

sur cette page :

| [sommaire](#) | [introduction : 1895, la physique achevée](#) | [conclusion : 2006, la physique achevée ? revue de presse](#)

## Sommaire

### Préface

### Introduction

#### Une cascade de découvertes

► Les mystérieux rayons du professeur Röntgen - Les surprises du professeur Becquerel - Pierre et Marie Curie : de nouveaux éléments - Les chemins de la découverte - Un prix Nobel pour trois

- Encarts : La bobine de Ruhmkorff - Rayons X et fluorescence

#### Les surprises de la radioactivité

► Joseph John Thomson et la saga de l'électron - Alpha, bêta, gamma - Transmutation ! - Mystères autour de l'électron - William Crookes, le retour

- Encarts : L'expérience de Thomson Encar, probabilité de désintégration et période radioactive - Le radium

#### L'année Einstein et les bouleversements de la physique

► Michelson et la vitesse de la lumière - Planck et le spectre du corps noir - Vitesse de la lumière et relativité restreinte - Relativité restreinte et radioactivité - Les grains de lumière d'Einstein - Une apparente contradiction - La mécanique et la physique entièrement renouvelées

- Encart : Les équations de la relativité

#### L'atome révélé

► La radioactivité - L'expérience de Marsden et Geiger - L'atome de Rutherford : un mini système solaire - L'atome de Bohr ou le doigt de l'engrenage quantique... - De la mécanique ondulatoire à la mécanique quantique - L'atome d'aujourd'hui

#### Des mystères s'éclaircissent

► Le noyau, origine de la radioactivité - Les isotopes - Radioactivité et transmutation - Les familles radioactives - Dualité onde-corpuscule et radioactivité alpha (Gamow) - Les succès de la mécanique ondulatoire - L'énigme de l'émission  $\sim$  - Gamow ou la sortie du tunnel...

- Encart : Diffraction et interférences de faisceaux d'électrons

#### La clé du noyau

► Qu'est-ce qu'un noyau ? - Des transmutations provoquées ! - Des noyaux constitués de protons et d'électrons ? - Le neutron devait être anglais - Les rayons « ultrapénétrants » de Bothe et Becker - L'erreur de Frédéric et Irène Joliot - Le neutron de Chadwick - Le noyau « revisité » - La carte des isotopes - Le nouveau visage de la radioactivité - Les subtilités de la radioactivité gamma - Émission  $\gamma$  pure et isomères nucléaires - La conversion interne - Pourquoi le noyau n'émet-il pas ses

constituants ? - Retour sur les expériences de Rutherford et de Bothe - Mais tout n'est pas résolu

- Encarts : Principe de la chambre de détente de Rutherford - Spin de l'atome d'azote et composition de son noyau

#### Les forces nucléaires ou la fin des énigmes

► L'impuissance des forces connues - Des particules  $\sim$  bien disciplinées... - L'anarchie du rayonnement  $\sim$  - Le petit neutron : Pauli ou Fermi ? - Le neutrino de Fermi - Une force nouvelle : l'interaction faible - L'interaction forte, une force « made in Japan » - Particules élémentaires et forces fondamentales en 1935

- Encarts : Bilan de masse et d'énergie dans la radioactivité  $\sim$  - L'intensité des forces

#### Antimatière

► D'étranges observations - Le positon de Dirac - ...trouvé par Anderson ! - Création et annihilation de positons - Et les Joliot ?

#### La radioactivité artificielle ou la revanche des Joliot

► Les prémisses d'une nouvelle découverte - L'expérience cruciale - La découverte - D'autres isotopes nouveaux - La preuve - Deux radioactivités  $\sim$  - La dernière joie de Marie Curie - Réflexions sur une découverte

#### Les isotopes artificiels en biologie et en médecine

► L'ère des machines - Les traceurs en biologie - Les traceurs simples - Les molécules marquées - Radioactivité et imagerie médicale - La scintigraphie ou le corps qui rayonne - La caméra à positons ou l'antimatière apprivoisée - « Voir » le cerveau penser ? - Application des isotopes radioactifs au traitement médical

