

> Avec un budget d'un milliard de francs par an, le Conseil européen pour la recherche nucléaire est un atout économique important pour la région. Entretien avec le professeur Maurice Bourquin, ancien recteur de l'Université et ex-président du Conseil du CERN

> Une initiative a été soumise au peuple en 1952 pour interdire la construction du CERN sur sol genevois. La République a été tenue en haleine durant six mois

> Le CERN a servi de modèle pour le projet Sesame, dont l'objectif est la construction d'un synchrotron en Jordanie. Le projet réunit entre autres Bahreïn, l'Égypte, Israël, l'Iran et l'Autorité palestinienne

Le CERN

50 ans et des particules

L'idée du CERN est née en 1954 d'une double volonté. Dans le contexte de l'après-guerre, un tel institut contribuait à la reconstruction de l'Europe et au rassemblement de pays, ennemis mortels encore une décennie plus tôt. Les gouvernements de 12 États* ont choisi d'unir leur force dans un projet scientifique prestigieux pour une seconde raison. Il fallait à tout prix créer un laboratoire qui rende l'Europe à nouveau compétitive face aux États-Unis dans le domaine de la physique fondamentale tout en freinant une hémorragie de cerveaux vers l'autre rive de l'Atlantique.

C'est le physicien français Louis de Broglie, prix Nobel de physique, qui propose le premier la création d'un laboratoire scientifique européen. Il expose son idée en décembre 1949, lors de la Conférence européenne de la culture à Lausanne, organisée par le Genevois Denis de Rougemont, autre pionnier de la construction européenne. Le projet passe immédiatement sous la houlette de l'UNESCO et, en 1952, il est décidé de mettre en place le Conseil européen pour la recherche nucléaire (CERN). Ce dernier choisit en octobre de la même année le site de Meyrin pour accueillir le futur laboratoire.

Aujourd'hui, le CERN est le plus grand laboratoire de physique des particules du monde. C'est une réussite en matière d'intégration culturelle et de collaboration entre les peuples. La communauté scientifique qui hante ses locaux, loin de se restreindre à l'Europe, vient des quatre coins de la planète. La fuite des cerveaux a donc non seulement été réduite, mais inversée puisque la majorité des physiciens des particules du monde travaillent aujourd'hui au CERN.

Ce succès technologique et scientifique rejaillit sur la région en termes économiques ou de rayonnement culturel, bien que Genève ait toujours compté des adversaires du CERN. Les physiciens de l'Université de Genève sont parmi les premiers bénéficiaires, puisqu'ils peuvent travailler, à deux pas de chez eux, avec les machines les plus sophistiquées et les collègues les plus compétents du monde dans leur domaine.

* La République fédérale d'Allemagne, la Belgique, le Danemark, la France, la Grèce, l'Italie, la Norvège, les Pays-Bas, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse, et la Yougoslavie, qui quittera l'organisation en 1961 pour des raisons politiques.

«Grâce au CERN, la région bénéficie d'une meilleure visibilité internationale»

Profondément ancré dans le paysage économique, scientifique et social de Genève le laboratoire européen reste mystérieux aux yeux d'une partie de la population. Présentation de ce célèbre méconnu avec le professeur Maurice Bourquin, ancien recteur de l'Université et ex-président du Conseil du CERN de janvier 2001 à fin 2003

Campus: Un demi-siècle après sa naissance, est-ce que le CERN (Conseil européen pour la recherche nucléaire) mérite encore son nom?

Maurice Bourquin: Non. Le CERN ne pratique plus aujourd'hui de physique nucléaire. Ce dernier mot vient du fait qu'il y a cinquante ans, on étudiait encore les noyaux des atomes, qui sont maintenant très bien compris. En fait, au début des années 1950, les Etats membres avaient créé une entité provisoire, le Conseil européen pour la recherche nucléaire (CERN). Cet acronyme est resté bien qu'en 1954, lors de son implantation sur le site de Meyrin, le centre a été officiellement baptisé Organisation européenne pour la recherche nucléaire. Dans les années 1980, le directeur général Herwig Schopper a essayé de changer le nom de l'institution en choisissant Laboratoire européen de physique des particules, ce qui correspond mieux à l'activité du CERN. Mais cette appellation ne s'est jamais imposée officiellement.

