

Le LEP

une machine à remonter le temps



IN2P3

INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE
ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES



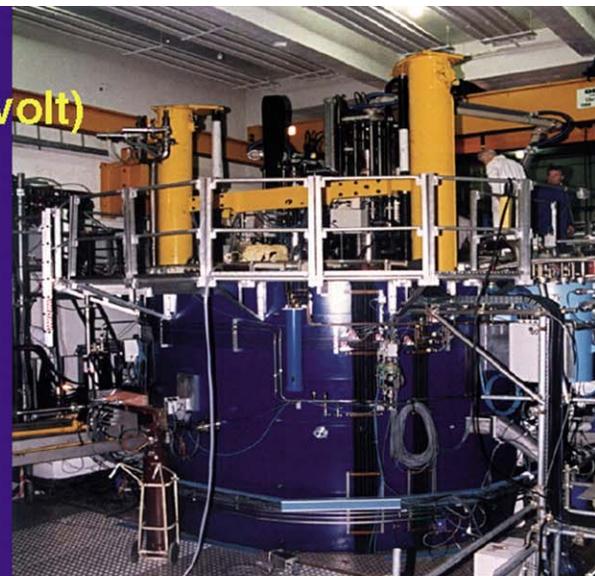
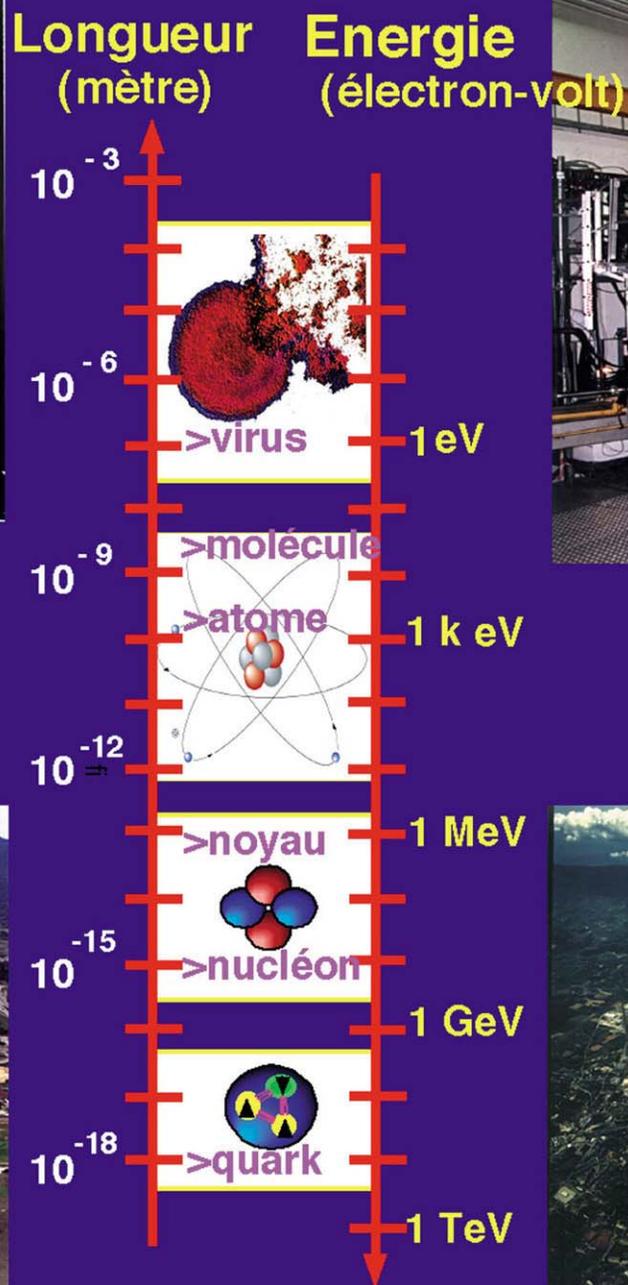
CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Microscope électronique



Accélérateur linéaire



Cyclotron



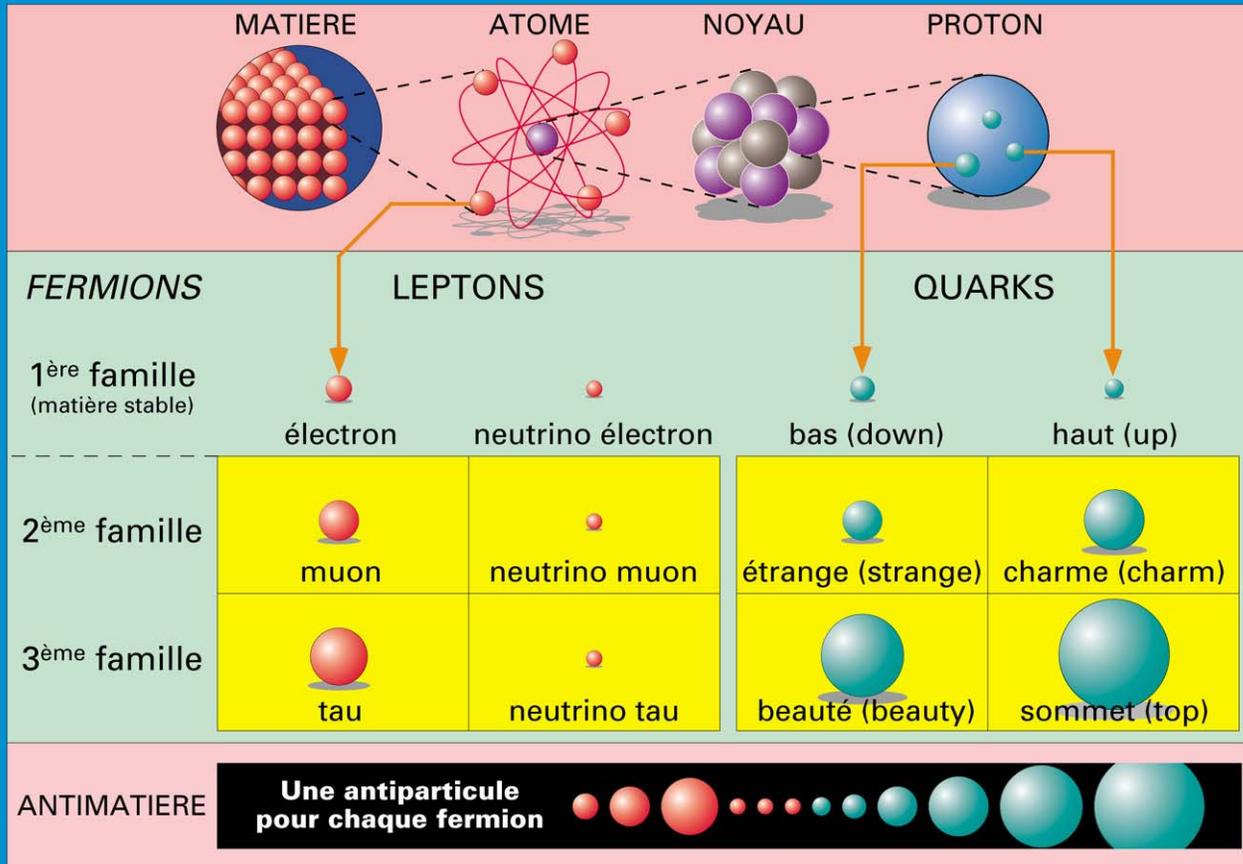
Synchrotron

Le LEP

Une machine à remonter le temps

- Particules et interactions (**forces**) fondamentales de la nature
- Naissance de l'Univers selon la théorie du «big-bang»
- Accélérateurs de particules → concentrations d'énergie proches de celles mises en jeu dans les premiers instants de l'Univers
- Principe de l'expérimentation au LEP
- Exemple de résultat : mesure de l'intensité de l'interaction forte
- Vers l'unification des interactions fondamentales ?
- Conclusions et perspectives