- Encart : Principe du cyclotron

#### Une horloge universelle

► Les principes de base de la datation - L'origine des corps radioactifs - Deux difficultés : le temps zéro et les conditions initiales - Les isotopes stables à la rescousse - Trois cas d'école : les laves, les coraux et les météorites - Retour sur Terre et la méthode plomb-plomb - Le providentiel carbone 14 - De l'atmosphère aux fossiles : le cheminement du  $^{14}\text{C}$  - Le dosage du  $^{14}\text{C}$  - Étalonnage et corrections - Un large spectre d'applications

- Encarts : Le système rubidium-strontium - Dosage du  $^{14}\text{C}$  par sa radioactivité - La spectrométrie de masse par accélérateur

#### De la radioactivité artificielle à la fission

► Le « neutron-mania » d'Enrico - L'énigme de l'uranium -

L'efficacité des neutrons lents - Paris frôle la vérité,... mais c'est Berlin qui trouve ! - Les caractéristiques physiques de la fission - La radioactivité par fission spontanée

- Encart : Capture d'un neutron par un noyau

### Physique de guerre

► Le retour de Joliot - Réactions en chaîne - La bataille de l'eau lourde - La lettre d'Einstein - La pile de Chicago - Le plutonium de Seaborg - Le projet Manhattan - Hiroshima et Nagasaki - Après la guerre

- Encart : Ralentissement des neutrons par collision élastique - Masse critique et bombe atomique

### Énergie nucléaire et déchets radioactifs

► La naissance de Zoé - Les centrales nucléaires actuelles - Les réacteurs à neutrons rapides - Questions de sécurité - La sécurité des centrales - La production de plutonium et le problème de la prolifération - La question des déchets nucléaires - Que faire des déchets radioactifs ? - Des solutions d'avenir - Et la fusion ?

- Encarts : Les principales filières de réacteurs nucléaires - Les réactions de fusion

### Voir l'invisible...

► Lorsque les rayonnements traversent la matière - Les détecteurs de particules - À la lumière de l'excitation - Quand les électrons s'en vont... - Les détecteurs gazeux - Suivre une particule à la trace - Brouillard, bulles et étincelles - De Geiger à Charpak ou les détecteurs multifils - Les détecteurs à semi-conducteurs

- Encart : Isolants-conducteurs et semi-conducteurs. La théorie des bandes

### Des rayonnements et des hommes

► Un bain de rayonnements - Pourquoi le corps humain est un mauvais détecteur - Mesurer les doses - Les dangers des rayonnements - Tout le monde est exposé - Irradiation, contamination, ingestion - L'important c'est la dose... - Controverse autour des faibles doses - Les conséquences de Tchernobyl - La radioprotection

► Les bienfaits des rayonnements ou la radiothérapie

► Omniprésence et ambivalence de la radioactivité

### Les radioactivités aujourd'hui

► La capture électronique : un vol manifeste ! - Et quand il n'y a pas d'électron à capturer - Une source de neutrinos monoénergétiques - ou presque ! - L'ère des particules - La chasse aux particules « élémentaires » - Les quarks ou le « remake » de Mendeleïev - ... et les leptons

► Les interactions fondamentales - L'interaction forte revue et corrigée - L'interaction faible aussi

► Forces et particules aujourd'hui

► Le nouveau visage de la radioactivité  $\beta$  - Quand le noyau émet ses constituants - La radioactivité proton - Des neutrons « différés » - La radioactivité « deux-protons » - La radioactivité par émission d'ions lourds

► Un phénomène très général

Encart : Bilan énergétique de la radioactivité et de la capture électronique

### Conclusion : 2006 : la physique achevée ?

- Bibliographie
- Index
- Sources illustrations

## Introduction : 1895, la physique achevée

Le XIXe siècle se terminait. Il avait été marqué par de grandes avancées scientifiques, en particulier, dans le domaine de la physique. Cette science atteignait une rigueur et une précision qui n'avait pratiquement plus rien à envier aux mathématiques. Aux lois de la mécanique terrestre et céleste, élaborées par Galilée et Newton dans les siècles précédents, étaient venues s'ajouter des règles plus complexes, formulées par Maxwell, régissant les phénomènes électriques et magnétiques. Cette théorie avait été magnifiquement vérifiée par les expériences de Hertz mettant en évidence les ondes électromagnétiques. L'identification de la lumière à ce type d'onde avait, du même coup, jeté un pont entre l'électricité et l'optique. Que de progrès réalisés depuis l'invention de la pile de Volta en 1800 et l'observation des premières interférences lumineuses par Young en 1802 !

