

*Evolution
of
Particle Physics*

*A volume dedicated
to
EDOARDO AMALDI
in his sixtieth birthday*

•

Edited by M. CONVERSI



ACADEMIC PRESS • NEW YORK AND LONDON

ACADEMIC PRESS INC.
111 FIFTH AVENUE
NEW YORK 3, N. Y.

United Kingdom Edition
Published by
ACADEMIC PRESS INC. (LONDON) LTD.
BERKELEY SQUARE HOUSE, LONDON W. 1

COPYRIGHT © 1970, BY ACADEMIC PRESS INC.

ALL RIGHTS RESERVED

NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM,
BY PHOTOSTAT, MICROFILM, OR ANY OTHER MEANS,
WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM THE PUBLISHERS.

Library of Congress Catalog Card Number: 70-117640

PRINTED IN ITALY

*To Edoardo Amaldi
in his sixtieth birthday*

Biographical Note

Edoardo Amaldi was born in Carpeneto Piacentino, Piacenza, on September 5, 1908. He graduated from the University of Rome in 1929. In the years 1931-36 he consolidated his scientific formation at the University of Lipsia under P. Debye, the Cavendish Laboratory at Cambridge directed by Lord Rutherford, Columbia University in New York, and the Carnegie Institute in Washington. He has been professor of experimental physics at the University of Rome since 1937.

After a forced absence due to the second world war, Amaldi is again in Rome at the end of the Italian participation to the conflict. He was Director of the former Center of Nuclear Physics of the Italian C.N.R. from 1945 to 1952, Vice-President of UIPPA from 1948 to 1954, Director of the Physics Department of the University of Rome from 1949 to 1960, Secretary General of CERN from 1952 to 1954, Director of the Roman Section of INFN from 1952 to 1960, Director of the « Scuola di Perfezionamento in Fisica » in Rome from 1952 to 1966, Vice-Director of CERN in 1954 and 1955, Vice-President of the Italian CNRN, later CNEN, from 1956 to 1960, President of UIPPA from 1957 to 1960, Chairman and later Member of the EURATOM Scientific and Technical Committee from 1958 to 1961, Chairman, from 1958 to 1960, and Member, from 1960 to the end of 1969, of the CERN Scientific Policy Committee, President of INFN and Member of the CNEN Directive Committee from 1960 to 1965, Vice-President of INFN from 1965 to 1968, Chairman of the European Committee for Future Accelerators (ECFA) from 1963 to the beginning of 1970, when he became President of the CERN Council.

Amaldi is a member of the « Accademia Nazionale dei Lincei », the « Accademia Nazionale dei XL », the « Accademia Peloritana », the « Accademia delle Scienze di Torino », the « Istituto Lombardo », the « Accademia Nazionale di Scienze, Lettere ed Arti di Modena », the « Accademia Pugliese delle Scienze », the « Istituto Nazionale delle Professioni, delle Arti e delle Scienze », the « Accademia Leopoldina », the Royal Society, the Royal Society of Sciences of Uppsala, the Academy of Sciences of the USSR, the Royal Institution of Great Britain, the American Philosophical Society

of Philadelphia, the National Academy of Sciences, the American Academy of Arts and Sciences of Boston, the International Academy in Astronautics, the « Academie Royale Neerlandaise ».

Amaldi has received a number of prizes: one from the International Columbus Association, also the « Premio Ibbico-Reggino », « Premio Righi », « Premio Sella », « Premio Uranio ».. He is doctor *honoris causa* from the University of Algiers. He has been awarded the Seal of the Sorbonne and, recently, the golden medal of the Italian Physical Society.