Les constituants élémentaires de la matière

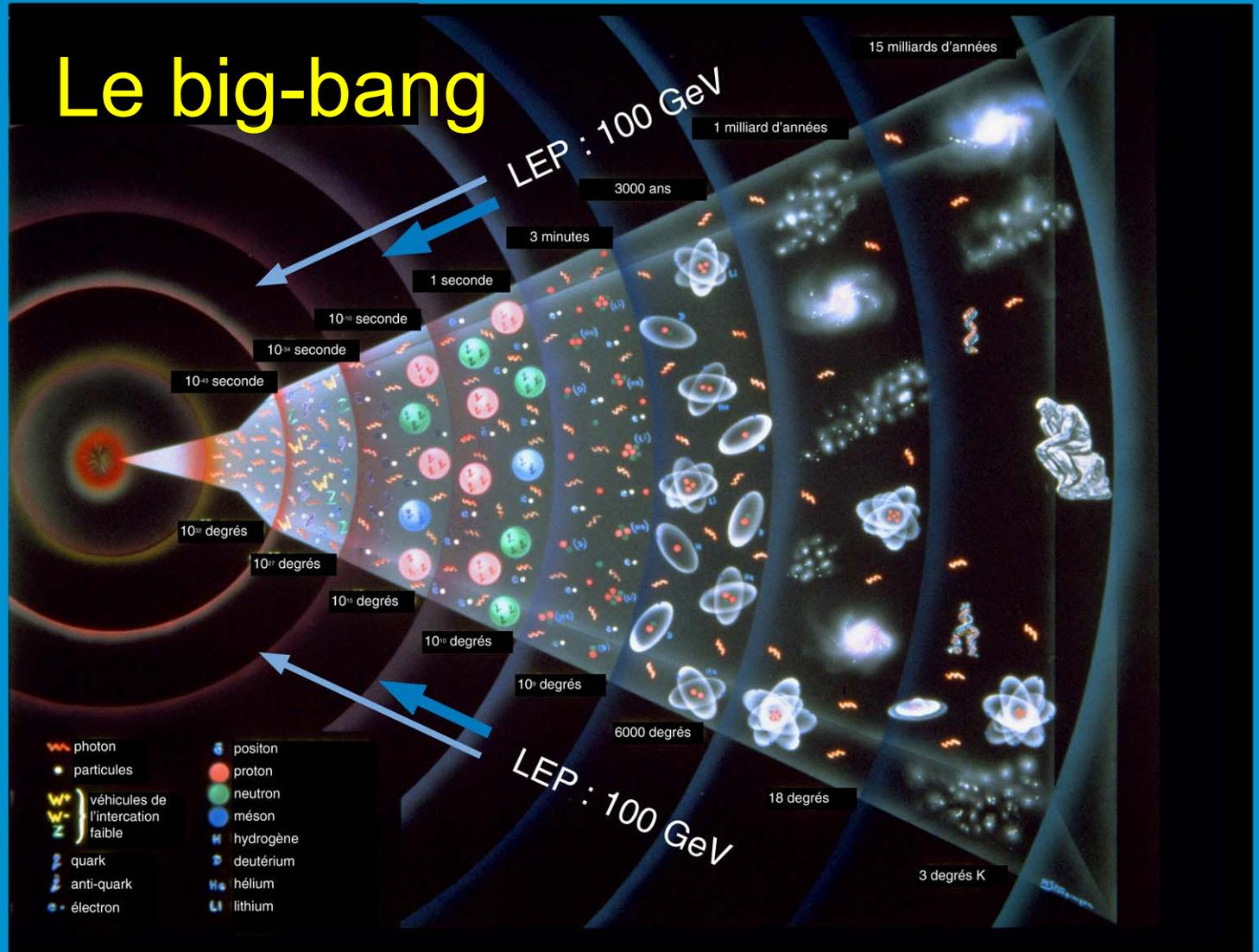


Les quatre interactions de la nature sont décrites par l'échange de particules



TYPE	FORCE RELATIVE	PARTICULES ÉCHANGÉES	EXEMPLE DE DOMAINE D'APPLICATION
FORTE	~ 1	gluons	noyau, nucléons
ÉLECTROMAGNÉTIQUE	$\sim 10^{-2}$	photons	cortège électronique de l'atome, lumière, chimie
FAIBLE	$\sim 10^{-6}$	bosons Z^0 , W^+ , W^-	radioactivité β énergie solaire
GRAVITATION	$\sim 10^{-38}$	graviton ?	pesanteur systèmes planétaires

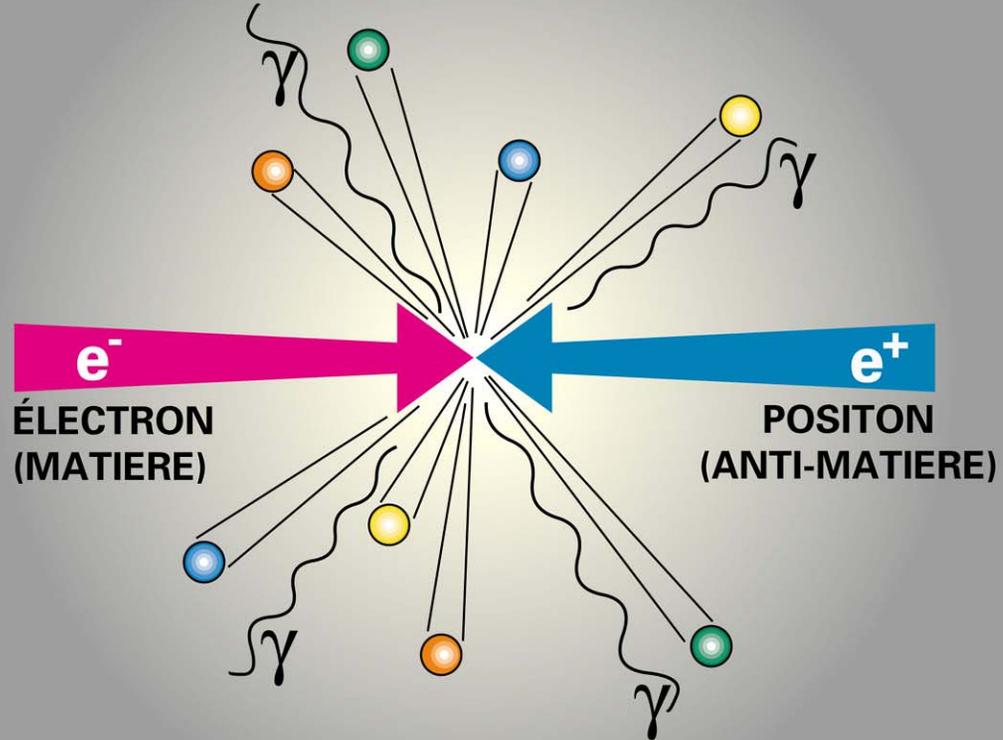
Le big-bang



$E=mc^2$, Annihilation, création de particules connues, nouvelles

CONCENTRATION D'ÉNERGIE

⇒ "MINI BIG-BANG"



ACO
(Anneau de Collisions d'Orsay)