Le XIXe siècle avait aussi été celui de la thermodynamique. Les lois régissant les échanges d'énergie sous forme de travail et de chaleur avaient été magistralement établies et précisées par des savants comme Carnot et Clausius. Les comportements des gaz s'expliquaient par des théories statistiques élaborées notamment grâce aux travaux de Van der Waals, Maxwell, Boltzmann. De leur côté, les chimistes avaient beaucoup progressé, depuis Avogadro et Dalton, sur la théorie atomique. En 1869, Mendeleïev avait proposé une magnifique classification de tous les éléments chimiques connus à cette époque.

Bien sûr, il restait quelques zones d'ombre. En particulier, la notion d'atome, encore imprécise, n'était pas acceptée par tous les physiciens. D'autre part, des questions devaient être élucidées pour expliquer l'émission et l'absorption de lumière par les corps chauds (rayonnement du corps noir), et des anomalies concernant la vitesse de la lumière avaient été observées par Michelson et Morley en 1887. Cependant, il ne semblait pas déraisonnable de penser que la physique et la chimie étaient très proches d'expliquer l'ensemble des phénomènes naturels. L'ère des applications industrielles était déjà largement ouverte. Les premières machines à vapeur (1765) avaient été suivies par l'invention du moteur à quatre temps, qui ouvrait la voie aux véhicules automobiles. La photographie, la bicyclette, le phonographe et le microphone figuraient parmi les

grandes conquêtes de ce siècle, sans oublier la lampe à incandescence d'Edison qui allait bientôt illuminer la planète. La construction de la Tour Eiffel, qui dominait Paris depuis 1889 et le premier vol de Clément Ader, en 1891, donnaient l'impression que rien ne résisterait à l'ascension de la science et de la technologie.

En cette année 1895, nombre de physiciens, confiants dans la maîtrise de leur discipline, la considéraient comme presque achevée. Ils ne se doutaient pas qu'elle allait devoir affronter l'un des plus grands chocs de son histoire. De 1895 à 1898 allaient en effet se succéder une incroyable série de découvertes qui l'ébranlèrent jusque dans ses fondements, provoquant un véritable bouleversement qui se répercuterait sur toute la physique du XXe siècle. Cette cascade de découvertes révélerait notamment l'existence d'un phénomène totalement insoupçonné, dont la portée serait considérable, du point de vue théorique et pratique. Elle aboutirait à la naissance d'un mot nouveau, la radioactivité.

## **Conclusion : 2006, la physique achevée ?**

Cent-dix ans après la découverte de la radioactivité, il est évident que les conséquences de cet événement ont été considérables. Les plus tangibles d'entre elles, celles qui sont perceptibles par toute personne, de formation scientifique ou non, concernent les applications de ce phénomène physique et des disciplines que son étude a engendrées. Elles couvrent plus particulièrement deux domaines, l'énergie et la médecine.

Les applications énergétiques des phénomènes nucléaires jouent un rôle majeur dans l'organisation industrielle et militaire des pays développés et figurent parmi les grands projets pour le XXIe siècle. Elles reposent sur deux phénomènes fondamentaux, la fission de l'uranium et d'autres noyaux lourds, d'une part et la fusion des isotopes de l'hydrogène, d'autre part. La fission est à l'origine de la libération massive d'énergie utilisée dans les réacteurs nucléaires ainsi que dans les bombes atomiques. Quant à la fusion, elle intervient dans la combustion du Soleil et dans la bombe à hydrogène, et les hommes tentent actuellement de l'apprivoiser. Comme on le sait, ces applications, même les plus pacifiques, suscitent de saines controverses, en raison des dangers qu'elles comportent. Elles font aussi l'objet d'actives recherches visant, en ce qui concerne la fission, à diminuer les risques liés au fonctionnement des réacteurs nucléaires et à résoudre le problème des déchets, et pour ce qui est de la fusion à concevoir des centrales de production d'énergie comportant de gigantesques pièges magnétiques, les tokomaks. Ce dernier point constitue l'objectif du programme ITER qui vient de s'implanter en France, à Cadarache.