Contents

<i>Biographical Note</i>	pag.	v
<i>Presentazione</i>	»	IX
<i>Foreword</i>	»	XII
<i>Edoardo Amaldi et le CERN</i>	»	XV
<i>A Edoardo Amaldi</i>	»	XIX
<i>To Edoardo Amaldi, on his sixtieth birthday</i>	»	XXI
<i>Scientific Contributions</i>	»	XXIII
L. W. ALVAREZ - Recent developments in particle physics . . .	»	1
N. CABIBBO and L. MAIANI - Weak interactions and the breaking of hadron symmetries	»	50
G. COCCONI - The role of complexity in nature	»	81
B. FERRETTI - Channeling of ultrarelativistic charged particles in crystals	»	88
G. FIDECARO and M. FIDECARO - Experimental work on coherent scattering of high-energy hadrons by light nuclei	»	95
C. FRANZINETTI and G. STOPPINI - The determination of the axial vector coupling for strangeness nonchanging currents	»	114
S. FUBINI - Old problems and new ideas in elementary particle physics	»	133
R. GATTO - High energy e^+e^- annihilation into hadrons	»	138
G. GIACOMELLI - New frontiers of high-energy physics	»	148
M. GOLDHABER and C. N. YANG - The $K^0\bar{K}^0$ system in \bar{p} -p anni- hilation at rest.	»	171
T. D. LEE - Symmetry principles in physics	»	176
A. W. MERRISON - The design and use of large electron synchrotrons	»	184

VIII *Contents*

L. MICHEL and L. A. RADICATI - Breaking of the $SU_3 \times SU_3$ symmetry in hadronic physics	pag. 191
A. PAOLETTI and S. SCIUTI - Structure of matter investigations by thermal neutrons in Rome	» 204
B. PONTECORVO - Search for new stable particles	» 210
R. A. RICCI - The isobaric analog resonances in phenomenological nuclear spectroscopy	» 218
B. ROSSI - The Crab nebula. Ancient history and recent discoveries	» 237
C. RUBBIA - The $K_L - K_S$ mass difference	» 257
J. STEINBERGER - Suggestion for a more precise measurement of the η_{+-} phase	» 268
V. F. WEISSKOPF - An amateur's view of particle physics	» 273
G. WICK - Some questions concerning adiabatic transformations	» 287
R. R. WILSON - Range and straggling of muons	» 294
A. ZICHICHI - The Basic SU_3 mixing: $\omega_8 \leftrightarrow \omega_1$	» 299
<i>List of Papers by Edoardo Amaldi</i>	» 335

Presentazione

Circa un anno fa, il 5 settembre del 1968, Edoardo Amaldi ha varcato il limite simbolico della matura età. Eravamo con lui, in quell'occasione, in un piccolo gruppo di amici seduti intorno al tavolo di un modesto ristorante viennese, durante una breve pausa della International Conference on High Energy Physics. Non vi fu alcun festeggiamento. Ma al termine della colazione un breve scambio di battute tra alcuni di noi segnò la ripresa di una iniziativa che era stata interrotta da motivi di carattere contingente. Quell'iniziativa si conclude ora con la pubblicazione del presente volume, il quale—tardivamente ma non meno affettuosamente—vuole appunto commemorare il 60° compleanno di Edoardo Amaldi.

Il titolo Evolution of Particle Physics sembra appropriato ai quaranta anni di vita da fisico vissuti dall'uomo cui il libro è dedicato. La vita scientifica di Edoardo Amaldi si svolge infatti su un arco di secolo che ha visto nascere ed evolversi fino all'attuale livello di complessità l'intero campo della fisica delle particelle. Prima degli anni 30 si conoscevano solo due particelle, ritenute i costituenti fondamentali di tutto l'Universo. A parte la scoperta di nuove e nuove particelle (che non fa più senso chiamare oggi « elementari ») il concetto di costituente fondamentale si è trasferito in quell'arco di secolo dal mondo del nucleo atomico a quello degli stessi corpuscoli di cui esso è formato, attraverso modelli ed ipotesi come quella—la più recente—associata al nome dei « quarks ». Quell'arco di secolo ha visto mutare per molti ordini di grandezza—dai milioni ai miliardi di elettronvolt—le energie tipiche dei fenomeni investigati ed ha vissuto fin dalla nascita tutte le fasi dello sviluppo degli acceleratori: dalla prima macchina elettrostatica operante nella regione dei cento keV, fino ai giganteschi acceleratori per protoni da centinaia di GeV, ora in costruzione o in progetto. L'evoluzione di quei quarant'anni coinvolge la fisica teorica così come le tecniche sperimentali. Sorge e si sviluppa il nuovo campo delle interazioni deboli, l'idea del mesone come agente delle forze nucleari, la nuova elettrodinamica quantistica, la teoria dei campi nella sua versione moderna; mentre dalla camera a nebbia e dai contatori proporzionali usati con una elettronica primitiva, si passa alle gigantesche camere a bolle di oggi ed ai complessi sistemi elettronici e di camere a traccia impulsate elettricamente, caratteristici degli odierni esperimenti presso i grandi acceleratori di particelle.