Qu'étudiez-vous alors?

Nous explorons les particules les plus fondamentales

de la matière et les forces qui agissent entre elles. Un nouveau terme est apparu récemment qui peut aussi illustrer nos activités: astroparticule. Il définit les liens qui existent entre l'astrophysique et la physique des particules. On s'est en effet aperçu qu'étudier les interactions entre les particules revenait en fait à étudier les premiers instants de

l'univers. Par ailleurs, l'observation astronomique s'est tellement développée que l'on peut comparer les résultats du CERN avec ceux des télescopes.

Qui travaille au CERN?

Actuellement, le laboratoire emploie 2500 fonctionnaires internationaux. A quelques exceptions près, ce ne sont pas



La caverne UX15. Cet espace recevra le détecteur Atlas du futur accélérateur LHC.

des chercheurs. Ils constituent un soutien technique et administratif. A cela il faut ajouter environ 6500 «utilisateurs», payés par leur institution d'origine et qui exploitent les accélérateurs du CERN pour des périodes variables. Ce sont eux les scientifiques à proprement parler.

D'où viennent-ils?

Du monde entier. Seuls des Etats européens peuvent devenir membres de l'organisation et contribuer à son développement. Mais les installations du CERN sont accessibles aux scientifiques du monde entier, sans aucune restriction.

Qui dirige le CERN?

C'est le Conseil. Cette assemblée, où siègent les représentants des 20 Etats membres, nomme la direction du CERN, approuve les budgets ainsi que les grands programmes scientifiques et stratégiques. Les pays non européens peuvent devenir «observateurs». Cela signifie qu'ils reçoivent les documents, ont le droit de s'exprimer, mais ne participent pas aux votes. Toutefois, le CERN cherche depuis quelques années à s'ouvrir au reste du monde et non plus se limiter à l'Europe. Pour la construction du LHC, par exemple, nous avons obtenu des participations financières

place. La moitié de cette somme est constituée par les salaires et un millier de personnes sont employées par des entreprises de la région qui collaborent avec le CERN. Le montant des commandes passées à Genève se monte à environ 80 millions de francs par an. Par ailleurs, les équipements dont a besoin le CERN nécessitent un développement important et permettent aux entreprises d'acquérir une expertise et un savoir-faire précieux dans des domaines comme l'informatique ou la technologie du vide et du froid. C'est vrai que les fonctionnaires internationaux ne payent pas d'impôts – comme dans le reste du monde –, mais ce privilège est largement compensé par les avantages culturels et économiques qu'apporte la présence du CERN.

Et l'Université?

Les chercheurs de l'Université participent depuis toujours aux projets du CERN. Beaucoup d'étudiants et d'ingénieurs ont ainsi été formés et les publications scientifiques qui en ont résulté se chiffrent par centaines. Et je ne parle là que de la physique des particules. Le Département de physique de la matière condensée a aussi contribué au développement de technologies comme la supraconductivité, très utilisée dans les accélérateurs. Et puis, si le réseau informatique est si avancé, à l'Université et dans le reste du canton, c'est grâce à nos relations avec les ingénieurs du CERN, qui nous ont aidés à installer les lignes Internet à haut débit.

«Les chercheurs de l'Université participent depuis toujours aux projets du CERN»

des Etats-Unis, du Japon, de la Russie ou encore du Canada. Nous avons également créé le statut de pays associé, qui permettra à des Etats non européens de participer au financement et à certaines décisions.

Quels avantages retire Genève de la présence du CERN?

Grâce au CERN, la région bénéficie d'une meilleure visibilité internationale et d'une plus grande attractivité pour les entreprises. Le budget du CERN avoisine le milliard de francs par année, dont une grande partie est dépensée sur

Le CERN est-il un bon exemple d'intégration culturelle?

Oui. Toutes les nationalités du monde s'y côtoient sans le moindre problème. C'est passionnant d'apprendre à collaborer ainsi, surtout pour les jeunes. Le CERN a tissé des relations scientifiques avec l'URSS en pleine période de guerre froide. Aujourd'hui, on fait de même avec la Chine et Taiwan. Nous avons accepté l'Inde comme pays observateur, et, plus récemment, nous avons signé un accord avec le Pakistan, malgré les tensions politiques qui peuvent exister entre ces pays et l'Occident.