1964
 $E \approx 1 \text{ GeV}$
22

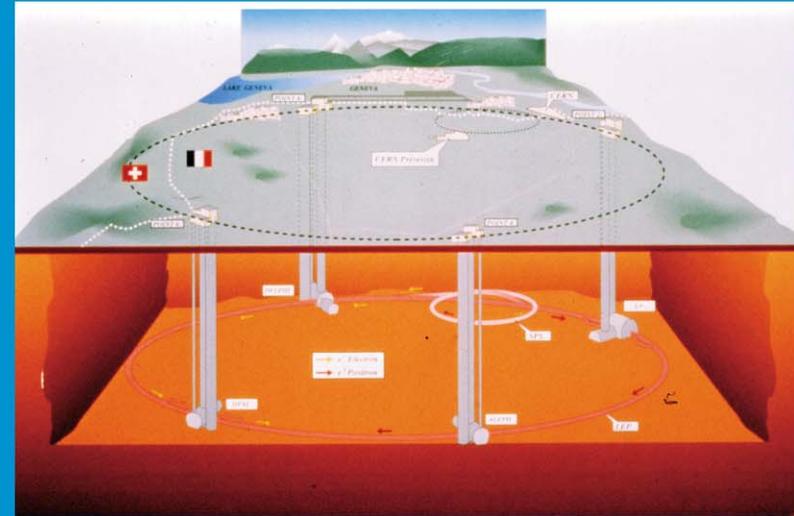


LEP
(Large Electron Positron
Collider)

