pas un effet délétère de la composition des écrits "au traitement de texte" ?

Une autre remarque : de très nombreux scientifiques américains sont cités dans ce livre, tous n'étant pas universellement connus – des notes informatives auraient été bien venues – alors que ni de Broglie ni Aspect ne sont cités. La vision de Gell-Mann sur le monde des physiciens n'est-elle pas un peu limitée à ceux qui gravitent autour du Santa Fé Institute qu'il a créé ?

Serge Pelat

## LUMIERE SUR LE CHAOS

Comprendre comment, à partir de la structure finalement très simple de la matière, on observe une remarquable et complexe diversité des formes des êtres vivants et des grandes structures de la nature, planètes, étoiles et amas d'étoiles, galaxies et amas de Galaxies, etc , il n'est pas de plus beau sujet. On devine la jubilation d'un savant tel que Gell-Mann, entouré de ses amis et collaborateurs du SFI (Santa Fé Institute) qu'il a créé et consacré à l'étude de la simplicité et de la complexité. Compétence indéniable de l'inventeur des quarks à nous présenter QED, l'électrodynamique quantique, comme exemple typique de ce qui est fondamental ; d'ailleurs il rejoint ce qu'en disait, encore mieux que lui, Richard Feynman, dans son chef d'oeuvre **Lumière et matière : une étrange histoire**.

Par contre, ne reste-t-il pas à la surface du sujet lorsqu'il tente de définir (ou même de mesurer) la simplicité d'une définition par la brièveté du programme algorithmique qui l'exprime. Exemple qui montre le souci de l'Auteur de puiser dans tous les domaines : la conjecture de Goldbach qui énonce, en arithmétique, que tout nombre pair supérieur à 2 est la somme de deux nombres premiers. Si elle est fautive, soit alors  $g$  le plus petit entier pair supérieur à 2 qui n'est pas somme de deux nombres premiers ; sa définition qui vient d'être donnée tient en deux lignes alors que son calcul mériterait sûrement un très long traitement, même avec une puissante machine. Mais ce bon exemple ne montre-t-il pas la vanité de ces recherches sur simplicité et complexité ?

J'ai trouvé plus de profit dans les pages sur la mécanique quantique. Des remarques générales très pertinentes : "*La mécanique quantique fait violence à notre intuition ou plutôt c'est la manière dont s'est édifiée notre intuition qui ignore le comportement quantique.*". Ne pas manquer le chapitre 11 : "*Un regard contemporain sur la mécanique quantique.*".

Dans son Epilogue, l'Auteur rappelle que son livre n'est pas un traité mais que sa fonction principale est de stimuler la réflexion et la discussion entre ses lecteurs. La diversité des réactions des lecteurs prouve que le livre atteint son but. Tous les premiers chapitres qui concernent les systèmes adaptatifs complexes m'ont à la fois intéressé et déçu ; j'en attendais plus. Il m'a semblé que la vision de l'histoire des sciences qu'avait Gell-Mann était d'un champ trop limité (je corrige aussitôt cette critique en reconnaissant que ma propre vision de l'histoire des sciences est, elle aussi, fort limitée).

La lecture du livre est embarrassée par maintes remarques ou anecdotes qu'on peut estimer superflues ou peu éclairantes. On aurait préféré la brièveté ou la densité d'un grand écrivain. Faut-il accuser les difficultés de la traduction ? La remarque : "*Il est utile de considérer le chaos comme un mécanisme susceptible d'amplifier au niveau macroscopique l'indétermination inhérente à la mécanique quantique.*" (p 44) est un bon exemple de celles qui font réfléchir. Alors que : "*Il est possible de remonter la trace de la flèche thermodynamique du temps jusqu'à la condition initiale simple et à la condition finale d'indifférence totale dans la formule quantique pour les probabilités des histoires décohérentes à gros grain de l'Univers*" (p 252) laissera plus d'un lecteur dans l'inquiétude. Mais il est vrai que Racine lui-même a laissé dans **Polyeucte** des vers qui font rire les potaches.

J'en reviens aux réflexions de Gell-Mann sur hasard et indétermination quantique : "*Puisque rien ne peut être assuré avec une précision absolue, le chaos engendre une indétermination effective au niveau classique qui vient s'ajouter à l'indétermination de principe de la mécanique quantique. L'interaction entre ces deux sortes d'imprédictibilité est un aspect fascinant et encore trop peu étudié de la physique contemporaine.*" (p.43)

Pour l'avoir clairement dit, j'oublie les lourdeurs du livre de Gell-Mann.