En effet, malgré les inconvénients qu'on lui connaît, l'énergie nucléaire apparaît aujourd'hui, aux yeux de certains, comme un recours possible dans la crise énergétique que se prépare à traverser le monde, peut-être même comme le seul remède à mettre en œuvre en attendant que les énergies renouvelables aient atteint un niveau de développement suffisant. La bombe atomique, mise au point en un temps record au début des années quarante sous la menace nazie, et la bombe à hydrogène, qui fut opérationnelle moins de vingt ans plus tard, sont des applications redoutables et redoutées à juste titre, et dont pratiquement tous les pays tentent d'empêcher la prolifération. Mais au-delà de leurs applications militaires, ces bombes constituent des explosifs d'une puissance inégalée que l'humanité sera peut-être amenée à utiliser un jour pacifiquement pour échapper à un danger vital, tel que la collision d'un météore avec notre planète. C'est désormais à la sagesse des hommes qu'il appartient de canaliser l'utilisation de cette puissance que la science a mise à leur disposition.

Les applications médicales découlent directement de la découverte de la radioactivité artificielle par Irène et Frédéric Joliot. Elles concernent le diagnostic, avec les techniques d'imagerie médicale que sont la scintigraphie et la tomographie à émission de positons, mais aussi le traitement, avec les divers modes de radiothérapie utilisant des sources radioactives artificielles (cobalt 60, iridium 192), qui ont depuis longtemps supplanté le radium. Ces techniques dites de « médecine nucléaire » occupent une place de choix dans l'arsenal médical actuel et sont utilisées efficacement pour la lutte contre le cancer. Au-delà de ces deux champs d'application, énergie et médecine, qui touchent la société dans son ensemble, la radioactivité a apporté une contribution directe au développement de plusieurs sciences. À la chimie, elle a donné toute une pléiade de nouveaux éléments, dont le polonium et le radium de Pierre et Marie Curie ne furent que les précurseurs. Deux branches de cette discipline en sont nées. Ce sont la radiochimie et la chimie nucléaire. Leur frontière est un peu floue. La première traite notamment des effets des rayonnements sur les réactions chimiques et des propriétés des éléments radioactifs, la seconde s'intéresse principalement aux noyaux et aux réactions nucléaires dans une approche globale, utilisant en particulier des analyses issues de la thermodynamique chimique. De plus, les méthodes expérimentales mettant en jeu des traceurs radioactifs, ainsi que de nombreux concepts théoriques provenant de la science de la radioactivité ont été exploités pour

faire progresser la chimie classique.

Les techniques de datation, dont le principe repose directement sur l'immuable loi exponentielle qui préside à la décroissance dans le temps des substances radioactives, ont permis d'explorer le passé relativement récent (jusqu'à 50 000 ans) grâce au carbone 14, ainsi que les âges anciens, jusqu'à l'origine du système solaire et de la Terre, en utilisant d'autres isotopes radioactifs. Ces techniques constituent un apport considérable aux sciences de la Terre et de l'Univers, mais aussi à l'archéologie, à la paléontologie, et à l'histoire en général.

Cependant, c'est peut-être aux sciences de la vie que la radioactivité a donné les outils les plus précieux : les molécules marquées et les traceurs. Ceux-ci permettent de suivre le trajet d'un élément chimique ou d'une substance donnée dans un organisme vivant. Ils ont aussi considérablement aidé au décodage du génome. Les grandes avancées que la biologie et en particulier la génétique ont accomplies à la fin du siècle dernier ont largement bénéficié de ces outils extraordinaires parmi tous ceux que la physique leur a offerts. C'est en grande partie grâce à eux que la biologie est souvent présentée aujourd'hui comme la science du XXI<sup>e</sup> siècle.