1989
 $E \approx 100\text{-}200 \text{ GeV}$
27 km



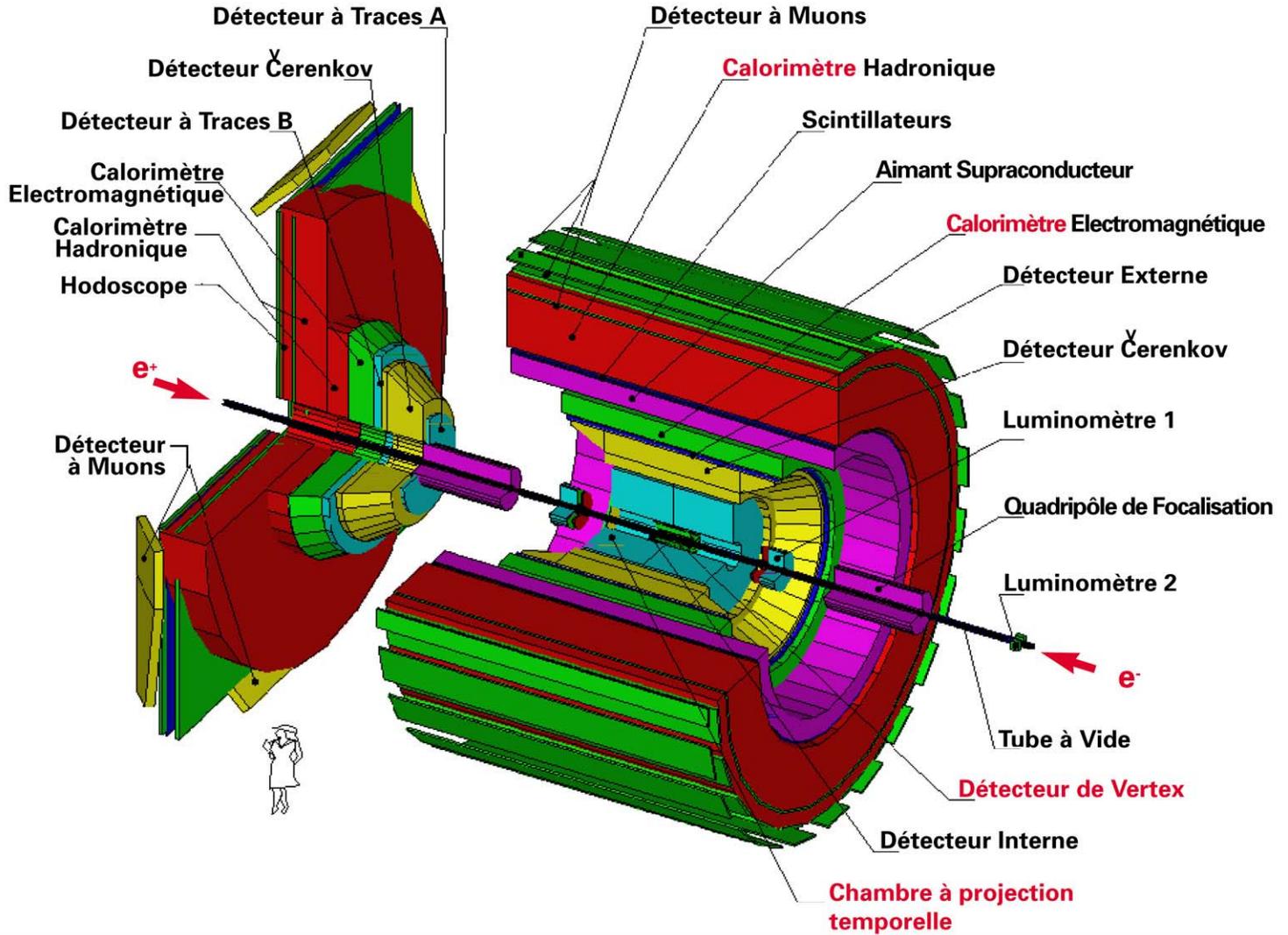
le LEP



le tunnel du LEP

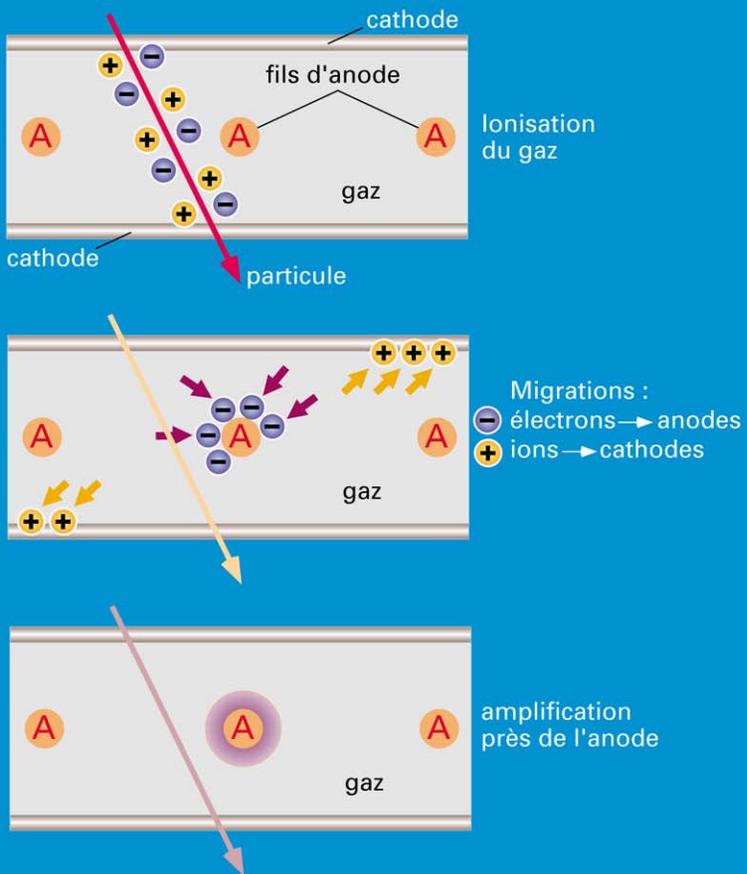


Le détecteur



Comment enregistrer le passage des particules

Chambre à fils



Précision = 200 μm

T11

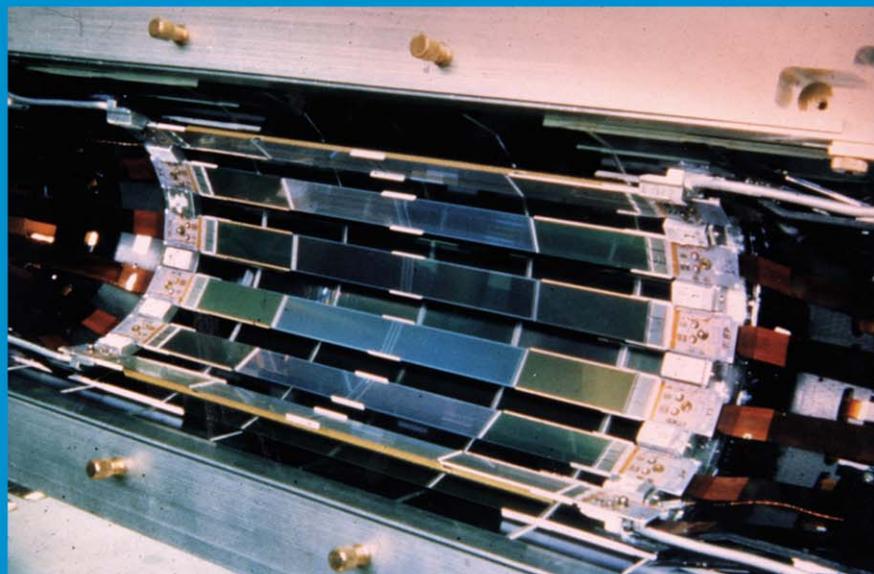
Détecteur au silicium

Implantation chaque 50 μm

Précision = 10 μm

Diamètre = 20 cm

50 000 voies de détection



Investigation expérimentale et théorique



«événement» quark-antiquark
 ≈ 20 particules chargées
 ≈ 20 particules neutres



Mesurer précisément le maximum de particules produites



- énergie
- quantité de mouvement (champ magnétique)
- masse
- durée de vie



Remonter à l'interaction fondamentale à travers un modèle
 p. ex. quel type de quarks ?



Confronter les résultats de mesures aux prédictions de la théorie ou de plusieurs théories

- confirmer
- infirmer
- améliorer



Forte statistique ==> précision
 Monter l'énergie ==> exploration

Déroulement, organisation d'une expérience au LEP



DCEFIN

T13

Exemple : DELPHI

conception, 1ère étude projet : 3 ans

construction : 4 ans

exploitation, prise de données : 10 ans

Collaboration internationale : ≈ 50 instituts

Nombre de physiciens : $\approx 400 - 500$

Coût du LEP : ≈ 4 milliards FF

Coût d'une expérience : ≈ 320 millions FF

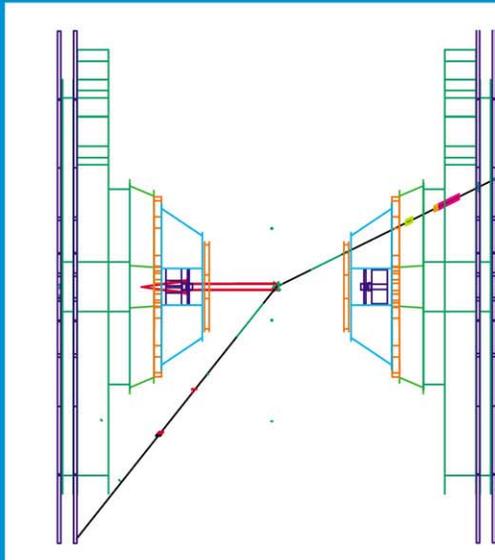
organisation, spécialisation

Que voit-on typiquement ?

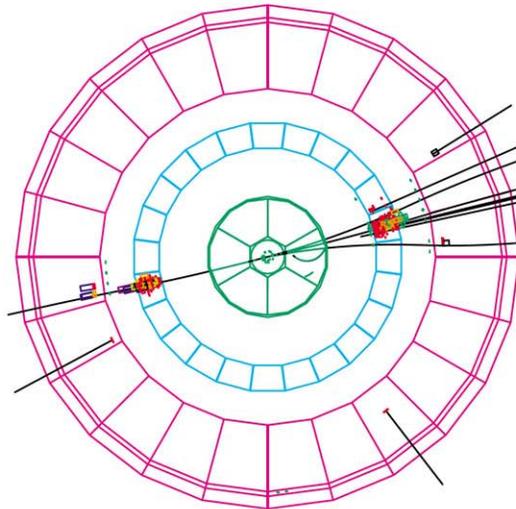
DELPHI Run: 64027 Evt: 1662
 Beam: 65.2 GeV Proc:11-Oct-1996
 DAS: 4-Nov-1995 Scan:14-Oct-1996
 08:08:09 Tan+DST

DELPHI Run: 64181 Evt: 18091
 Beam: 65.2 GeV Proc:11-Oct-1996
 DAS: 10-Nov-1995 Scan:14-Oct-1996
 04:45:16 Tan+DST

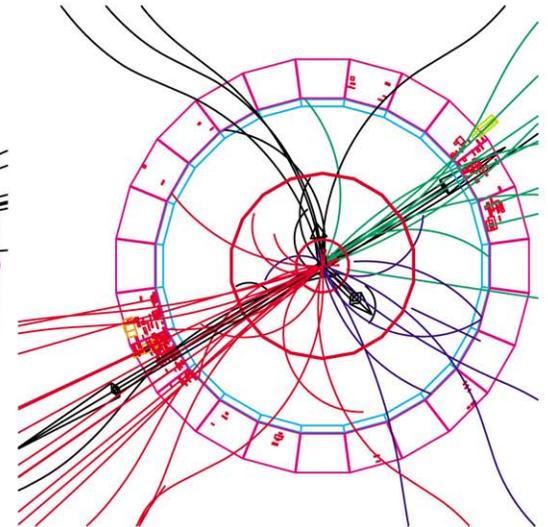
DELPHI Run: 63906 Evt: 23833
 Beam: 65.2 GeV Proc:11-Oct-1996
 DAS: 1-Nov-1995 Scan:14-Oct-1996
 00:57:46 Tan+DST