G.W.

**HISTOIRE DE L'ASTRONOMIE** par André et Georges Delobbe ; publication de l'Ecole Moderne Française, 06376 Mouans-Sartous Cedex.

Sans être une histoire universelle, ce livre de 48 pages est simple et essentiel : la densité de ses informations, la variété des sources bibliographiques, la pertinence de ses schémas offrent au lecteur un tour du monde de l'astronomie dans l'espace et dans le temps. Si une histoire de l'astronomie n'échappe pas à l'évocation de l'astrologie, là les Auteurs ont voulu une évocation large des sciences (ou de leurs prémisses) en évoquant l'astrométrie, l'astrophysique, la mesure du temps, la géographie nautique sans oublier les biographies indispensables (Ptolémée, Copernic, Galilée, ...).

Plus qu'une histoire événementielle, cet ouvrage présente une histoire des idées sur l'Univers au cours des siècles et parmi plusieurs civilisations ; la présentation des cosmogonies permet au lecteur de suivre l'évolution de la pensée en astronomie et d'adhérer à la théorie actuelle du Big Bang jusqu'à ce qu'une nouvelle théorie vienne améliorer les précédentes.

C'est un livre d'une réelle portée pédagogique qui peut à la fois conseiller l'animateur en astronomie, le professeur de sciences et l'adolescent qui se passionne pour le cosmos.

Michel Royer (planétarium du CES G.Sand, Châtelleraut)

**LES OREILLES DANS LES ETOILES** par Michel Boujenah, Daniel Kuntz et Jacques Lanzmann avec la collaboration de Florence Chambouleyron pour les textes et de Michel Mussau pour la musique ; 144 pages le livre contient un disque CD ; éditions Ramsay 1995 (135 F).

L'heureuse collaboration d'un astrophysicien, Daniel Kuntz, avec journalistes, comédiens et musiciens nous donne un joli livre relié au texte simple et clair accompagné d'un disque pour les jeunes lecteurs qu'un texte sérieux rebuterait. Boujenah parle clairement, assez doucement et la musique d'accompagnement est douce. Une réussite.

**DES PLANETES AUX GALAXIES** par J-P.Verdet et C. de Bergh ; un volume de 96 pages, format 15/21 cm, couverture souple illustration en 4 couleurs, collection "en savoir plus" ; éd Hachette éducation, 1995 (59 F).

La présentation du livre est attrayante en mariant texte et illustrations en couleurs. Comme les autres livres de la collection, ils peuvent être consultés par les enfants dès 10 ans. Le livre comporte un lexique, un index et des pages encyclopédiques à la portée des jeunes élèves.

**ROBERT OPPENHEIMER** par Michel Rival ; collection "Grandes Biographies", 292 p. ; éditions Flammarion 1995 (125 F)

Publier en 1995 une biographie de Robert Oppenheimer, c'est nous faire revivre un grand moment de la recherche en Physique nucléaire et un grand drame, un des plus grands dans un siècle qui n'en a pas manqué. C'est aussi nous proposer une réflexion d'actualité sur les essais nucléaires grâce auxquels la politique française s'illustre à sa façon. Le livre de Michel Rival, passionnant comme un bon roman, paraît donc à son heure.

Robert Oppenheimer est né en 1904 à NewYork dans une famille juive d'origine allemande qui avait fait fortune dans le commerce des tissus. Milieu ouvert, agnostique et cultivé. Le jeune homme fait de bonnes études, qui l'orientent d'abord vers la minéralogie. Alors que ses parents pensent plus aux dollars qu'aux études, le garçon, qui est assez solitaire, considère celles-ci comme un refuge où se satisfait son goût de l'abstraction. Il entre à Harvard, est Bachelor of Arts en chimie en 1925.

Commence alors cette décennie 1925-35 qui sera décisive dans l'histoire de la physique de la matière et au cours de laquelle, de Cambridge (Grande Bretagne) à Göttingen, Oppenheimer se frottera aux plus grands noms de la physique du siècle, Rutherford, Bohr, Born, Heisenberg, ...Il deviendra - ce qui était sa vocation- un physicien théoricien. Le séjour à Göttingen est particulièrement fructueux pour lui. Ce lieu, dit-il, est "UNE FONTAINE DE SAGESSE QUANTIQUE". Il y connaît un complet épanouissement comblé par les découvertes des uns et des autres, à la cadence d'un résultat nouveau chaque jour. Heisenberg, Born et Jordan ont alors réussi à présenter la mécanique quantique

dans un formalisme matriciel qui fait écho aux travaux de Louis de Broglie et de Schrödinger. Le grand pas est celui de l'introduction du probabilisme à l'échelle quantique. Chaleureusement intégré dans ce groupe de chercheurs, Oppenheimer reconnaît : "*J'acquis graduellement le sens de la physique et, plus graduellement encore, un goût pour elle; ce qui ne se serait vraisemblablement pas produit si j'étais resté seul enfermé dans une chambre*".