Alla scena di questa evoluzione—cui il nostro paese e l'Europa hanno dato ben tangibili contributi—Edoardo Amaldi ha partecipato come «attore» sempre presente. Vi ha partecipato sia come scienziato avente al suo attivo una vastissima gamma di ricerche, sia assumendo a livello nazionale ed europeo pesanti e numerose responsabilità direttive. Perché prima ancora che un grande organizzatore egli è stato ed è un uomo di scienza: un fisico. Nel suo primo lavoro sperimentale, compiuto da studente non ancora ventenne, è l'inizio di un'attività di ricerca, sempre viva e di frontiera, che si protrarrà ininterrottamente per i successivi quarant'anni, nonostante i pesanti impegni connessi alle cariche direttive sopra accennate.

Nei primi anni la ricerca si svolge in seno all'ormai famoso gruppo dei «ragazzi di Corbino» dei quali Edoardo è allora il più giovane. Il gruppo, formato da giovani di primissimo ordine e dominato dall'eccezionale personalità scientifica di Enrico Fermi, è destinato a disfarsi nel giro di un decennio, sotto l'incalzare degli eventi che preludono allo scoppio della seconda guerra mondiale. Ma in questi dieci anni si compiono lavori destinati a restare nella storia della fisica. Amaldi partecipa attivamente alle ricerche sperimentali, le quali spaziano dalla fisica atomica, alla spettroscopia molecolare, fino ai classici esperimenti sull'interazione dei neutroni con la materia. Tra i risultati più salienti di questi esperimenti sono la radioattività indotta dai neutroni, con la produzione di numerosi nuovi radioisotopi, la scoperta del rallentamento neutronico, la determinazione delle più importanti proprietà dei neutroni lenti con la prima verifica sperimentale del teorema ottico, la prova diretta della diffrazione dei neutroni veloci da parte dei nuclei.

Ogni possibilità di ricerca è virtualmente bloccata negli anni tragici della guerra. Già prima, con la scomparsa prematura di Ettore Majorana e poi con l'esodo di quasi tutti i componenti della Scuola di Roma, questa minaccia di estinguersi. È Amaldi a salvarla, con la sua presenza costante, particolarmente nei momenti difficili, con la sua dedizione assoluta, con il suo esempio, con la volontà di riprendere l'attività di ricerca non appena l'occasione se ne presenta. E la sua attività scientifica negli anni del dopoguerra si orienta verso lo studio dei raggi cosmici prima, poi delle particelle elementari. Con tecniche elettroniche che preludono alla futura complessità degli apparati usati presso gli acceleratori di alta energia, investiga le proprietà dei mesoni cosmici a grandi profondità. Con la tecnica delle emulsioni nucleari esposte ad alta quota mediante palloni sonda, studia il comportamento dei pioni carichi, dei mesoni K e degli iperoni presenti nella radiazione cosmica ed osserva un probabilissimo esemplare di stella da annichilazione antiprotone-nucleone precedendo la scoperta conclusiva dell'antiprotone compiuta a Berkeley nel 1955. Poi dal 1955 al 1959 guida il gruppo di Roma che insieme ad un gruppo di Berkeley compie le prime ricerche sistematiche sull'annichilazione degli antiprotoni prodotti con il Bevatron.

