

CHEZ LE LIBRAIRE

Space Radio Science par Oleg I Yakovlev, Taylor & Francis 2002, ISBN 0415273501, £60 (€94).

Le scintillement des sources radio dû aux effets de propagation étant le plus souvent gênant, les radioastronomes s'évertuent à éliminer les parasites pour améliorer la netteté de leurs cartes radio. Ils peuvent toutefois s'avérer utiles pour sonder les conditions régnant dans l'atmosphère et l'ionosphère terrestres, le milieu interplanétaire, le vent solaire et le milieu interstellaire. On surveille par exemple régulièrement le scintillement des sources radio extragalactiques pour dresser quotidiennement des cartes de la météo interplanétaire et du vent solaire.

Les satellites artificiels et les sondes spatiales lointaines ont offert de nouvelles possibilités encore plus élégantes de télésondage de l'atmosphère et de l'ionosphère des planètes ainsi que du vent solaire. Les satellites présentent de nombreux avantages par rapport aux sources radio naturelles dans la mesure où ils sont véritablement ponctuels et peuvent émettre des signaux monochromatiques cohérents de différentes fréquences. Le professeur Yakovlev a consacré la majeure partie de sa vie de scientifique à concevoir et interpréter ce type d'expériences. Cette volumineuse monographie rassemble une large partie des connaissances qu'il a acquises et constitue une introduction de niveau universitaire au monde fascinant de la science des signaux radio. Elle comprend une bibliographie exhaustive couvrant la période 1960-1999.

Le premier chapitre commence avec les notions de base de la propagation radioélectrique entre les stations au sol et les astronefs, à travers l'atmosphère et l'ionosphère terrestres, et s'achève sur un sujet d'actualité, la tomographie ionosphérique dans laquelle on observe simultanément depuis différents endroits au sol des systèmes de satellites (GLONASS et GPS par exemple) émettant des signaux cohérents à diverses fréquences. C'est un outil puissant pour étudier l'ionosphère.

Vient ensuite la radio-occultation – la spécialité du professeur Yakovlev. En lisant entre les lignes, je peux deviner l'excitation qui entourait les premières expériences. L'atmosphère de Vénus, par exemple, est si épaisse que les ondes radio qui passent à 40 km de sa surface sont réfractées de 6°, alors que si l'on tente de s'en approcher à 34 km, les signaux sont soumis à une réfraction critique et capturés. Les études de planètes géantes comme Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune par radio-occultation grâce aux sondes Pioneer et Voyager comptent parmi les grands succès des sciences spatiales au XXe siècle. Les mêmes techniques ont également été utilisées pour étudier les plasmas



très raréfiés autour de corps plus petits, notamment la Comète de Halley. Plus proches de nous, des expériences entre Mir et un satellite géostationnaire ont ouvert la voie à des possibilités passionnantes de surveillance globale de l'atmosphère terrestre grâce à la multitude des trajets entre satellites à des fréquences différentes.

Le radiosondage du vent solaire et du plasma interplanétaire constituent le cœur de l'ouvrage. Yakovlev explique comment, par une utilisation ingénieuse des techniques déjà mentionnées, il est possible de mesurer les dimensions et les vitesses des irrégularités du vent solaire, le champ magnétique, d'étudier les ondes magnétoacoustiques et celles d'Alfvén et bien d'autres questions. L'ouvrage change ensuite légèrement de sujet pour aborder l'observation radar des planètes, des astéroïdes et des comètes, et traite notamment en détail la diffusion par une surface rugueuse, la rétrodiffusion, les effets de la rotation des planètes, les expériences radar bistatiques et les radars à observation latérale et antenne synthétique. Enfin, un court chapitre, décevant à mon goût, décrit succinctement les principes fondamentaux des communications radio interstellaires. Il s'agit d'informations relativement usuelles, présentées sans la petite touche particulière qui rend le reste du livre tellement plus intéressant. Les sondes spatiales russes ont été suivies à Jodrell Bank depuis le début des années 60. Beaucoup d'entre nous se demandaient ce qui se passait exactement au Lab 5 et ce qu'il était advenu des nombreuses bandes de données transmises vers la Russie. Ce livre m'a permis d'y voir un peu plus clair. J'ai pris un véritable plaisir à ressentir, grâce

aux explications d'un spécialiste, ce que l'on éprouve en observant un signal scintiller puis s'atténuer lorsque que l'astronef passe derrière une planète.