$$e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^- + \gamma$$



$$e^+ + e^- \rightarrow \tau^+ + \tau^-$$



$$e^+ + e^- \rightarrow q\bar{q} + 2g$$

Une des 150 publications de Delphi

DELPHI Collaboration

P. Abreu¹⁴, W. Adam¹⁴, F. Adam¹⁴, T. Adye¹², T. Akesson²¹, G.D. Alekseev¹³, P. Allen⁴², S. Almedehi²¹, S.J. Alsvag¹⁹, U. Amaldi¹, E. Anagnostou², P. Antilogos²², W.D. Apel¹, B.J. Apsimon¹, B. Assmann¹⁹, E.J. Augustinus¹⁹, A. Augustinus¹⁹, P. Baillon¹, P. Bambede¹⁰, F. Baradei¹⁰, F. Barate¹⁰, R. Barate¹⁰, G. Barbellini¹⁰, D.Y. Bardin¹³, A. Baronecchi¹⁰, O. Barrini²¹, W. Bart¹¹, M.J. Bates²⁰, M. Battaglia¹⁰, M. Baublicher²⁰, K.H. Beck⁴³, C.J. Becher²⁰, M. Begalli¹⁰, P. Beilliere¹⁰, Y.u. Belokopytov¹³, P. Beltran¹, D. Benedict¹, J.M. Benlloch⁴³, M. Berggren¹⁰, D. Bertrand¹, F. Bianchi¹⁰, M.S. Bilenky¹⁰, P. Billoir²⁰, J. Bjarne²¹, D. Bloch¹, S. Blyth¹⁰, V. Bocci¹³, P.N. Bogolubov¹³, T. Bolognese¹⁰, M. Bonapart¹⁷, M. Bonesan¹⁷, W. Bonivento²³, P.S.L. Booth¹⁰, P. Borgetti¹⁰, G. Borisov¹⁷, H. Borer¹, C. Bosio¹³, B. Bostjanic¹, O. Botner¹, B. Bouquet¹, C. Bourdarios¹⁰, M. Bozzo¹⁰, S. Braibant¹, P. Branchini¹⁹, K.D. Brand¹¹, R.A. Brenner¹¹, H. Briand²⁰, C. Bricean¹⁰, R.C.A. Brown¹, N. Brummer¹⁷, J.-M. Brunet¹, L. Bugge¹, T. Buran¹, H. Burmeister¹, J.A.M.A. Buytaert¹, M. Caccia¹, M. Calvi²¹, A.J. Camacho Rozas¹⁰, A. Campion¹⁰, T. Camporesi¹⁰, V. Canale¹⁰, F. Cao¹, F. Carena¹, L. Carroll¹, C. Caso¹⁰, E. Castell¹⁰, M.V. Castillo Gimenez¹⁰, A. Cattai¹, F.R. Cavallo¹, L. Cerroto¹, A. Chan¹, M. Chapkin¹⁷, P. Charpentier¹, L. Chaussard¹⁰, J. Chauveau¹⁰, P. Checchia¹⁰, G.A. Chelkov¹³, L. Chevalier¹⁰, P. Chiappinucci¹⁷, V. Chortuzov¹⁰, R. Cifio¹⁰, M.P. Clara¹⁰, P. Collins¹⁰, J.L. Contreras¹⁰, R. Contri¹⁰, G. Cosme¹⁰, F. Couchot¹⁰, H.B. Crawley¹⁰, D. Crennell¹¹, G. Crosetti¹⁰, M. Crozon¹, J. Cuevas Maestro¹⁰, S. Czellar¹¹, S. Dagorel¹⁰, E. Dahl-Jensen¹⁰, B. Dalmagne¹⁰, M. Dam¹⁰, G. Damgaard¹⁰, G. Darbo¹⁰, E. Daubie¹⁰, P.D. Dauncey¹⁰, M. Davenport¹⁰, P. David¹⁰, W. Da Silva¹⁰, C. Defoix¹, D. Delikaris¹, S. Delorme¹, P. Delpierre¹⁰, N. Demaria¹⁰, A. De Angelis¹⁰, M. De Beer¹, H. De Boeck¹, W. De Boer¹, C. De Clercq¹, M.D.M. De Fez Laso¹⁰, N. De Groot¹⁰, C. De La Vaisiere¹⁰, B. De Lotto¹⁰, A. De Min¹⁰, H. Dijkstra¹, L. Di Ciaccio¹⁰, F. Djama¹, J. Dolbeau¹⁰, O. Doll¹⁰, M. Donzelin¹⁰, K. Doroba¹⁰, M. Dracos¹, J. Drees¹, M. Dris¹, V. Dufour¹, W. Dulinski¹, L.-O. Eek¹⁰, P.A.-M. Eerola¹, T. Ekelof¹⁰, G. Eksoptsou¹⁰, A. Elliot Peiser¹⁰, J.-P. Engel¹, D. Fassoulitis¹⁰, M. Feindt¹, A. Fenkyu¹⁰, M. Fernandez Alonso¹⁰, A. Ferrer¹, T.A. Filipunas¹⁰, A. Firestone¹, H. Foeth¹, E. Fokitis¹⁰, P. Fogliati¹⁰, F. Fontanelli¹⁰, K.A.J. Forbes¹⁰, B. Franek¹, P. Frankel¹⁰, D.C. Fries¹, A.G. Frodesen¹⁰, R. Fruhwirth¹⁰, F. Fulda-Quenzer¹⁰, K. Furnival¹⁰, H. Furstenau¹, J. Fuster¹, G. Galeazzi¹⁰, D. Gamba¹⁰, S. Garcia¹⁰, J. Garcia¹⁰, C. Gaspar¹, U. Gasparini¹, P. Gavillet¹, E.N. Gazis¹⁰, J.-P. Gerber¹, P. Giacomelli¹⁰, R. Gokhli¹⁰, V.M. Golovatyuk¹³, J.J. Gomez Y Cadenas¹, A. Goobar¹⁰, G. Gopal¹⁰, M. Gorski¹⁰, V. Gracco¹⁰, A. Grant¹, F. Grand¹, E. Graziani¹⁰, G. Grosdidier¹⁰, E. Gross¹, P. Grosse-Wiesmann¹⁰, B. Grossetete¹⁰, J. Guy¹⁰, J. Hahn¹, M. Hahn¹, S. Haider¹⁰, Z. Hajduk¹⁰, A. Hakansson¹, A. Hallgren¹⁰, K. Hamacher¹⁰, G. Hamel De Monchenault¹⁰, F.J. Harris¹⁰, B.W. Heck¹, T. Henkes¹, J.J. Hernandez¹⁰, P. Herquet¹⁰, H. Herr¹, I. Hietanen¹⁰, C.O. Higgins¹⁰, E. Higon¹⁰, H.J. Hilde¹⁰, S.D. Hodgson¹⁰, T. Hofmoki¹⁰, R. Holmes¹⁰, S.O. Holmgren¹⁰, D. Holtzhuizen¹⁰, F. Honore¹⁰, J.E. Hooper¹⁰, M. Houlden¹⁰, J. Hrubec¹⁰, P.O. Hulth¹⁰, K. Hultqvist¹⁰, D. Husson¹⁰, P. Ioannou¹⁰, D. Isenbower¹⁰, P.S. Iversen¹⁰, J.N. Jackson¹⁰, P. Jalocho¹⁰, S. Jalek¹⁰, P. Jarry¹⁰, B. Jean-Marie¹⁰, E.K. Johansson¹⁰, D. Johnson¹⁰, M. Jonker¹⁰, L. Jonsson¹⁰, P. Juillot¹, G. Kalkanis¹⁰, G. Kalnau¹⁰, J.F. Kapusta¹⁰, M. Karlsson¹⁰, S. Katsanevas¹⁰, E.C. Katsoufis¹⁰, R. Keranen¹⁰, J. Kesteman¹⁰, B.A. Khomenko¹⁰, I.N. Khovanskii¹³, B. King¹⁰, N.J. Kjaer¹⁰, H. Klein¹⁰, W. Klempf¹, A. Klöwing¹, P. Kluit¹⁰, A. Koch-Mehrin¹⁰, J.H. Koehn¹⁰, V. Koene¹⁰, P. Kokkinias¹⁰, M. Kopf¹⁰, M. Koratzinos¹⁰, K. Korey¹⁰, A.V. Korytov¹³, V. Kostinukhin¹⁰, C. Kourkoumelis¹⁰, P.H. Kramer¹⁰, T. Kreuzberger¹⁰, J. Krolkowski¹⁰, I. Kronkvist¹⁰, J. Krstic¹⁰, U. Krüner-Margus¹⁰, W. Krupinski¹⁰, W. Kucewicz¹⁰, K. Kuvvinen¹⁰, C. Lacasta¹⁰, C. Lambropoulos¹⁰, J.W. Lamsa¹⁰, L. Lanceri¹⁰, V. Lapin¹⁰, J.