En 1926, Oppenheimer pense qu'il y a une probabilité, même si elle est très faible, de déstabiliser l'atome d'hydrogène : grande découverte de ce qui sera plus tard appelé "effet tunnel". Il soutient alors sa thèse de doctorat sur la théorie quantique des spectres continus. En 1928, il rejoint le Californian Institute of Technology, le fameux CalTech, où il pourra poursuivre ses recherches, où il fait la connaissance de Millikan (qui en 1911 avait découvert la charge de l'électron) et de Lyman, le spécialiste de spectrographie. Avant de prendre ses fonctions de professeur à Berkeley, un dernier voyage le conduit à Utrecht chez Ehrenfest puis à Zurich chez Wolfgang Pauli qui "*n'enseignait pas à la manière courante, il initiait*". Oppenheimer a vraiment parfait sa formation au contact avec les meilleurs savants de son temps.

Sa carrière de chercheur et de professeur se présente alors sous les meilleurs auspices. Par ailleurs, c'est tout juste si l'homme Oppenheimer commence en 1936 à prendre conscience de la gravité des problèmes de la société contemporaine ; il fait la connaissance de Haakon Chevalier, professeur de littérature à Berkeley et défenseur des droits civiques. C'est au moment où la défense des Républicains espagnols requiert son attention que la question de la fission nucléaire et la possibilité de "réactions en chaîne" est discutée dans le milieu des physiciens. Einstein écrit sa fameuse lettre à Roosevelt en octobre 1939. L'Histoire, avec un grand H, prend un tournant qui va entraîner Oppenheimer dans son tourbillon.

Face au péril nazi, il aurait été suicidaire de ne pas mettre tous les moyens de l'Amérique dans les recherches sur la bombe comme le demandait Einstein lui-même. Encore fallait-il trouver les hommes compétents et capables d'organiser un tel travail. En Allemagne aussi, on devait chercher. La chance voulut que le savant théoricien Oppenheimer sut se transformer en génial ingénieur alors que son symétrique Heisenberg resta professeur théoricien (il faut dire aussi que les conditions de travail sous la botte nazi ne pouvaient être bonnes). En tout cas, de son côté, Oppenheimer sut s'adapter à toutes les tâches de la direction d'une équipe qui, à Los Alamos, dans ce coin perdu du Nouveau Mexique, réunit plus de 5000 personnes dont 1100 chercheurs. La folie raciste de Hitler, meurtrière en Europe, eut aussi pour conséquence l'afflux en Amérique des savants les plus experts et augmenta donc les chances de réussite des recherches américaines. Le 2 décembre 1942, Enrico Fermi et Compton réalisaient à Chicago la première réaction en chaîne expérimentale. Le 25 février 1943, Oppenheimer est nommé responsable du développement et de la fabrication finale d'un instrument de guerre.

Essayons de comprendre, de sentir, le véritable traumatisme qu'a dû provoquer ce changement pour Oppenheimer : passer du climat de la recherche théorique avec ce qu'elle comporte d'échanges entre laboratoires différents et par conséquent l'absence de secret aux contraintes extrêmes des recherches de guerre avec les risques de l'espionnage de la part des nazis et sans doute aussi de la part des Russes. Le 4 juillet 1944, il peut annoncer aux officiels la découverte de la fission spontanée du plutonium. Alors la grande question se pose: faut-il poursuivre la fabrication de la bombe? En Allemagne, les recherches dans ce domaine ont été abandonnées (au profit de la construction des fusées et autres missiles). Szilard veut persuader Roosevelt d'abandonner la fabrication de la bombe dont l'utilisation sur le Japon risque de provoquer la recrudescence de la course aux armements, en particulier avec Staline. Mais le 2 avril 1945, Roosevelt meurt. Truman autorisera l'essai au Nouveau Mexique (16 juillet) et la bombe sera lancée sur Hiroshima le 6 août.