Jim Cohen, Observatoire de Jodrell Bank, université de Manchester.

High-Energy Particle Diffraction par Vincenzo Barone et Enrico Predazzi, Springer Verlag 2002, ISBN 3540421076, €74,95 plus TVA locale.

Depuis des siècles, la diffraction joue un rôle fondamental en physique, à commencer par la découverte de la nature ondulatoire de la lumière. Compte tenu de la dualité onde-particule de la mécanique quantique (MQ), la diffraction est restée une notion importante de la diffusion non relativiste en MQ et, ultérieurement, de l'étude de la diffusion des particules élémentaires avec la théorie relativiste de la matrice S.

A partir de 1950 et pendant plusieurs décennies, d'importants travaux expérimentaux et théoriques ont porté sur l'étude de la diffusion élastique et diffractive des particules élémentaires à haute énergie et abouti à une découverte pour le moins inattendue, à savoir que les sections efficaces augmentent avec l'énergie. La diffusion élastique et diffractive étant un phénomène essentiellement non-perturbatif, la théorie ne peut pas en donner une description détaillée; néanmoins, une idée nouvelle vraiment fondamentale a été avancée: la notion de moment cinétique complexe en MQ non relativiste (désormais un concept clé de tout ouvrage sérieux de MQ) et sa relation avec les propriétés des amplitudes de diffusion relativiste à haute énergie. Cela a abouti à la théorie des pôles de Regge, dont le grand succès a été de corréler les données d'un grand nombre de réactions, avec toutefois quelques échecs. Des termes comme pôle de Regge, poméron et reggion sont devenus familiers. (Une femme, non physicienne, à qui Tulio Regge avait été présenté lors d'une soirée dans les années 60 aurait déclaré: "Ah M. Pole, si vous saviez comme j'ai entendu parler de vous".)

La découverte de la structure partonique des hadrons et l'avènement de la chromodynamique quantique (CDQ) ont entraîné la physique expérimentale des hautes énergies loin de l'étude de la diffusion élastique et diffractive. Du fait de sa liberté asymptotique, la CDQ a pu prédire d'intéressantes corrélations entre les données expérimentales dans certaines régions cinématiques caractérisées par une réaction à courte distance. D'importants travaux ont donc été consacrés à l'étude de ces interactions profondément inélastiques dures.

Mais l'histoire se répète, si l'on en croit le

philosophe italien Vico. Aussi ne devrions-nous pas être étonnés d'apprendre qu'il existe une relation entre certains aspects des réactions profondément inélastiques et les concepts de Regge, et que la notion relativement nouvelle de diffraction dure ouvre la voie à un éventuel rapprochement entre la théorie de Regge et la CDQ (qui permettra, espère-t-on de comprendre la théorie de Regge sous l'angle de la CDQ).

Malheureusement, les concepts et le langage de la théorie de Regge sont largement tombés en désuétude, de sorte que plusieurs générations de jeunes physiciens, dont le cursus a totalement fait l'impasse sur ce domaine, travaillent aujourd'hui sur des expériences dans lesquelles ces notions sont importantes. Cet ouvrage sera très utile à ces générations de physiciens comme bien sûr aux actuels physiciens des particules élémentaires. Il réussit à présenter succinctement toutes les idées importantes de la théorie de la diffraction de Regge (aujourd'hui connue sous le nom de diffraction molle) et essaye de les relier avec les récents développements sur la diffraction dure et son interprétation dans le cadre de la CDQ.

L'ouvrage comprend trois grandes parties. La première donne un aperçu rapide mais clair de la théorie de la diffusion sous l'angle à la fois de l'optique ondulatoire classique et de la MQ non relativiste. Elle inclut également une discussion sur l'approximation eikonale, qui joue un rôle majeur dans les chapitres suivants où l'ouvrage s'attache à comprendre les propriétés à haute énergie des diagrammes de Feynman très complexes en CDQ. Un chapitre sur la cinématique relativiste présente les notions de rapidité et de cuvettes de rapidité, ces dernières faisant actuellement l'objet d'une intense étude expérimentale sur la diffusion lepton-hadron profondément inélastique (DIS).