-P. Laugier¹⁰, R. Lauhakangas¹⁰, G. Leder¹⁰, F. Ledroit¹⁰, R. Leitner¹⁰, Y. Lemoigne¹⁰, J. Lemonne¹⁰, G. Lenzer¹⁰, V. Lepeltier¹⁰, A. Lessarig-Selvon¹⁰, E. Lieb¹⁰, D. Liko¹⁰, E. Lillenhan¹⁰, J. Lindgren¹⁰, R. Lindner¹⁰, A. Lipniacka¹⁰, I. Lippi¹⁰, R. Lloas¹⁰, B. Loeferstad¹⁰, M. Lokajicek¹⁰, J.G. Loken¹⁰, A. Lopez-Fernandez¹⁰, M.A. Lopez Aguera¹⁰, M. Los¹⁰, D. Loukas¹⁰, A. Lounis¹⁰, J.J. Lozano¹⁰, P. Lutz¹⁰, L. Lyons¹⁰, G. Mächlin¹⁰, N. Magnussen¹⁰, J. Maillard¹⁰, A. Maltzov¹⁰, F. Mand¹⁰, J. Marco¹⁰, M. Margoni¹⁰, J.-C. Marin¹⁰, A. Markou¹⁰, T. Maron¹⁰, S. Marti¹⁰, L. Mathis¹⁰, F. Matorras¹⁰, C. Matteuzzi¹⁰, G. Matthiae¹⁰, M. Mazzucato¹⁰, M. McCubbin¹⁰, R. McKay¹⁰, R. McNulty¹⁰, G. Meola¹⁰, C. Meroni¹⁰, W.T. Meyer¹⁰, M. Michelotti¹⁰, W.A. Mitaroff¹⁰, G.V. Mitselmakher¹⁰, U. Mjornmark¹⁰, T. Moa¹⁰, R. Moeller¹⁰, K. Mönig¹⁰, M.R. Monge¹⁰, P. Morettini¹⁰, H. Mueller¹⁰, W.J. Murray¹⁰, B. Muryn¹⁰, G. Myatt¹⁰, F. Naragh¹⁰, F.L. Navarra¹⁰, P. Negri¹⁰, B.S. Nielsen¹⁰, B. Nijhar¹⁰, V. Nikolaenko¹⁰, V. Obraztsov¹⁰, K. Osterberg¹⁰, A.G. Olshevskii¹³, R. Orava¹⁰, A. Ostankov¹⁰, A. Ouraou¹⁰, M. Paganoni¹⁰, R. Pain¹⁰, H. Palka¹⁰, T. Papadopoulos¹⁰, L. Pape¹⁰, A. Passeri¹⁰, M. Pegararo¹⁰, J. Pennanen¹⁰, V. Peresochnikov¹⁰, M. Pernicka¹⁰, A. Perrotta¹⁰, F. Pierre¹⁰, M. Pimenta¹⁰, O. Pingot¹⁰, M.E. Pol¹⁰, G. Polok¹⁰, P. Poropat¹⁰, P. Privitera¹⁰, A. Pullia¹⁰, D. Radojcic¹⁰, S. Ragazzi¹⁰, P. Ratoof¹⁰, A.L. Read¹⁰, N.G. Redadelli¹⁰, M. Regier¹⁰, D. Reid¹⁰, P.B. Renton¹⁰, L.K. Resvans¹⁰, F. Richard¹⁰, M. Richardson¹⁰, J. Ridky¹⁰, G. Rinaudo¹⁰, I. Roditi¹⁰, A. Romero¹⁰, I. Roncagliolo¹⁰, P. Ronchese¹⁰, V. Ronjin¹⁰, C. Ronnyqvist¹⁰, E.I. Rosenberg¹⁰, U. Rossi¹⁰, E. Rosso¹⁰, P. Roudeau¹⁰, T. Rovelli¹⁰, W. Ruckstuhl¹⁰, V. Ruhlmann¹⁰, A. Ruiz¹⁰, K. Rybicki¹⁰, H. Saarikko¹⁰, Y. Saequin¹⁰, G. Sajo¹⁰, J. Salt¹⁰, E. Sanchez¹⁰, J. Sanchez¹⁰, M. Sannino¹⁰, M. Schaeffer¹⁰, S. Schael¹⁰, H. Schneider¹⁰, M.A.E. Schyns¹⁰, F. Scuri¹⁰, A.M. Segar¹⁰, R. Sekulin¹⁰, M. Sessa¹⁰, G. Sette¹⁰, R. Seuffer¹⁰, R.C. Shellard¹⁰, P. Siegrist¹⁰, S. Simonetti¹⁰, F. Simonetto¹⁰, A.N. Sissakian¹⁰, T.B. Skali¹⁰, G. Skjeving¹⁰, G. Smaida¹⁰, G.R. Smith¹⁰, R. Sosnowski¹⁰, T.S. Spassoff¹⁰, E. Spirito¹⁰, S. Squarcia¹⁰, H. Staeck¹⁰, C. Stancescu¹⁰, G. Stavropoulos¹⁰, F. Stichelbaut¹⁰, A. Stocchi¹⁰, J. Strauss¹⁰, R. Strub¹⁰, M. Szezekowski¹⁰, M. Szepczyk¹⁰, P. Szynanski¹⁰, T. Tabarelli¹⁰, S. Tavener¹⁰, O. Tchikinev¹⁰, G.E. Theodosios¹⁰, A. Tikhvint¹⁰, J. Timmermans¹⁰, V.G. Timofeev¹⁰, L.G. Tkatchev¹⁰, T. Todorov¹⁰, D.Z. Toet¹⁰, O. Toker¹⁰, A. Tomaradze¹⁰, E. Torassa¹⁰, L. Tortora¹⁰, M.T. Trainor¹⁰, D. Treille¹⁰, U. Trevisan¹⁰, W. Trischuk¹⁰, G. Tristram¹⁰, C. Troncon¹⁰, A. Tsirou¹⁰, E.N. Tsyganov¹⁰, M. Turala¹⁰, R. Turchetta¹⁰, M.-L. Turluer¹⁰, T. Tuuva¹⁰, I.A. Tyapkin¹⁰, M. Tylund¹⁰, S. Tzamarias¹⁰, B. Überschar¹⁰, S. Überschar¹⁰, O. Ullaland¹⁰, V. Uvarov¹⁰, G. Valent¹⁰, E. Vallazza¹⁰, J.A. Valls Ferrer¹⁰, C. Vander Velde¹⁰, G.W. Van Apeldoorn¹⁰, P. Van Dam¹⁰, W.K. Van Doninck¹⁰, J. Varela¹⁰, P. Vaz¹⁰, G. Vegni¹⁰, L. Ventura¹⁰, V. Venus¹⁰, F. Verbeure¹⁰, L.S. Vertogradov¹⁰, D. Vilanova¹⁰, N. Vishnevsky¹⁰, L. Vitale¹⁰, E. Vlasov¹⁰, S. Vlassopoulos¹⁰, A.S. Vodopyanov¹⁰, M. Vollmer¹⁰, S. Volponi¹⁰, G. Vouglaris¹⁰, M. Voutilainen¹⁰, V. Vrba¹⁰, H. Wahlén¹⁰, C. Walck¹⁰, F. Waldner¹⁰, M. Wayne¹⁰, A. Wehr¹⁰, M. Weierstall¹⁰, P. Weithammer¹⁰, J. Werner¹⁰, A.M. Wetherell¹⁰, J.H. Wickens¹⁰, J. Wikner¹⁰, G.R. Wilkinson¹⁰, W.S.C. Williams¹⁰, M. Winter¹⁰, D. Wormald¹⁰, G. Wormser¹⁰, K. Woschnagg¹⁰, N. Yamdagni¹⁰, P. Yebes¹⁰, A. Zaitsev¹⁰, A. Zaleski¹⁰, P. Zalewski¹⁰, D. Zavrtnik¹⁰, E. Zevglatos¹⁰, G. Zhang¹⁰, N.I. Zimin¹⁰, M. Zito¹⁰, R. Zitoun¹⁰, R. Zukanovich Funchal¹⁰, G. Zumerle¹⁰, J. Zuniga¹⁰