Moins évidentes pour le grand public, les conséquences de la découverte de la radioactivité sur l'évolution de la physique fondamentale n'en ont pas moins été considérables. L'orgueilleuse physique de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, qui pensait avoir tout expliqué, a été totalement bouleversée dès le début du siècle suivant. Les travaux entrepris pour tenter d'expliquer cette émission de rayonnements invisibles provenant du plus profond de la matière, ont jeté les bases de disciplines nouvelles. Ce fut d'abord la physique atomique : paradoxalement, l'existence de la radioactivité a permis à la fois de conforter la notion d'atome, encore incertaine à l'époque, et de démontrer qu'il fallait déjà la reconsidérer. L'atome n'était plus la plus infime partie de la matière, puisqu'il pouvait être brisé. Il n'était pas immuable dans le temps, puisqu'il pouvait se transformer en un autre atome par radioactivité. Le noyau, minuscule grain renfermant l'essentiel de la masse et de l'énergie de l'atome est devenu lui-même objet d'étude. Ce fut la naissance de la physique nucléaire, qui, elle-même, quelques décennies plus tard devait engendrer la physique des composants du noyau ou physique des particules.

Le développement de cette science de l'infiniment petit a été jalonné de nombreuses découvertes. Il s'agissait d'abord de particules, apparemment "banales", comme le proton et le neutron, dont tous les secrets n'ont cependant pas encore été élucidés. D'autres suivirent, plus mystérieuses, comme le neutrino, si abondant et si difficile à déceler, et le positon, minuscule grain d'antimatière, sans oublier la kyrielle de particules instables, qui reçurent des noms poétiques, comme « étranges » ou « charmées », et qui menèrent à l'hypothèse cruciale de l'existence des quarks... Mais il s'agissait aussi de phénomènes imprévus, comme la radioactivité artificielle, c'est-à-dire la possibilité pour l'homme de créer des atomes radioactifs nouveaux, ou la fission, rupture d'un noyau lourd en deux noyaux plus légers sous l'impact d'un neutron, qui recelaient les riches applications médicales et industrielles que nous avons évoquées plus haut. Il s'agissait enfin de concepts théoriques inédits qui se sont révélés indispensables pour expliquer l'ensemble des observations. Le statut de la matière, désormais instable et inéluctablement associée à son ennemie, l'antimatière, et celui de l'Univers, non plus figé dans un état stationnaire, mais en perpétuelle évolution, sont sortis profondément affectés par l'ensemble de ces découvertes, expérimentales et théoriques.

Sous l'influence décisive des travaux d'Einstein, et de brillants théoriciens allemands, anglais et français, la mécanique a été entièrement remaniée pour s'adapter d'une part aux grandes vitesses, grâce la mécanique relativiste, et d'autre part aux tout petits objets avec la mécanique quantique. En s'avérant capables d'englober l'ensemble des phénomènes, ces nouvelles théories ont influencé toute la physique du XX<sup>e</sup> siècle. À leur base apparaissent de nouvelles conceptions de l'espace, de la masse et du temps, qui ne sont plus absolus, ainsi que la reconnaissance de l'impossibilité d'observer une particule microscopique sans modifier son état. Il devient donc nécessaire de s'interroger sur l'imbrication de l'objectif et du subjectif dans l'observation scientifique et les interprétations qui en découlent.

Ces magnifiques succès de la physique du XX<sup>e</sup> siècle ont fait dire à certains que cette science avait atteint un degré de sophistication proche de l'achèvement. Mais, paradoxalement, de cette aventure du siècle dernier, la physique est sortie moins sûre d'elle. Ce ne sont plus les physiciens qui avancent ces affirmations optimistes, mais plutôt des détracteurs de leur discipline, qui voudraient en provoquer ou en accélérer le déclin. Les physiciens, eux, savent que leur mission n'est pas terminée.