La deuxième partie du livre propose un tour d'horizon concis de l'ancienne notion de diffraction molle au temps de "l'âge d'or" de la théorie de Regge. L'accent est mis ici sur les aspects théoriques et pratiques directement liés à l'actuel regain d'intérêt pour la diffraction, c'est-à-dire les aspects diffractifs des interactions dures. Les notions clés des relations de dispersion, la généralisation par Muller du théorème optique aux réactions inclusives et les grands théorèmes rigoureux sur la croissance maximale possible des sections efficaces avec l'énergie sont présentés. Le théorème de Poméranchouk, qui relie les croissances asymptotiques des sections efficaces particule-particule et particule-antiparticule, est également présenté. Curieusement, il n'est pas fait mention de la diffraction optique, sur laquelle il s'est appuyé pour prouver ce "théorème".

Les raisons motivant la présentation du moment cinétique complexe, fondamental dans le développement de la théorie de Regge, sont expliquées de manière simple et convaincante et sont suivies par une explication intelligible de la dissociation diffractive, la triple limite de Regge (pertinente pour les expériences contemporaines) et de la manière dont la théorie de Regge peut émerger en théorie des champs. C'est là l'un des aspects les plus passionnants de l'étude de la CDQ perturbative.

Cette section se termine par un chapitre consacré à la phénoménologie du régime mou de la diffraction, récapitulant la croissance des sections efficaces, les pics de diffraction et la dissociation diffractive. L'accent est mis sur la description fructueuse, à partir des pôles de Regge, des variations des sections efficaces avec l'énergie et du poméron mou (qui a une valeur à l'origine d'environ 1,08). Il est également brièvement fait mention de l'oddéron, ce curieux objet qui semble émerger de la CDQ et serait responsable de la violation du théorème de Poméranchouk et donnerait naissance à une différence asymptotique entre les réactions particule-particule et particule-antiparticule.

La troisième section, qui représente environ la moitié de l'ouvrage, concerne un sujet relativement nouveau, la diffraction dure, qui fait actuellement l'objet d'une étude expérimentale intensive au collisionneur HERA (DESY) et au Tévatron (Laboratoire Fermi), qui se poursuivra au RHIC (Brookhaven) et au LHC (CERN). C'est un sujet difficile. Les approches théoriques font appel à des calculs très complexes et subtils nécessitant de cumuler une série infinie de diagrammes de Feynman. La phénoménologie est difficile à décrire. La caractérisation cinématique et la séparation expérimentale de la catégorie d'événements que l'on souhaite étudier sont techniquement complexes et extrêmement difficiles.

La dernière partie commence avec la théorie de l'équation BKFL, un traitement perturbatif de l'échange généralisé de deux gluons – sommation à tous les ordres dans l'approximation des logarithmes dominants (LLA) – dans la diffusion parton-parton, et aboutit à la conclusion que le gluon lui-même se "réggeïse", c'est-à-dire se comporte comme un pôle de Regge, et peut-être, plus spectaculaire, qu'un proto-poméron – le poméron dur – émerge et modifie les propriétés à haute énergie de la diffusion parton-parton avec une valeur à l'origine d'environ 1,5. La théorie des perturbations n'est plus applicable dans la gamme des transferts d'impulsion faibles où le poméron mou entre en jeu, de sorte qu'une éventuelle incompatibilité avec le poméron dur de la CDQ ne ressort pas clairement. Malheureusement, les études allant

au-delà de LLA semblent modifier considérablement la valeur à l'origine et n'expliquent pas tout.

Après ce chapitre difficile, une brève introduction à la DIS lepton-hadron aboutit à la troublante question des propriétés des structures de fonction dans la région des très petits x de Bjorken. Le poméron mou, le poméron dur de la CDQ et les propriétés des équations d'évolution de DGLAP à petit x sont ici confrontés les uns aux autres. Les aspects théoriques apparaissent inéluctablement complexes.