Negli anni successivi troviamo Amaldi—ormai più che cinquantenne—ancora in prima fila, coinvolto in arditi esperimenti presso i grandi acceleratori di particelle: dalla ricerca dei monopoli di Dirac, allo studio della polarizzazione dei protoni di rinculo nell'urto elettrone-protone, fino alle recentissime esperienze di elettroproduzione.

Il contributo di Amaldi come organizzatore della fisica in Italia e in Europa è stato poi veramente eccezionale. Questo volume inizia con uno scritto di Francis Perrin che illustra il contributo particolare apportato da Amaldi alla costituzione e agli sviluppi del CERN. Con analogo entusiasmo e con la stessa dedizione, egli disimpegnava in quell'epoca le altre pesanti cariche direttive in seno all'Università di Roma, all'INFN, al CNEN, ecc.: mai trascurando l'attività didattica; mai tralasciando di seguire da vicino le esperienze in cui era coinvolto, né gli sviluppi delle ricerche anche in settori lontani da quello del suo immediato interesse; promuovendo anzi la costituzione di nuovi gruppi di ricerca a Roma nei campi delle basse temperature e della fisica spaziale; mai rifiutandosi di sacrificare la sua attività personale a favore di iniziative—come ad esempio il «Pugwash»—che dall'autorità scientifica della sua persona potessero trarre vantaggi per le generazioni a venire. E questa capacità di disimpegnare con continuità, ininterrottamente sopra un arco di decenni, una così varia e complessa attività, appare quasi prodigiosa alla luce dello stile sobrio, semplice, disinvolto, sempre limpido e sereno, tipico di Amaldi. Lo ricordo ancora negli anni più oscuri dell'occupazione nazista—quando più o meno nascosti nel seminterrato di un liceo romano conducevamo lontani dall'Università bombardata i nostri esperimenti sui mesoni cosmici—incontrarsi spesso con noi, sempre esattamente all'ora prefissata per l'appuntamento, come se intorno tutto fosse normale; e sempre recando, insieme al contributo della sua cultura e della sua sensibilità di fisico, il sostegno—in quei giorni ancora più prezioso—di una fondamentale fiducia nell'avvenire.

Nel quarto di secolo trascorso da quel ricordo, passato il traguardo dei sessant'anni, ritroviamo in lui quella stessa fondamentale fiducia. Essa gli ha permesso di superare in tutta serenità le gravi crisi che in quel periodo hanno travagliato la ricerca scientifica e la scuola italiana; e poiché è parte integrante della sua stessa personalità, essa gli sarà sempre accanto nei lunghi anni a venire. Noi suoi amici—anche i tanti che non hanno potuto manifestargli la loro stima e la loro simpatia con uno scritto su questo libro—esprimiamo il fervido augurio che la scuola italiana, la ricerca scientifica europea e la fisica nel suo complesso, continuino per molti e molti anni a ricevere, come sempre in passato, i frutti della sua instancabile operosità e della sua equilibrata saggezza.

MARCELLO CONVERSI

Roma, Ottobre 1969

Foreword

About one year ago, the 5th of September, 1968, Edoardo Amaldi celebrated his sixtieth birthday. On that occasion we were with him, a small group of friends, sitting in a modest restaurant in old Vienna, during a break in the 1968 Rochester International Conference on High Energy Physics. There was no ceremony. But after lunch, a few words exchanged between some of us marked the resumption of an enterprise interrupted by the exigencies of our professional lives. That enterprise is now concluded with the publication of the present volume, which tardily, but no less affectionately, commemorates Amaldi's sixtieth birthday.