Vous avez été à la fois président du Conseil du CERN et recteur de l'Université. Du point de vue de la recherche scientifique, quelle est l'institution la plus efficace?

C'est le CERN. Il est plus flexible, par exemple quand il s'agit d'engager une personne étrangère. L'obtention d'un visa pose souvent des problèmes en Suisse, alors que le CERN, qui est une organisation autonome avec ses propres règles, est beaucoup plus libre de ce point de vue. Même chose pour les salaires, les taxes et les emplois temporaires. Il faut dire que le CERN dispose d'une excellente convention constitutive. Elle est si bien écrite que l'on arrive aujourd'hui encore à travailler avec un texte vieux de cinquante ans.

Le CERN est situé à cheval sur la frontière. Cela pose-t-il des difficultés particulières?

C'est effectivement assez complexe. Je ne crois pas qu'il existe ailleurs un cas semblable. Au départ, le CERN était purement genevois. En raison de son agrandissement, il s'est étendu sur France. L'accord de siège entre le CERN et la Suisse a été dupliqué pour la France. Depuis, des difficultés surgissent fréquemment. Par exemple, quel droit doit-on utiliser en cas de litige avec des entreprises? Le CERN a demandé que la Suisse et la France définissent mieux leurs relations en la matière, mais ces problèmes administratifs et juridiques ne sont toujours pas résolus.

Le CERN a-t-il des concurrents?

Actuellement, il n'y a pas de centre de la même dimension dans le monde, bien qu'il existe d'autres accélérateurs de particules. Mais, si l'on veut que la physique des particules continue à se développer, cela ne doit pas se faire dans un seul endroit. En Europe, on s'est mis d'accord sur le fait que les grandes installations devaient être construites au CERN. Du point de vue intercontinental, il y a des discussions sur l'emplacement de la machine qui remplacera le LHC. Il s'agira probablement d'un collisionneur linéaire, mais il n'est pas sûr qu'il voie le jour à Genève. Le CERN a un projet – le CLIC, un tunnel de 40 km le long du Jura – mais les Etats-Unis et le Japon aussi. Un seul d'entre eux sera réalisé, puisque ce sont des projets trop coûteux pour jouer cavalier seul. ■

Six mois pour convaincre les Genevois

C'est une chose que d'obtenir des autres Etats que le CERN s'installe à Genève. C'en est une autre que de demander aux Genevois d'accueillir un «institut nucléaire» en pleine guerre froide. Récit des débats qui ont secoué la République au début des années 1950

En posant le pied sur le tarmac de Cointrin, ce jour d'octobre 1952, deux émissaires suisses éprouvent l'agréable sentiment du devoir accompli. Albert Picot, alors conseiller d'Etat, et Paul Scherrer reviennent en effet d'Amsterdam où s'est tenue une réunion au cours de laquelle Genève a été choisie pour accueillir le laboratoire européen de physique nucléaire. C'est l'aboutissement d'une année d'efforts de la part des négociateurs helvétiques. A son retour à Genève, pourtant, Albert Picot ne se doute pas encore que convaincre les gouvernements des 11 autres pays membres – Genève s'est imposée face aux candidatures de Paris,

Copenhague et Arnhem – allait s'avérer plus facile que d'affronter l'opposition de ses compatriotes.

François Picot, le fils d'Albert Picot, a assisté comme jeune homme aux débats qui ont tenu en haleine la République durant plus de six mois. Il a rassemblé ses souvenirs dans un discours qu'il a prononcé au CERN en 1993 et qui a ensuite été publié dans la revue *Physics Reports*. La première attaque vient du parti du travail (PdT). En mars déjà, un député remarque qu'aucun pays d'Europe de l'Est ne fait partie du projet. Il s'étonne que Genève puisse devenir un centre atomique dont les protagonistes ont déjà choisi leur camp et qui, dès lors, pourrait devenir une cible pour les bombes nucléaires. Le 5 novembre, Roger Dafflon (également PdT), futur maire de Genève, annonce avoir mis sous toit un texte pour une initiative populaire avec la motion suivante: «L'établissement dans le canton de Genève d'un institut international pratiquant la recherche atomique ou toute autre activité dans le champ de la physique nucléaire est interdit.»