Les deux derniers chapitres sont consacrés à un nouveau domaine, la diffraction dure. Les aspects phénoménologiques, principalement en DIS, sont expliqués, ainsi que la topologie correspondant aux cuvettes de rapidité, la notion de fonction de structure diffractive, les densités des partons et la structure partonique du poméron. Les diffractions simple et double dans les collisions hadron-hadron sont aussi brièvement décrites. Dans le dernier chapitre, la version BFKL du poméron dur et le modèle des dipôles de couleur d'un photon hautement virtuel sont utilisés pour dériver des prédictions théoriques pour diverses réactions de diffraction dure. De nombreux processus suscitant actuellement un vif intérêt sont traités: les jets dans la DIS diffractive, la production diffractive de mésons vecteurs et de charme apparent, l'écrantage nucléaire, la transparence de couleur et la section efficace de diffusion $\gamma^* \gamma^*$.

High-Energy Particle Diffraction propose un tour d'horizon complet des aspects théoriques et pratiques de l'un des principaux domaines d'étude actuels de la physique des particules élémentaires. Aux jeunes physiciens qui n'ont jamais entendu parler de la physique douce et de la théorie de Regge, il apporte des informations de base essentielles; aux autres, il ouvre la porte d'un nouveau domaine: la diffraction dure. Cet ouvrage n'est pas d'une lecture aisée! Certaines idées théoriques sont en elles-mêmes très complexes et demeurent, malgré les efforts des auteurs, un défi intellectuel, quelque peu accru par un grand nombre d'erreurs typographiques, qui, espère-t-on, seront corrigées dans la deuxième édition.

Elliot Leader, Imperial College, université de Londres.

Modern Cosmology sous la direction de S Bonometto, V Gorino et U Moschella, IOP Publishing Ltd 2002, ISBN 0750308109, £75 (€118).

La cosmologie est devenue une science phénoménologique fondée sur la relativité générale et la physique des particules de haute énergie, et où de grandes quantités de données issues d'innombrables expériences de précision sont confrontées quotidiennement à des idées théoriques sur l'univers primordial. Une situation idyllique qui, jusqu'à

récemment, n'était encore qu'un rêve dans l'imagination de quelques chercheurs.

Cet ouvrage est un recueil hétérogène d'articles basés sur des cours, donnés pour la plupart par des théoriciens, décrivant les fondements et la situation actuelle de la cosmologie. Ces cours ont été donnés au printemps 2000 durant l'Ecole doctorale de Côme, Italie. Malheureusement, comme avec n'importe quelle science en évolution, ce livre est très vite devenu obsolète. Deux ans après la découverte de l'accélération de l'univers par des équipes étudiant les supernovas, certains des auteurs, comme Piero Rosati, y utilisent toujours les relations usuelles luminosité-distance et diamètre angulaire-distance en fonction du décalage vers le rouge valables dans l'hypothèse d'une constante cosmologique nulle. D'autres, tels Rita Bernabei (pour les recherches sur la matière noire avec l'expérience DAMA) ou GianLuigi Fogli (pour les masses et les mélanges des neutrinos) décrivent des résultats expérimentaux rendus obsolètes ou dépassés compte tenu des importants progrès réalisés dans ces domaines ces deux dernières années (grâce à

respectivement l'expérience Edelweiss et l'Observatoire de neutrinos de Sudbury). Il en va de même du chapitre sur les amas de galaxies et les structures à grande échelle (LSS) et de celui consacré aux anisotropies du rayonnement thermique universel (RTU) où le Digital Sky Survey (relevé numérique du ciel), le relevé 2dF pour les LSS, les expériences BOOMERANG, MAXIMA, CBI et VSA pour le RTU ont révolutionné leurs disciplines respectives depuis le printemps 2000.

Toutefois, les contributions de John Peacock sur la physique de la cosmologie, d'Arthur Kosowsky sur le fond cosmologique diffus, d'Antonio Masiero sur la matière sombre et la physique des particules, de Philippe Jetzer sur les lentilles gravitationnelles et d'Andrei Linde sur l'inflation sont parfaitement à jour et très instructives. C'est un plaisir de les lire et elles pourront s'avérer extrêmement utiles aux étudiants en doctorat et même aux chercheurs d'autres disciplines. Les chapitres de George Ellis sur les modèles cosmologiques et Renata Kallosh sur la supergravité sont quelque peu techniques et dépassent probablement les connaissances des

doctorants. Par ailleurs, j'aurais aimé que soient abordés les ondes gravitationnelles, l'effet de Sunyaev Zel'dovich et pourquoi pas les rayons cosmiques de très haute énergie.