Fallait-il lancer la bombe ? Fallait-il ensuite lancer la recherche sur la bombe H, la superbombe à hydrogène ? Oppenheimer, d'abord réticent, s'y rallie. Est-ce faiblesse de caractère comme certains l'insinuent. On met au compte de son caractère influençable le fait qu'il ait fréquenté des personnes plus ou moins liées à des mouvements noyautés par les communistes. On le jugera trop indifférent envers les exigences de sécurité. Le 29 juin 1954, le Comité de l'Energie Atomique déclare que Oppenheimer "*ne peut plus bénéficier de la confiance du gouvernement*". Il deviendra alors directeur de l'Institut des Etudes avancées de Princeton. Son honneur de savant est intact mais l'homme a été profondément blessé par les attaques et la suspicion des "patriotes" à la Mac Carthy.

Comment lire aujourd'hui le livre de Michel Rival sans rapprocher la décision historique de Truman (bombarder Hiroshima en 1945) et celle de Chirac (relancer en 1995 les essais nucléaires) ? Les deux situations sont certes sans commune mesure. Mais, dans les deux cas, on se trouve devant le même fait : la société a confié à des physiciens et à des techniciens la tâche de mettre au point une machine infernale ; la tâche réalisée, la gent positive décide de la mise en pratique. Le grand drame du siècle n'est-il pas là : d'un côté l'admirable et ardente curiosité qui anime les chercheurs de toutes les disciplines pour faire avancer le savoir de l'espèce humaine et à côté le péril de mettre ce savoir et le pouvoir qui en résulte entre des mains pas forcément dignes. Ce que Robert Oppenheimer devait ressentir, au lendemain du massacre d'Hiroshima, quand il écrivait à un de ses anciens maîtres : "*Vous comprendrez que cette entreprise n'a pas été réalisée sans appréhensions ; elles pèsent lourd sur nous tous aujourd'hui quand le futur, qui a tant d'éléments de promesse, se trouve à deux pas seulement du désespoir.*"

G.W.

## DANS LES REVUES

**Pour la science** – Novembre 1995 : "Le vaisseau spatial du XXI ème siècle" par Freeman Dyson (miniaturisation, propulsion ionique au xénon, handicap des vols habités).

Décembre 1995 : "A la recherche d'autres mondes" par Jean Schneider.

Février 1996 : "Hipparcos, premiers résultats" par Lucienne Gouguenheim

**La Recherche** – Novembre 1995 : "Effet tunnel : plus vite que la lumière" par Aephraïm M. Steinberg.

Décembre 1995 : "L'enseignement des sciences est à repenser" par Claude Allègre.

Janvier 1996 : "Neutrinos du Soleil, rendez-vous avec la Lune" par François Nanucci "Embryons d'étoiles dans M.16" par Jean-Marc Huré ; "Le Soleil" par Jean-Marc Huré et Jean-Paul Zahn (dans la rubrique "bac to basics" ici spécialement réussie).

Février 1996 : "Observatoire infrarouge en orbite" par François Boulanger ; "La destruction des montagnes" par Jacques Malavielle et Michel Seranne.

## LECTURES EN COURS

Ouvrages dont une analyse sera publiée ultérieurement mais dont l'intérêt mérite qu'ils soient cités sans tarder :

**Astronomie et Astrophysique**, cinq idées pour explorer et comprendre l'Univers , par Marc Seguin et Benoit Villeneuve ; 550 p. relié ; éd Masson 1995.

**Le rayonnement cosmologique**, trace de l'Univers primordial par M.Lachièze-Rey et G.Gunzig ; collection "de caelo", 216 p. ; éd Masson 1995.

**La mathématisation du réel** par Giorgio Israël ; collection "science ouverte" ; 364 p. éd Seuil 1996.

**La formation de la pratique scientifique**, le discours de l'expérience en France et en Angleterre (1630-1820) par Christian Filoppe ; collection "Textes à l'appui", 346 p. éd La Découverte 1996.

**Hubble** l'inventeur du big bang, par Igor Novikov et Alexander Sharov ; traduit de l'anglais par Vincent Fleury ; collection "Figures de la science", 304 p. éd Flammarion 1995 (140 F).

**Pierre Curie** par Anna Hurwic ; préface de P.G.de Gennes ; collection "Figures de la science" ; éd Flammarion 1995 (139 F).

**La fin des certitudes** par Ilya Prigogine ; 224 p. ; éd Odile Jacob 1996 (140 F).

---

Abonnés des CAHIERS CLAIRAUT, si votre abonnement était arrivé à son terme avec le N°72, pensez sans plus tarder à votre réabonnement, le présent n°73 risquerait d'être le dernier à vous parvenir.

---