

La physique des particules s'épanouit en Espagne

En début d'année, un sous-comité de l'ECFA s'est rendu en visite en Espagne et a découvert, comme le relate **Cecilia Jarlskog**, une communauté de physiciens des particules jeune et en expansion rapide.

Les physiciens des particules n'étaient guère nombreux en Espagne quand le pays s'est joint au CERN en 1961 en tant que 14ème Etat Membre de l'organisation. La guerre civile (1936-1939) – selon les mots de George Orwell dans *Hommage à la Catalogne*, "il est difficile de faire ressentir l'atmosphère cauchemardesque de l'époque" – avait virtuellement créé un vide scientifique. Blas Cabrera Felipe, qui aurait pu fonder une école de physique moderne, avait quitté le pays en 1939, il devait mourir en exil au Mexique en 1945 à 67 ans. Et la science ne devint pas non plus une priorité dans l'après-guerre. Comme le dit l'éminent physicien espagnol Pedro Pascual "en fait il est difficile de comprendre pourquoi l'Espagne s'est jointe au CERN, dépourvue qu'elle était d'une communauté scientifique dans ce domaine".

Néanmoins, cette action a lancé l'Espagne sur le chemin du développement en physique des particules. De sorte que quand le pays a quitté l'Organisation à la fin de 1968, il a dû faire face aux protestations vigoureuses d'une petite communauté de physiciens espagnols jeunes et enthousiastes. Quatorze ans plus tard, en 1983, le CERN a de nouveau accueilli l'Espagne qui était alors nettement mieux préparée pour les défis qui se présentaient à elle.

Le Comité européen pour les accélérateurs du futur (ECFA) compte parmi ses missions des visites, par un sous-comité appelé RECFA (ECFA restreint), dans les états membres du CERN. L'objectif en est d'évaluer l'état de la physique des particules et des disciplines qui en sont très proches et de contribuer à améliorer les conditions existantes en présentant ses recommandations aux physiciens, aux agences de financement et aux politiciens.

Les problèmes du passé

Lors de sa première visite en Espagne, en 1983, le RECFA avait noté qu'il faudrait du temps et de l'obstination pour mettre sur pied une communauté de physiciens expérimentateurs dans le pays. Un autre sujet d'inquiétude venait d'un manque criant de réseaux de communication pour la physique des hautes énergies – en externe pour les connexions avec les autres états membres aussi bien qu'en interne dans le pays – compte tenu selon le RECFA "des très grandes distances entre les universités en Espagne".

Aujourd'hui, 20 ans plus tard, les distances ne paraissent plus aussi



De gauche à droite: Juan Alcaraz, Enrique Fernández, Mireia Dosil, Manuel Aguilar et Domènec Esriu à la réunion du Comité Européen pour les accélérateurs du futur à Barcelone.

longues, mais les réseaux n'en sont pas moins d'actualité bien qu'à un niveau nettement plus avancé. Les besoins sans précédent de puissance informatique et de réseaux ont conduit par exemple à la Grille de calcul LHC (LCG, *Courrier CERN* octobre 2003 p9), projet qui compte sur une forte participation espagnole.

Cette année, l'allocution de bienvenue prononcée au nom du Ministre de la science et de la technologie a rappelé aux membres du RECFA que depuis son entrée au CERN l'Espagne a toujours pris très au sérieux ses responsabilités vis-à-vis de l'Organisation. En 1983 déjà, un programme spécial (le plan national pour la physique des particules et les grands accélérateurs) avait été mis sur pied dans le cadre du "plan national de R&D" espagnol. Ce programme se poursuit, il finance

la participation aux expériences internationales ainsi que certains coûts salariaux. "La création du plan national de R&D est l'événement qui, considéré seul, est le plus important de l'histoire de la science espagnole" a déclaré l'ancien Président de l'ECFA Enrique Fernández. Effectivement, le RECFA a été ravi d'apprendre que l'investissement espagnol s'est avéré largement payant: la croissance de la communauté et la qualité de son travail sont impressionnantes.

La physique expérimentale des particules en Espagne est jeune, elle a décollé en 1983 quand le pays s'est joint au CERN. A l'époque, cependant, la période de développement rapide des universités avait pris fin. Dans les universités espagnoles, les postes sont habituellement créés pour répondre à une charge d'enseignement, de sorte que les groupes d'expérimentateurs nouvellement créés ne pouvaient pas atteindre la "masse critique" nécessaire pour une participation efficace dans les grandes collaborations. En outre, les ingénieurs et les techniciens ont toujours eu d'énormes difficultés pour trouver des postes dans les universités.