The title Evolution of Particle Physics seems very appropriate to the man to whom the book is dedicated, with his scientific life covering the entire period from the birth of the field of particle physics to its development to the present level of complexity. Before 1930 only two particles were known and believed to be the fundamental bricks of the whole universe. Since then, not only have many new particles been discovered—which can no longer logically be called «elementary»—but even the idea of a few fundamental bricks has moved from the realm of the atomic nucleus to that of its own constituents through hypotheses and models such as that of the «quarks» (the most recent one). The energies involved in the phenomena investigated have changed from the million to the billion electronvolt region; while the first particle accelerator, an electrostatic machine operating at some tenths of a mega electronvolt, evolved to the giant machines now under construction or in project, for protons of several hundred giga electronvolts. The evolution of the last forty years involves theoretical physics as well as experimental techniques. The new field of weak interactions, the idea of the meson as the agent of nuclear forces, the new quantum electrodynamics, the modern version of field theory, all evolved in these forty years; whereas from the cloud chamber and the proportional counter used with a primitive electronics, one has ended with the huge bubble chambers and the gigantic electrically pulsed track detectors, associated with complex electronics, now currently used in high-energy physics.

Amaldi was always present as an «actor» on the stage of this evolution, to which our country and Europe have given an appreciable contribution. He

has been there both as a scientist with a vast spectrum of interests and as an organizer of Italian and European scientific research. Notwithstanding that he is a great organizer, he is first and foremost a physicist.

His first work, carried out when he was a nineteen-year-old student, was the beginning of a scientific career always on the frontier of physics, lasting uninterruptedly for over forty years. At the beginning, his research was carried out in the now famous group of the «Corbino's boys», where Edoardo was the youngest. The group, dominated by the scientific personality of Enrico Fermi, included a number of first class young scientists. Hounded by the events preceding the outbreak of the second world war, the group was destined to disperse in about a decade. But in these ten years work was accomplished which remains in the history of physics. Amaldi actively participated in all the experimental research, which ranged from atomic physics to molecular spectroscopy, up to the classic experiments on the interaction of neutrons with matter. Among the most significant results are the radioactivity induced by neutrons, the production of new radioisotopes, the discovery of the slowing of neutrons, the first experimental check of the optical theorem, the direct proof of the diffraction of fast neutrons by nuclei.

Any possibility of research was virtually eliminated in the tragic years of the war. Even before, after the premature disappearance of Ettore Majorana and the exodus of almost all components of the Roman school, the latter was near extinction. Amaldi saved it by his continuous presence, especially in difficult moments, by his total dedication, his example, his will to recommence scientific activity as soon as circumstances would allow. In the post-war years his interest moved first to the field of cosmic rays and later to elementary particle physics. He investigated the properties of cosmic ray muons underground, using an electronic technique which prefigured the future complexity of the apparatuses later employed with high-energy accelerators. Then he studied the behaviour of cosmic ray pions, K-mesons, and hyperons, using nuclear emulsions exposed in balloon flights, and observed a very probable example of an antiproton-nucleon annihilation star, just before the conclusive discovery of the antiproton at Berkeley in 1955. Subsequently, from 1955 to 1959, he led the Roman group which together with a group at Berkeley performed the first systematic investigation of the annihilation of the antiprotons produced by the Bevatron.

In the following years we find Amaldi—now more than fifty years old—still in the first line, involved in bold experiments carried out with large particle accelerators. They include a search for Dirac monopoles, a study of the polarization of recoil protons in electron-proton collisions, and the very recent experiments on pion electroproduction.

The contribution of Amaldi to the organization and development of physics in Italy and Europe has been really outstanding. This book, starts with a paper

by Francis Perrin which illustrates particularly Amaldi's contribution to the creation and development of CERN. With the same enthusiasm and dedication, he performed in that period the heavy duties associated with the directive responsibilities he had at the University of Rome, the Italian Institute of Nuclear Physics (INFN), the National Committee for Nuclear Research (CNRN, later CNEN), etc.; never neglecting his educational duties, never failing to follow closely the experiments in which he was personally involved, nor the developments of research also in fields far from his immediate interest, promoting, in fact, the creation of new groups in Rome operating in low temperature and space physics, never refusing to sacrifice his personal activity in favour of initiatives—such as, for example, «Pugwash»—which through the weight of his scientific authority could bring advantages to the generations to come.