Il est vrai que, dans la recherche de l'élémentaire, qui vise à mettre en évidence les constituants de base de la matière, le modèle standard de la physique des particules constitue une élaboration théorique impressionnante, qui rend compte de façon remarquable des observations actuelles dans ce domaine en

faisant appel à un nombre restreint de composants (douze particules de matière et trois des quatre forces fondamentales). Cependant une pièce maîtresse manque encore sur cet échiquier de la matière. C'est le boson de Higgs, maillon essentiel pour bien comprendre la notion de masse. De plus, le modèle standard laisse entrevoir ses limites, concernant en particulier sa validité à des énergies plus élevées que celles auxquelles les chercheurs ont eu accès jusqu'ici. D'autres approches théoriques sont déjà envisagées. De son côté, l'unification des quatre interactions fondamentales n'est pas terminée. En particulier, la conception d'une théorie quantique de la gravitation se heurte à de graves difficultés et, du point de vue expérimental, le graviton, vecteur de cette interaction, n'a jamais été observé.

La science de l'infiniment petit est donc loin d'être achevée. De plus, la physique ne se réduit pas à cette seule discipline. Parallèlement aux grands progrès qui ont été accomplis dans cette direction, les physiciens ont avancé dans l'étude des phénomènes complexes. Ceux-ci couvrent plusieurs disciplines en pleine évolution comme la physique des plasmas et celle de l'état solide. La physique nucléaire, fille de la radioactivité, qui étudie le noyau atomique où sont associés des dizaines, voire des centaines de nucléons, a d'ailleurs largement contribué à faire progresser ce domaine. Elle-même conserve encore beaucoup de zones d'ombre restant à explorer. Il s'agit notamment des milliers d'isotopes radioactifs, dont l'existence est prévue théoriquement, mais qui n'ont pas encore pu être synthétisés. Cette recherche est beaucoup plus qu'une simple systématique visant à ajouter des éléments à des tableaux déjà lourds. Les études récentes ont en effet montré que l'organisation des noyaux très instables, que l'on qualifie d'exotiques, diffère beaucoup de celle des isotopes proches de la stabilité. Les théories du noyau doivent être adaptées pour expliquer aussi les comportements de ces isotopes exotiques.

Pour mettre en évidence de telles entités, de nouveaux projectiles doivent être utilisés. Les accélérateurs d'ions lourds, qui, jadis se limitaient aux isotopes stables, ont été adaptés pour accélérer aussi des ions radioactifs. La physique des collisions de noyaux a ainsi été complètement renouvelée et, compte tenu des immenses progrès réalisés également dans la réalisation des détecteurs, de nombreuses réactions nucléaires, dont l'étude était inabordable il y a quelques décennies, sont devenues accessibles. La montée en énergie des accélérateurs d'ions lourds a également permis d'étudier les noyaux atomiques dans d'autres états éloignés des conditions de leur stabilité, et en particulier ceux qui disposent de très grandes énergies d'excitation. Deux situations critiques, ou « transitions » sont alors prévues. La première correspond au cas où l'énergie d'excitation du noyau dépasse l'énergie de liaison de ses nucléons. Telle une goutte d'eau dont les molécules ne seraient plus liées, le noyau entre alors en ébullition et les chercheurs étudient cette transition « liquide-vapeur », en utilisant des modèles dérivés de la thermodynamique classique. Le noyau est un objet quantique, comportant un nombre relativement faible de nucléons. Au prix de quelles adaptations de ces théories classiques, élaborées pour des systèmes comportant des nombres beaucoup plus élevés de composants, acceptera-t-il de s'y plier ? La réponse à cette question sera peut-être apportée par les expériences menées actuellement à l'aide de faisceaux stables et radioactifs, et de détecteurs très performants conçus spécialement à cet effet.