Les physiciens espagnols ont souvent exprimé leur souhait de créer un institut national, similaire à l'INFN en Italie ou l'IN2P3 en France, afin de surmonter ces obstacles. C'était l'un des grands thèmes des visites du RECFA en 1992 et 1997 et il a refait surface lors de la rencontre de cette année, recevant le ferme soutien du RECFA. Il est important de noter que l'Espagne compte 17 régions dont chacune a son propre gouvernement. Celui-ci est responsable de l'éducation, dont se chargeaient auparavant les autorités centrales. Cette régionalisation favorise un système aux multiples



Les chambres à tubes à dérive espagnoles, fabriquées pour le détecteur de muons (partie tonneau) de CMS, sont testées puis stockées au CERN.



La compagnie espagnole Felguera Construcciones Mecánicas SA a construit des enceintes à vide de 25 m de longueur pour le tore supraconducteur (partie tonneau) d'ATLAS. On voit l'arrivée au CERN d'une de ces enceintes. (Photo: P Collins.)

facettes dans lequel les centres de recherche sont financés par plusieurs sources, locales aussi bien que nationales. Effectivement, plusieurs gouvernements régionaux ont accru leur soutien pour la physique des particules. Le RECFA recommande donc la création de l'institut national souhaité, mais avec une structure suffisamment souple pour ne pas mettre en péril le soutien local.

Structures et activités actuelles

En Espagne, la recherche en physique des particules se fait dans des instituts ou centres de recherches universitaires aussi bien que non universitaires. La majorité des financements pour des projets spécifiques, comme la participation aux expériences au Grand Collisionneur de hadrons LHC, sont accordés par le Ministère de la science et de la technologie, sur concours, à travers le plan national pour la physique des particules et les grands accélérateurs.

La croissance de la physique expérimentale en Espagne, comparée à d'autres pays, a été en fait rapide. Actuellement les activités dans ce domaine ne concernent pas seulement Madrid, Valence, Barcelone et Saragosse comme c'était le cas il y a quelques années, mais également Saint-Jacques-de-Compostelle, Santander, Grenade et Séville. Le volume de travail effectué est énorme et ce compte rendu ne peut en donner qu'un bref aperçu.

L'un des grands centres de recherche est le CIEMAT, le centre de recherche sur l'énergie, l'environnement et la technologie, à Madrid, il est financé par le Ministère des sciences et de la technologie. C'est une grande organisation qui compte quelque 1150 employés, dont la moitié diplômés des universités. Le CIEMAT comporte cinq départements de recherche, l'un d'entre eux étant le département de la fusion et des particules élémentaires. Il compte en outre des départements pouvant apporter des services techniques et un soutien de la R&D. Cela permet aux chercheurs du CIEMAT de jouer un rôle directeur dans la construction des détecteurs et dans des projets de R&D. Les activités actuelles incluent la construction de la partie tonneau du détecteur de muons de CMS et la participation aux expériences nTOF au CERN, ainsi qu'une expérience au PSI visant à multiplier par 20 la précision sur la constante de couplage de la désintégration du muon. En astrophysique des particules, le CIEMAT est l'un des grands partenaires dans l'expérience AMS qui aura lieu à bord de la station spatiale internationale.

Le Conseil supérieur de la recherche scientifique (CSIC), une agence du Ministère de la science et de la technologie, est la source principale de financement pour plusieurs instituts de recherche spécialisés. Fonctionnant à l'échelle nationale, avec une structure similaire à celle du CNRS en France le CSIC finance une centaine d'instituts de recherche dans de multiples disciplines. Ses secteurs de recherche prioritaires incluent:

- la physique des particules élémentaires, dont les travaux au CERN;
- le calcul au LHC et les technologies de la Grille;
- la physique des neutrons – nTOF au CERN et expériences au ILL de Grenoble et à la source de spallation européenne proposée;
- le recherche avec le rayonnement synchrotron à l'ESRF, Grenoble, et au LURE, Orsay;
- les technologies des détecteurs et des accélérateurs.