En conclusion, cet ouvrage me semble être un bon recueil de l'état de la cosmologie en 2000. Il donne un aperçu exact de ce qui nous attend dans les prochaines années, voire décennies, avec la cosmologie inflationniste, en tant que paradigme de l'univers primordial, au cœur d'un modèle cosmologique standard reliant l'astrophysique et la physique des particules des hautes énergies.

Juan Garcia-Bellido, CERN.

Ouvrages reçus

The Theory of Open Quantum Systems par H P Breuer et F Petruccione, Oxford University Press, ISBN 0198520638, £55 (€86).

Finite Element and Boundary Element Applications in Quantum Mechanics

par L Ramadas Ram-Mohan, Oxford University Press, ISBN 0198525222, £24,95 (€39).

LETTRES

Le *Courrier CERN* reçoit avec plaisir les lettres de lecteurs (à l'adresse cern.courier@cern.ch), mais se réserve le droit de les éditer.

Etudiants d'été

En tant que vieil ami du CERN et ancien participant au programme, j'ai beaucoup apprécié les récents articles du *Courrier CERN*, par Gordon Fraser et d'autres, sur les premières années de l'Organisation. Dans le numéro de juillet/août (p8), vous avez très justement rappelé aux lecteurs les débuts du programme des étudiants d'été, créé avec une grande clairvoyance par l'administration du début des années 60.

Cependant, je pense qu'il n'est pas tout à fait juste d'attribuer l'origine de ce programme à la direction de Victor Weisskopf. Si je ne me trompe, il avait déjà commencé modestement en 1960, lorsque les institutions des Etats-membres ont été informées que des étudiants avancés pouvaient postuler pour un séjour au CERN de 6 à 8 semaines, leur voyage ainsi qu'une modeste subsistance étant payés par le Laboratoire. J'ai

moi-même eu la chance d'être accepté comme étudiant d'été l'année suivante, après que mon professeur à Oslo, Alexis C Pappas, m'eut encouragé à présenter ma candidature. Un des événements de cet été 1961 dont je garde, aujourd'hui encore, un souvenir des plus vivaces est le rassemblement du personnel et des visiteurs devant les marches du bâtiment principal du CERN, début août, alors que Viki, appuyé sur des béquilles, succédait comme Directeur général au jeune John Adams.

Je me souviens qu'en 1961 il n'y avait pas de programme de conférences organisé pour les étudiants d'été, mais nous pouvions pleinement profiter des séminaires et conférences donnés au CERN. J'étais rattaché au groupe de chimie nucléaire, où j'avais pour tâche d'adapter une technique novatrice de préparation d'échantillons minces pour un comptage absolu des désintégrations bêta. En tant qu'ancien membre, je trouve tout à fait remarquable et satisfaisant que ce groupe, rebaptisé ISOLDE quelques années plus tard, et qui travaille aujourd'hui encore dans les mêmes vieux bureaux, ait, à ce jour, conservé sa suprématie mondiale dans l'étude

des noyaux radioactifs à vie courte.

Sans prétendre me comparer aux éminents physiciens mentionnés dans votre article, je tiens à dire que mon court séjour comme étudiant d'été en 1961 a, sans aucun doute, ouvert la voie à ma carrière future où le CERN a toujours joué un rôle important. Après avoir poursuivi mes travaux en chimie et physique nucléaires en Norvège, au Danemark et en Suède, je suis retourné au CERN en 1969 en tant que membre du personnel au sein du groupe ISOLDE, jusqu'en 1976, puis j'ai été boursier correspondant les trois années suivantes. Quelques années plus tard, après avoir commencé une nouvelle carrière dans l'administration de la recherche dans mon pays, je me suis à nouveau beaucoup investi dans le CERN, comme membre de la délégation norvégienne au Comité des finances et au Conseil.

Je tiens à féliciter le programme des étudiants d'été du CERN pour ses 42 premières années, et j'adresse mes vœux les meilleurs pour un avenir tout aussi couronné de succès.

Leif Westgaard, délégué norvégien au Conseil du CERN.

cerncourier.com

Explore Absorb Link Digest Browse Search Bookmark Discover