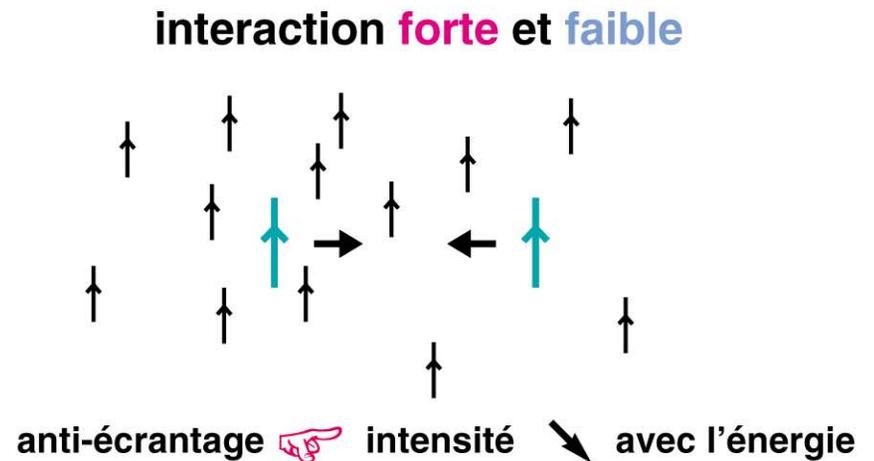
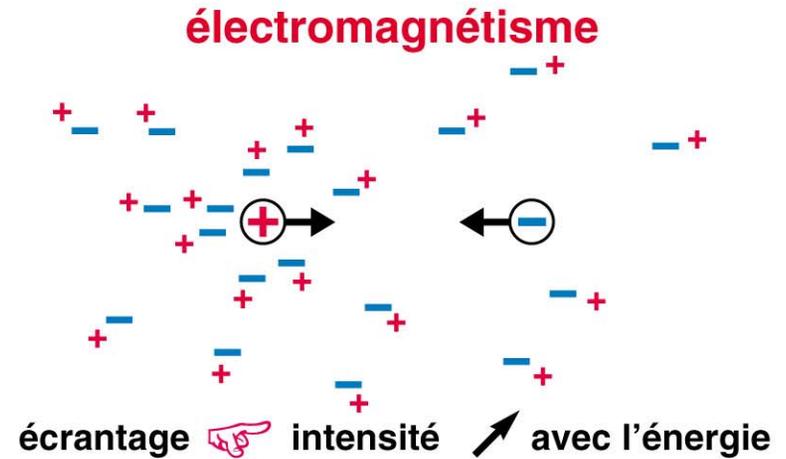
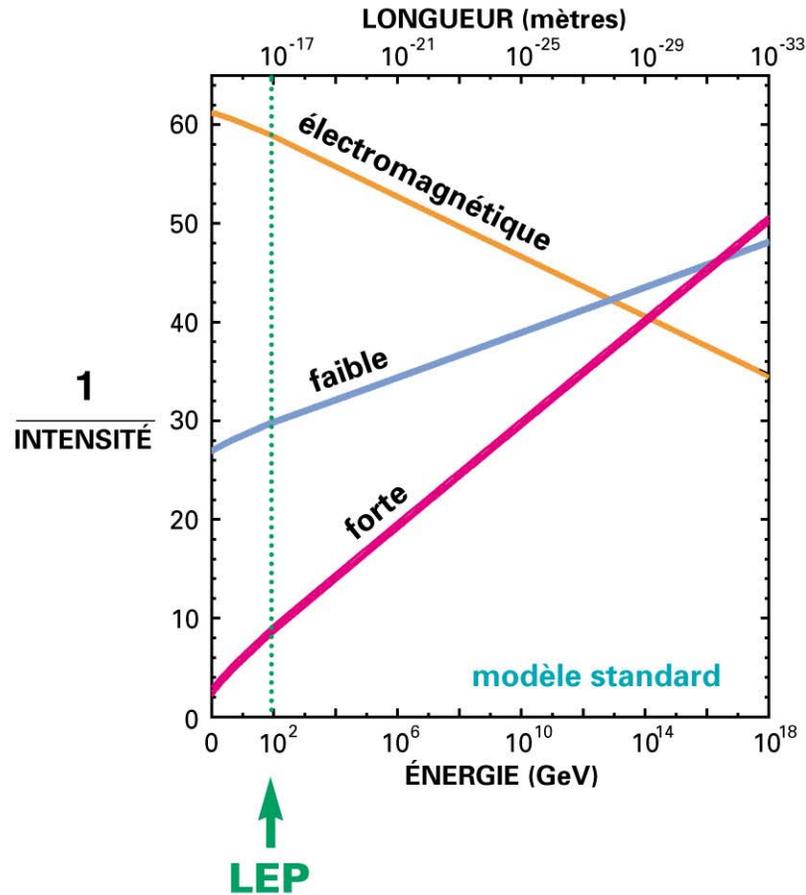
¹ Ames Laboratory and Department of Physics, Iowa State University, Ames IA, 50001, USA
² Physics Department, Univ. Instelling Antwerpen, Universiteitplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgium; IIHE, ULB-VUB, Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium; Service de Phys. des Part. Elem., Faculté des Sciences, Université de l'Etat Mons, Av. Maistriau 19, B-7000 Mons, Belgium
³ Physics Laboratory, University of Athens, Solonos Str. 104, GR-10690 Athens, Greece
⁴ Department of Physics, University of Bergen, Allégaten 55, N-5007 Bergen, Norway
⁵ Dipartimento di Fisica, Università di Bologna and INFN, Via Iraceo 46, I-40126 Bologna, Italy
⁶ Collège de France, Lab. de Physique Corpusculaire, 11 pol. M. Berthelot, F-75231 Paris Cedex 05, France
⁷ CERN, CH-1211 Geneva 23, Switzerland
⁸ Division des Hautes Energies, CRN - Groupe DELPHI and LEPSI, B.P.30 CRO, F-67037 Strasbourg Cedex, France
⁹ Institute of Nuclear Physics, N.C.S.R. Demokritos, P.O. Box 60228, GR-15310 Athens, Greece
¹⁰ Dipartimento di Fisica, Università di Genova and INFN, Via Dodecaneso 33, I-16146 Genova, Italy
¹¹ Institut des Sciences Nucléaires, Université de Grenoble 1, F-38026 Grenoble, France
¹² Research Institute for High Energy Physics, University of Helsinki, Siltaavuopengatan 20, SF-00170 Helsinki 17, Finland
¹³ Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Head Post Office, P.O. Box 79, 101 000 Moscow, Russia
¹⁴ Institut für Experimentelle Kernphysik, Universität Karlsruhe, Postfach 6980, W-7500 Karlsruhe 1, Federal Republic of Germany
¹⁵ High Energy Physics Laboratory, Institute of Nuclear Physics, Ul. Kawory 26a, PL-30055 Krakow 30, Poland
¹⁶ Université de Paris-Sud, Lab. de l'Accélérateur Linéaire, Bat. 200, F-91405 Orsay, France
¹⁷ School of Physics and Materials, University of Lancaster, University of Lancaster - Lancaster LA1 4YB, UK
¹⁸ LIP, Av. Elias Garcia 14 - 1e, P-1000 Lisbon Codes, Portugal
¹⁹ Department of Physics, University of Liverpool, P.O. Box 147, GB-Liverpool L69 3BX, UK
²⁰ LPNHE, Universités Paris VI et VII, Tour 33 (RoC), 4 place Jussieu, F-75230 Paris Cedex 05, France
²¹ Department of Physics, University of Lund, Sölvegatan 14, S-22363 Lund, Sweden
²² Université Claude Bernard de Lyon, 43 Bd du 11 Novembre 1918, F-69622 Villeurbanne Cedex, France
²³ Universidad Complutense, Avda. Complutense s/n, E-28040 Madrid, Spain
²⁴ Univ. d'Aix - Marseille II - Case 907 - 70, route Léon Lachamp, F-13288 Marseille Cedex 09, France
²⁵ Dipartimento di Fisica, Università di Milano and INFN, Via Celoria 16, I-20133 Milan, Italy
²⁶ Niels Bohr Institute, Blegdamsvej 17, DK-2100 Copenhagen O, Denmark
²⁷ NIKHEF-H, Postbus 4182, NL-1009 DB Amsterdam, The Netherlands
²⁸ National Technical University, Physics Department, Zografou Campus, GR-15773 Athens, Greece
²⁹ Physics Department, University of Oslo, Blindern, N-1000 Oslo 3, Norway
³⁰ Nuclear Physics Laboratory, University of Oxford, Keeble Road, GB-Oxford OX1 3RH, UK
³¹ Dipartimento di Fisica, Università di Padova and INFN, Via Marzolo 8, I-35131 Padua, Italy
³² Rutherford Appleton Laboratory, Chilton, GB-Didcot OX11 0QX, UK
³³ Dipartimento di Fisica, Università di Roma II and INFN, Tor Vergata, I-00173 Rome, Italy
³⁴ CERN-Saclay, DPhPE, F-91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France
³⁵ Istituto Superiore di Sanità, Ist. Naz. di Fisica Nucleare (INFN), Viale Regina Elena 299, I-00161 Rome, Italy
³⁶ Facultad de Ciencias, Universidad de Santander, av. de los Castros, E-39005 Santander, Spain
³⁷ Inst. for High Energy Physics, Serpukov P.O. Box 35, Prolino, (Moscow Region), Russia
³⁸ Institute of Physics, University of Stockholm, Vanadisvägen 9, S-113 46 Stockholm, Sweden
³⁹ Dipartimento di Fisica Sperimentale, Università di Torino and INFN, Via P. Giuria 1, I-10125 Turin, Italy
⁴⁰ Dipartimento di Fisica, Università di Trieste and INFN, Via A. Valerio 2, I-34127 Trieste, Italy and Istituto di Fisica, Università di Udine, I-33100 Udine, Italy
⁴¹ Department of Radiation Sciences, University of Uppsala, P.O. Box 535, S-751 21 Uppsala, Sweden
⁴² Inst. de Fisica Corpuscular IFIC, Centro Mixto Univ. de Valencia-CSIC, and Departamento de Fisica Atomica Molecular y Nuclear, Univ. de Valencia, Avda. Dr. Moliner 50, E-46100 Burjassot (Valencia) Spain
⁴³ Institut für Hochenergiephysik, Österreichische Akademie d. Wissenschaften, Nikolsdorfergasse 18, A-1050 Vienna, Austria
⁴⁴ Inst. Nuclear Studies and University of Warsaw, Ul. Hoza 69, PL-00681 Warsaw, Poland
⁴⁵ Fachbereich Physik, Bergische Universität - Gesamthochschule Wuppertal, Postfach 100 127, W-5600 Wuppertal 1, Federal Republic of Germany