L'Institut de physique corpusculaire (IFIC) de Valence est le plus grand de ceux que finance le CSIC en physique des particules. Les chercheurs rémunérés par le CSIC et ceux de l'université de Valence y partagent des locaux pour des raisons de synergie. La recherche expérimentale et théorique à l'IFIC traite d'abord de questions en physique nucléaire et des hautes énergies et en astrophysique des particules. Citons pour les hautes énergies, la construction du détecteur ATLAS et le projet de Grille. Les activités en physique nucléaire sont menées en relation avec nTOF et ISOLDE (CERN), le GSI (Darmstadt), le LNL (Padoue) et Jyväskylä (Finlande). La médecine nucléaire fait également partie des axes de recherche. L'IFIC participe au projet ANTARES sur les neutrinos et à la mission INTEGRAL sur les rayons gamma. L'IFIC est également un excellent centre de physique théorique. L'institut du Cantabrique de physique (IFCA) à l'université du Cantabrique de Santander est lui aussi cofinancé par le CSIC et l'université. L'institut participe à CMS et au projet de Grille ainsi qu'à l'expérience CDF au laboratoire Fermi.

L'institut de physique des hautes énergies (IFAE) à Barcelone présente un caractère un peu différent, il s'agit d'un groupement réunissant le gouvernement local et l'université autonome de Barcelone (UAB). Outre son personnel propre, l'institut compte des membres associés qui sont affiliés soit à l'UAB, soit à l'université de Barcelone (UB). L'IFAE a le statut d'institut de l'UAB et de ce fait ses membres peuvent enseigner des cours doctoraux à l'université. Cela facilite les contacts avec les jeunes étudiants, écartant ainsi le danger d'isolement qui menace certains instituts de recherches indépendants. Citons parmi les projets en cours à l'IFAE, la construction de détecteurs pour l'expérience ATLAS, des travaux sur le projet de Grille, ainsi que la participation à l'expérience CDF au laboratoire Fermi. En astrophysique, l'expérience MAGIC sur la détection des rayons gamma cosmiques constitue une autre de ses grandes activités (voir ►

p7). L'Institut fait également une incursion dans le domaine de la physique des neutrinos en analysant les données de l'expérience K2K et a l'intention de participer à l'expérience de seconde génération proposée, J-PARC-Nu. Un autre de ses grands domaines d'activité est celui de la R&D, en particulier le développement d'un nouveau détecteur de rayons X pour l'imagerie médicale. L'IFAE, ainsi que l'UAB et l'UB, mène de nombreux projets en physique des particules théorique. L'UB compte en outre un petit groupe qui actuellement travaille sur l'expérience BaBar au SLAC et participe à l'expérience LHCb et au projet de Grille.

Le cadre universitaire

Madrid est un centre d'activité considérable en physique des particules dans deux de ses universités. Les chercheurs de l'université autonome de Madrid (UAM) participent depuis longtemps à l'expérience ZEUS à DESY. Un groupe de cette université prend part également à la construction d'ATLAS et un autre vient de commencer à travailler pour CMS. Des chercheurs de l'université Complutense de Madrid (UCM) contribuent à l'expérience MAGIC. Ces deux universités comptent de puissants groupes de théorie. Récemment elles ont créé un institut unifié CSIC-UAM qui, à n'en pas douter, fortifiera la physique des particules théorique en Espagne et en renforcera l'excellence.

Les chercheurs de l'université de Saint-Jacques-de-Compostelle prennent part au projet Auger ainsi qu'à la construction du détecteur LHCb. Ils ont également joué un rôle considérable dans l'expérience DIRAC au CERN. La physique des particules expérimentale est une nouveauté pour l'université de Grenade où elle n'a débuté qu'en 2002. Le groupe de Grenade participe à la préparation de l'expérience ICARUS prévue dans le laboratoire du Gran Sasso en Italie. La physique des particules théorique, par contre, a une plus longue histoire à Grenade.

Depuis 15 ans, l'Espagne possède également un laboratoire souterrain à Canfranc, dans un tunnel la reliant à la France. Pendant ces 15 années le laboratoire a fait l'objet de plusieurs améliorations et les recherches en cours incluent des expériences sur la double désintégration bêta et des recherches de la matière noire.