The capacity to engage in activities so various and complex, continuously and uninterruptedly over a period of decades, appears almost prodigious in the light of Amaldi's personality, sober, informal, easy going, always clear minded and serene. I still remember him in the darkest years of the Nazi occupation (when more or less hidden in a Roman lyceum, we carried out far from the bombarded University our experiments on the cosmic muons) meeting often with us, always exactly at the prefixed time, as if everything around were normal. And always bringing, together with his culture and physical good sense, the support—even more precious in those days—of a fundamental confidence in the future.

A quarter of a century later, we still find in him the same fundamental confidence. It has allowed him to overcome the severe crisis that scientific research and the Italian school suffered in that period. And since this confidence is an integral part of his personality, it will always accompany him in the long years to come. His friends—including the many friends who were unable to exhibit their esteem and affection with a contribution to this book—express with me the warmest wish that the Italian school, European scientific research and physics at large, will continue for many and many years to come to profit, as in the past, from the fruits of his tireless work and serene wisdom.

MARCELLO CONVERSI

Rome, October 1969

Edoardo Amaldi et le CERN

Depuis une trentaine d'années les progrès les plus significatifs de la physique fondamentale se sont produits dans le domaine des particules éphémères créées par des collisions entre nucléons à des énergies de plus en plus élevées. Tant que les rayons cosmique on été la seule source de particules de haute énergie pouvant donner lieu à de telles collisions, les physiciens européens travaillant en Europe, avec les techniques des émulsions nucléaires ou des chambres à brouillard, ont eu une grande part dans les découvertes de particules nouvelles qui ont fait pressentir la richesse imprévue et l'étrangeté de ce domaine où un nouveau bouleversement des fondaments de la Science commençait à s'esquisser.

Mais, dès la mise en service des accélérateurs américains de quelques gigaélectron-volts, le Cosmotron de Brookhaven puis le Bévatron de Berkeley, il est clairement apparu aux physiciens les plus avertis que si de grands accélérateurs n'étaient pas construits en Europe, les scientifiques européens ne pourraient plus participer effectivement au progrès de cette partie de la Science, celle où des lois vraiment nouvelles pouvaient être découvertes, sans émigrer vers l'Amérique, ce qui ferait peu à peu perdre à la grande majorité des nouvelles générations d'étudiants euroéens tout contact vivant avec la Science en formation.

Edoardo Amaldi fut un des quelques hommes qui eurent très tôt et très vivement conscience de ce danger, et qui, comprenant que la construction d'un accélérateur équivalent aux futurs accélérateurs américains exigerait des moyens financiers et humains beaucoup plus grands que ceux qu'aucun Etat européen, agissant isolément, pourrait ou voudrait consacrer à une telle réalisation, entreprirent une action visant à associer la plupart des pays d'Europe en vue de la construction en commun d'un accélérateur des très haute énergie.

Cette action, trouvant heureusement un climat politique favorable, devait aboutir relativement rapidement à la signature en 1953, par une douzaine d'Etats européens, d'une convention créant un Centre Européen de Recherche Nucléaire, le CERN, établi à Genève par un choix unanime, qui avait comme objet principal la construction et l'exploitation scientifique d'un grand accélérateur. Le remarquable succès de cette entreprise, tant pendant la phase de la construction que pendant celle de l'exploitation, succès qui a

permis à l'Europe de reprendre, après une dizaine d'années d'éclipse, une place de premier rang en physique des hautes énergies, est certainement dû au fait qu'elle a été conçue puis animée par des hommes de science qui ne perdaient jamais de vue le but poursuivi et qui faisaient aisément abstraction de toute rivalité nationale mesquine.

Les deux physiciens qui ont par leur action le plus contribué à la création du CERN sont certainement Pierre Auger et Edoardo Amaldi. C'est à la suite d'entretiens qu'il eut avec l'un et l'autre, que Rabi chef de la délégation américaine à l'Assemblée générale de l'UNESCO qui se tint à Florence au printemps de 1950, fit adopter une résolution chargeant cette organisation mondiale de susciter la création d'un laboratoire européen de physique des hautes énergies. Pierre Auger alors Directeur du Département des Sciences exactes et naturelles de l'UNESCO, prit en main la mise en oeuvre de cette résolution en faisant établir un projet précis, qui puisse être proposé aux gouvernements, par un groupe d'experts, physiciens des principaux pays intéressés choisis en accord avec Amaldi. Dès la première séance de ce groupe d'expert, Auger en confia la présidence à Amaldi, reconnu par tous comme le plus qualifié, pour en animer les travaux.