Received 4 November 1991

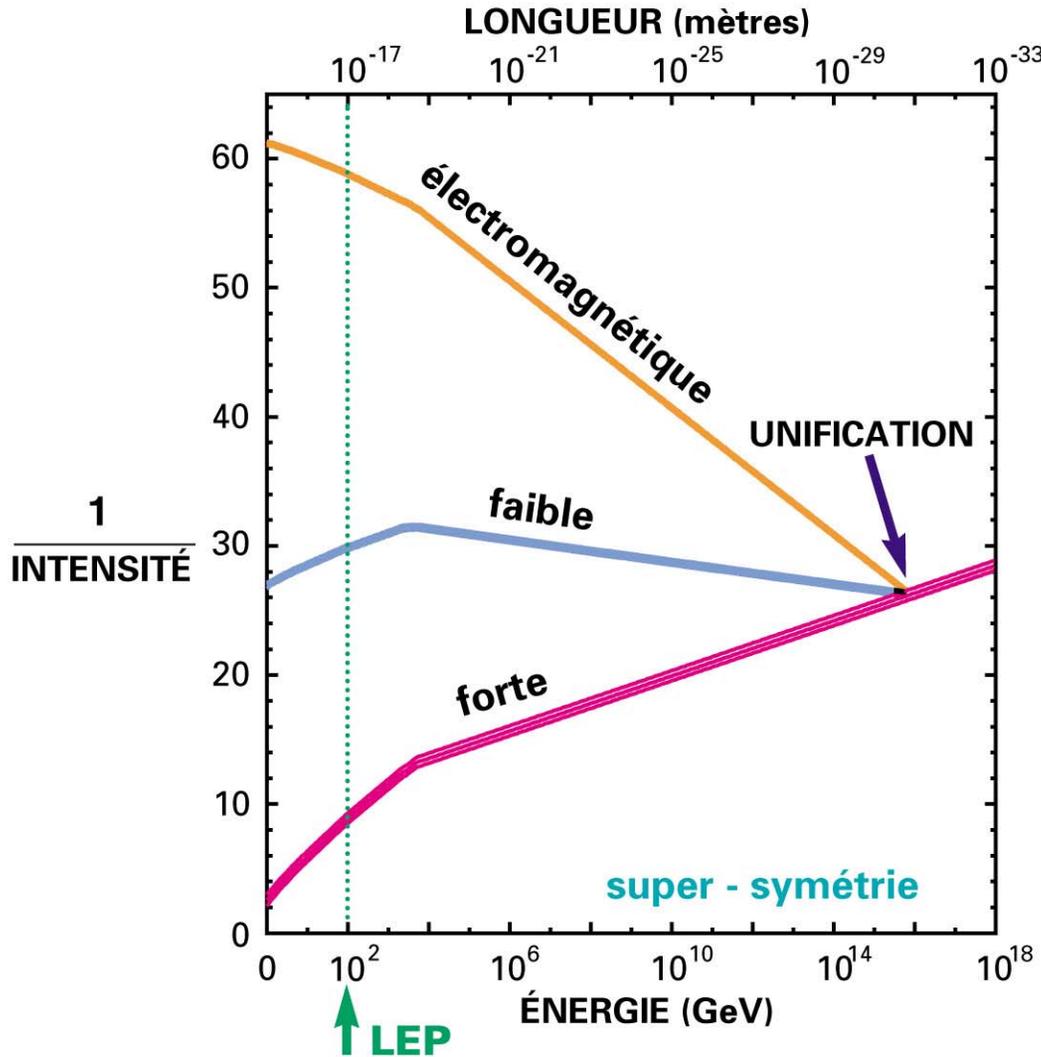
Abstract. Distributions of event shape variables obtained from 120600 hadronic Z decays measured with the DELPHI detector are compared to the predictions of QCD based event generators. Values of the strong coupling constant α_s are derived as a function of the renormalization scale from a quantitative analysis of eight hadronic distributions. The final result, $\alpha_s(M_Z) = 0.113 \pm 0.007$, is based on second order perturbation theory and uses two hadronization corrections, one computed with a parton shower model and the other with a QCD matrix element model.

RÉSULTAT DE MESURE :
 $\alpha_s = 0,113 \pm 0,007$

Vers l'unification des interactions fortes, faibles et électromagnétiques ?



Une hypothèse : la super-symétrie



Conclusions

- Confirmation précise de la théorie électro-faible
- Unification des interactions
- 3 familles de neutrinos
- Propriétés des quarks et leptons les plus lourds (t, charme, beauté)

→ Physique lourde, ambitieuse, internationale,
buts fondamentaux, savoir-faire et retombées technologiques

Perspectives

- Origine et hiérarchie des masses ?
- Assymétrie matière-antimatière ?
- Unification des interactions ? Et la gravitation ?

→ Projets futurs $e^+ e^-$: LEP-2 (200 GeV), NLC (500-1000 GeV)
 pp , $p\bar{p}$: Tevatron (1000 GeV), LHC (14000 GeV)
 $m^+ m^-$: (500-4000 GeV)
Usines : Beauté, Charme