Enfin, il est intéressant de noter que les expériences nTOF au CERN attirent une assez grande communauté de chercheurs espagnols, non seulement des grands centres de physique des particules, mais également des universités polytechniques et de l'université de Séville. Le calcul sur la Grille constitue un autre "projet unificateur", dans lequel les groupes espagnols qui participent aux expériences au LHC travaillent ensemble pour établir l'infrastructure nécessaire. Un centre d'information scientifique, le PIC, coordonne ces travaux.

Le grand collisionneur électron-positon LEP a eu un impact remarquable dans la physique des particules espagnole. Les travaux au LEP ont donné lieu à 64 thèses de doctorats et un millier de publications. En outre, quelque 20 doctorats sont attribués chaque année en physique des particules théorique. Comme on l'a dit plus haut, l'augmentation de la taille de la communauté et aussi du soutien financier ont été considérables par rapport aux années d'avant le LEP. L'Espagne compte aujourd'hui quelque 270 expérimentateurs et 150 théoriciens en physique des particules.

Le RECFA a constaté que les expérimentateurs espagnols en physique des particules sont à l'avant-garde de la recherche internationale et y contribuent de façon impressionnante. Ils sont des partenaires indispensables dans les collaborations auxquelles ils appartiennent. Le RECFA a également été très impressionné par la vitalité et la qualité intellectuelle de la communauté espagnole en physique des particules théorique, aux yeux du comité elle figure parmi les plus fortes en Europe.

L'initiative Ramón y Cajal

L'espagnol Santiago Ramón y Cajal (1852–1934) était un érudit doué d'une énergie et d'une créativité inouïes. Il a obtenu le Prix Nobel de 1906 pour ses travaux sur la structure du système nerveux. Sa constatation que "malheureusement, la nature semble ignorer notre soif intellectuelle de commodité et d'unité et très souvent elle se complait dans la complication et la diversité" s'accorde parfaitement avec celle de nombreux théoriciens des particules qui sont souvent déconcertés quand les expériences montrent que leurs théories belles et simples sont rejetées par la nature.

Le programme Ramón y Cajal, honorant sa mémoire, existe depuis 2001. Sur la base d'un concours, ce programme offre des bourses de cinq ans à des titulaires du doctorat, quelle que soit leur nationalité. Le bénéficiaire doit en principe travailler en Espagne, dans un domaine de recherche essentiel. Il est prévu que l'institut d'accueil prenne progressivement en charge le soutien financier du chercheur en question. Depuis le lancement du programme, quelque 2000 bourses ont été attribuées.

Bien sûr, un programme de cette taille ne peut se poursuivre indéfiniment. Il est néanmoins d'une importance vitale, pour la science espagnole en général et la physique des particules plus spécialement, de pérenniser ce programme sous une forme quelconque. Comme l'a souligné le RECFA, ce n'est que de cette façon que le jeune physicien espagnol brillant exilé pourra rentrer chez lui pour participer aux réussites de la physique des particules dans son pays.

Pour en savoir plus sur le programme Ramón y Cajal, voir www.mcyt.es/CAJAL.

Malgré les succès espagnols, de sérieux problèmes de structures se profilent à l'horizon. On estime qu'actuellement il est très difficile, presque impossible, de trouver des postes permanents dans les universités pour les jeunes physiciens doués. Cela tient non seulement à des raisons démographiques, mais également à une tendance à la baisse du nombre des étudiants de physique en première année. (Ces deux dernières années, cependant, leur nombre s'est stabilisé). Pour résoudre ce problème il faudrait trouver de nouvelles méthodes de financement.

Le manque d'ingénieurs et de techniciens dans les universités constitue un autre sujet d'inquiétude, cela vient en général de l'absence de postes permanents pour ces catégories. Ces personnes, dont le rôle est vital pour la recherche, n'ont accès qu'à des postes temporaires, financés sur les projets, ou à des postes créés dans les instituts régionaux.

Il est urgent de résoudre les problèmes ci-dessus. L'importante implication actuelle des universités et instituts espagnols dans le projet LHC devrait permettre de reproduire les succès du LEP. L'Espagne est un pays attrayant pour les scientifiques, les post-docs et les visiteurs de haut niveau. Les possibilités y sont excellentes, mais pourraient être encore meilleures si les financements des postes nécessaires étaient disponibles.

Pour en savoir plus

On trouvera un compte-rendu détaillé des contributions de l'Espagne en physique des particules sur <http://committees.web.cern.ch/Committees/ECFA/RecfaNotes1.html>.

Cecilia Jarlskog, CERN.