Quand en mai 1952 une Organisation provisoire du futur CERN fut décidée par un accord entre les gouvernements, Amaldi en fut nommé Secrétaire Général. A ce poste, qu'il conserva jusqu'en octobre 1954, il dirigea la préparation de la convention définitive, avec ses annexes financières, et les règlements qui donnèrent au CERN sa grande efficacité de fonctionnement. Durant cette période de très important contrats furent préparés et signés avec l'architecte et les principales compagnies qui devaient construire ou fabriquer les bâtiments et les premiers gros constituants (dont l'aimant) du premier accélérateur, le synchrocyclotron de 600 MeV, dont devait être doté le CERN. De nombreux contrats relatifs à la construction du synchrotron à protons de 25 GeV, appareil principal du futur laboratoire, furent également préparés sous la direction d'Amaldi.

Après la nomination, en octobre 1954, de Félix Bloch comme premier Directeur Général du CERN, Amaldi accepta encore de consacrer la plus grande partie de son activité au CERN pendant 6 mois en qualité de Directeur Général adjoint. Pendant les années cruciales de formation et d'orientation du CERN, durant lesquelles s'est formé l'esprit qui devait l'animer quand la recherche scientifique a pu y commencer, c'est Amaldi qui a joué avec continuité le rôle principal, en montrant un grand sens de l'action politique, mais en pensant et en agissant toujours en grand physicien, qui ne perdait jamais de vue l'objectif scientifique de cette vaste entreprise commune européenne.

Malgré tant de temps et d'effort donnés à des activités administratives, Amaldi a su rester un vrai scientifique et aussitôt qu'il l'a pu il s'est de nouveau consacré à ses activités universitaires à Rome, enseignement et direction d'un Institut de Recherche très vivant. Et, ce qui est particulièrement remarquable,

il a su reprendre lui-même une activité originale de recherche. C'est ainsi qu'il a effectivement participé, au cours d'un séjour à Berkeley, à la très belle expérience qui apporta, en octobre 1956, la preuve définitive de l'existence des antiprotons par l'observation et l'analyse précise d'étoiles produites par leur annihilation dans des émulsions nucléaires.

C'est ce qui permet de comprendre pourquoi, quand au début de 1963 il apparut nécessaire d'envisager pour l'Europe, en face de projets américains activement poussés, une deuxième étape de collaboration en physique des hautes énergies, c'est encore Amaldi que le Comité des Directives Scientifiques du CERN désigna à l'unanimité pour présider un Comité européen sur les futurs Accélérateurs, l'ECFA, pourtant délibérément formé par des physiciens en pleine activité de recherche et nettement plus jeunes que ceux avaient préparé la fondation du premier CERN. Le rapport présenté par Amaldi dès le mois de juin 1963 recommandait la construction, en complément du PS de 28 GeV, d'anneaux de stockage à intersections (les ISR) devant permettre une exploration à très faible intensité vers les très hautes énergies, et la création d'un nouveau laboratoire ayant comme équipement principal un synchrotron à protons de 300 GeV (environ dix fois plus grand que celui du premier laboratoire européen). La construction des ISR fut décidée par le Conseil du CERN en juin 1965 et doit s'achever en 1971, mais malgré un rapport technique détaillé présenté en 1964 par l'ECFA, aucune décision ne fut prise relativement à l'accélérateur de 300 GeV. Afin de refaire un examen approfondi des besoins européens et des possibilités techniques de réalisation dans le domaine des très hautes énergies, l'ECFA fut renouvelé en mars 1966, groupant alors une soixantaine de physiciens, toujours sous la présidence d'Amaldi, qui présenta au Conseil du CERN en juin 1967 un nouveau rapport confirmant la recommandation de la réalisation du synchrotron de 300 GeV proposé en 1964 et traçant les grandes lignes du programme de son utilisation scientifique. C'est à la suite de ce rapport que furent adressées au Président du Conseil du CERN les premières lettres officielles de gouvernements déclarant leur intention de participer à un deuxième laboratoire européen doté d'un accélérateur de 300 GeV, si un nombre suffisant de partenaires pouvaient être rassemblés.