La seconde transition, prévue à beaucoup plus haute énergie, est celle où les nucléons eux-mêmes perdent leur individualité. Au sein de noyaux portés à des températures gigantesques, ces particules doivent se décomposer en leurs constituants, de la même façon que les atomes d'un gaz disparaissent au profit de leurs éléments, électrons et ions. On doit alors voir apparaître un véritable « plasma de quarks et de gluons » dont les propriétés prévisibles diffèrent de celles de la matière nucléaire « froide ». Des expériences pour tenter de mettre en évidence de tels plasmas ont déjà été réalisées et se poursuivent aux énergies dont on dispose actuellement. Leurs résultats sont encourageants et incitent à prolonger ces programmes à plus haute énergie.

Ajoutons enfin que d'autres champs de la physique connaissent également une grande vitalité. La physique atomique a acquis une grande maîtrise dans la manipulation des atomes. Elle peut maintenant isoler certains d'entre eux dans des pièges magnétiques, neutraliser presque complètement leur agitation thermique au moyen de lasers, créant ainsi des « atomes très froids » aux propriétés tout à fait particulières. La physique quantique, poussée dans ses retranchements au moyen de belles expériences d'optique, a permis d'accéder à de nouvelles techniques de cryptage des messages, pratiquement inviolables. L'ordinateur quantique semble à portée des recherches actuelles. L'astrophysique fait état chaque jour de nouvelles conquêtes... L'astroparticule, discipline nouvelle, née de cette dernière et de la physique des particules, s'est affirmée dans les années 1990. Elle a notamment permis de grands progrès de la cosmologie, science qui se préoccupe de la structure de l'Univers, de son origine et de son évolution. Bien entendu, ceux-ci sont intimement liés aux connaissances fondamentales issues de la physique des particules.

La validité des concepts issus de la physique du noyau et de cette « physique de l'élémentaire » qui

concerne forces et particules se répercute ainsi sur celle d'autres branches de la physique comme les sciences de l'Univers. Des instruments ont été conçus pour tester les idées les plus nouvelles et pour mettre en évidence les derniers maillons manquants. En particulier, de gigantesques interféromètres sont en construction en Europe et aux États-Unis pour tenter d'observer les ondes gravitationnelles, ce qui constituerait une première étape dans la détection du graviton. De telles ondes pourraient être engendrées au cours de catastrophes cosmiques, comme les collisions de galaxies ou les explosions de supernovae, et parvenir, très atténuées mais mesurables, jusqu'à notre planète ! La question de la masse des neutrinos, qui conditionne celle de l'Univers entier, fait également l'objet de recherches actives. Enfin, pour tester la validité du modèle standard, le CERN termine la construction du plus puissant collisionneur ayant jamais existé, le LHC (Large Hadron Collider) dont l'objectif principal est de découvrir le boson de Higgs. Des expériences sont aussi prévues sur ce collisionneur pour confirmer l'existence des plasmas de quarks et de gluons et étudier leurs propriétés. Gageons que les informations recueillies grâce à ces formidables outils conduiront à des rebondissements inattendus... Tout peut être remis en cause par un seul résultat expérimental. Chaque modèle recèle en lui-même ses propres limites et l'on sait que les nouveaux instruments risquent fort d'apporter la preuve de l'insuffisance des théories actuelles. C'est ainsi que progresse la connaissance

## ***Revue de presse***

### **Courrier du CERN, mars 2007**

"(...) René Bimbot s'adresse à un très large public dans un style limpide et son livre se lit aisément, cela d'autant plus que de nombreux graphiques et illustrations facilitent la compréhension. Au fil du texte, le lecteur peut aussi s'attarder sur des encadrés expliquant certaines notions simples de physique, accessibles dès la fin du secondaire, qui, au prix d'un effort minime, permettent d'approfondir la compréhension du sujet traité. (...)

Trop souvent, sous différents prétextes, les physiciens présentent de façon caricaturale le développement historique de leur sujet de prédilection ; ici au contraire René Bimbot s'attache à suivre en grand détail le cheminement des idées en faisant ressortir les influences réciproques des acteurs ayant joué les premiers rôles (...).

Curieusement ce livre semble combler un vide ; en effet (...) il n'existait pas d'ouvrage dans la langue de Becquerel traitant complètement du sujet."

François Siohan