La grande valeur des considérations générales justifiant les propositions présentées par Amaldi en tant que président de l'ECFA doit être soulignée. Dans ses rapports au Comité des Directives Scientifiques ou au Conseil du CERN, on sent qu'il ne s'est jamais laissé influencer par des arguments de prestige ou de rivalité avec l'Amérique ou l'URSS, ni par le désir d'établir des records ou l'attrait du gigantisme; ses raisons étaient toujours solidement fondées sur l'intérêt scientifique et une utilisation optimum, à ce point de vue, des grands moyens financiers inévitablement nécessaires. C'est ainsi qu'il a clairement montré que le choix d'une énergie de 300 GeV pour le

projet de futur accélérateur européen, tandis que les Américains envisageaient alors pour leur projet une énergie de 200 GeV, ne résultait pas du désir d'atteindre une énergie un peu plus grande, avec peut-être, sans raison sérieuse, l'espoir de dépasser le seuil d'apparition d'un phénomène nouveau, mais que ce choix était justifié par la prévision que l'on obtiendrait, dans le domaine d'énergie autour de 10 GeV, des faisceaux secondaires de particules étranges (mésons K ou hypérons) et de neutrinos d'un ordre de grandeur plus intense avec un faisceau primaire de protons de 300 GeV au lieu de 200 GeV, et que c'était le très grand accroissement d'intensité de ces faisceaux secondaires d'énergie relativement basse qui permettait le plus d'espérer des progrès décisifs dans la découverte et la compréhension des lois fondamentales régissant le monde des particules élémentaires.

Ce sont d'ailleurs principalement ces raisons qui ont conduit les Américains à modifier leur projet initial en entreprenant la construction d'un accélérateur devant bien avoir initialement l'énergie prévue de 200 GeV, mais pouvant être, quelques années après, transformé, sans dépense excessive, de façon à atteindre 400 GeV. Similairement, quand en juin 1968 le gouvernement britannique fit savoir qu'il ne pourrait pas, pour des raisons financières, s'associer à la réalisation du deuxième laboratoire du CERN, malgré l'excellence du projet présenté, et qu'il fallut pour sauver cette entreprise essentielle pour l'Europe, envisager un projet moins onéreux, Amaldi, parlant toujours en tant que président de l'ECFA mais avec sa puissance personnelle de persuasion, réussit à convaincre tous les membres du Comité des Directives Scientifiques, que même au prix d'autres sacrifices il fallait absolument garder la possibilité d'atteindre finalement l'énergie de 300 GeV même s'il apparaissait inévitable de proposer aux gouvernements une première étape ne dépassant pas l'énergie de 200 GeV. Il ne pouvait accepter que des contingences sans doute passagères risquent de compromettre définitivement ce qu'il voyait clairement être la caractéristique la plus prometteuse à longue échéance du futur accélérateur européen.

Ainsi, Edoardo Amaldi a été depuis une vingtaine d'années un des grands promoteurs du développement de la physique des hautes énergies en Europe, au premier rang de ceux qui estiment que la participation active à ce domaine de la recherche scientifique fondamentale est un facteur important pour conserver une âme à notre civilisation moderne menacée d'étouffement spirituel par l'aspect matériel du progrès technique. Il ne s'est jamais dérobé quand on lui a demandé de sacrifier ses activités personnelles de physicien car il avait conscience de pouvoir aider à préparer, pour toute une génération de jeunes chercheurs de nos vieux pays d'Europe, la possibilité de contribuer à certains des progrès les plus significatifs de la Science.

FRANCIS PERRIN