«A Prague! A Moscou!»

Le 5 décembre, lors d'une séance du Grand Conseil, le ton monte d'un cran. Le débat sur les accords qu'il faudra passer avec le CERN ainsi que sur les craintes, concernant notamment de possibles applications militaires, manque de dérapage. Les huissiers interviennent pour empêcher les députés d'en venir aux mains. Le *Mémorial* rapporte que la salle a résonné de cris comme «A Prague! A Moscou! En Afrique du Sud!». Le lendemain, un titre barre la une d'un quotidien local: «Une autre explosion atomique au Grand Conseil». Peu après, l'initiative du PdT récolte suffisamment de signatures (7634, le minimum étant 5000) pour être soumise au vote populaire. Il faut encore que le Grand Conseil donne son avis sur le texte. La session, tenue en mai, est longue. Le député Jean Vincent présente à cette occasion une série d'arguments en faveur de l'initiative. Selon lui, le CERN,

même si ses intentions sont pacifiques, pourrait réaliser une découverte d'intérêt militaire. Par ailleurs, les accords passés avec l'organisation menaceraient la neutralité de la Suisse et mettraient en danger le rôle du Comité international de la Croix-Rouge. Le laboratoire pourrait aussi engendrer des «ondes» qui perturberont le système radar de l'aéroport de Cointrin et, finalement, Genève risque de devenir la cible d'une bombe atomique. La majorité du Grand Conseil se déclare malgré tout opposée à l'initiative, et les votations sont fixées pour les 28 et 29 juin 1952.

Commence alors une rude campagne, notamment pour le libéral Albert Picot, qui va se donner tout entier à la réussite du projet international. Il ira jusqu'à lire les travaux de Weisskopf, Heisenberg et les autres physiciens,

pionniers de la physique nucléaire, afin de mieux communiquer encore sa propre conviction.

Des appels sont publiés dans la presse pour interdire le CERN, qui n'apportera «qu'espionnage et intrigue en temps de paix et des bombes en temps de guerre». Des personnalités publiques, comme l'écrivain Marcel Raymond ou le professeur de médecine Edouard Frommel, soutiennent eux aussi l'initiative. Les arrières-salles des cafés reçoivent des réunions animées, parfois houleuses, et chaque soir Albert Picot y défend son point de vue, parfois contre des membres de son propre parti et notamment son ami William Rappard.

Le jour du vote, les urnes récompensent les efforts du conseiller d'Etat: l'initiative essuie 16'332 refus, contre 7332 «oui». Le 10 juin 1955, la première pierre du CERN est posée à Meyrin. ■



Le 10 juin 1954, le directeur général Felix Bloch pose la première pierre du CERN sous le regard de Max Petitpierre, président de la Confédération.

D'Internet au GRID

► En 1969, le Département américain de la défense crée ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network), un réseau expérimental permettant l'échange d'informations entre des sites de recherche éloignés et pouvant fonctionner sans interruption, même en cas de destruction partielle du réseau.

► En 1973, le protocole de communication standard entre ordinateurs TCP/IP (Transmission Control Protocol, Internet Protocol) est mis au point. Les utilisateurs sont essentiellement des chercheurs et des militaires issus des milieux gouvernementaux et universitaires.

► Au milieu des années 1980, les différents réseaux de recherche américains sont reliés entre eux pour former le NSFnet (National Science Foundation Network). Pour être connecté, les frais annuels sont encore de l'ordre de 30'000 francs.

► En 1989, Tim Berners-Lee propose au CERN un système d'information décentralisé, reposant sur l'hypertexte. Ce dernier est un objet affiché sur l'écran qui cache une adresse de réseau et permet d'ouvrir une nouvelle page.

► En 1990, Robert Caillau se joint à lui pour développer le *World Wide Web* au CERN. Les premiers navigateurs (browsers) et serveurs sont élaborés, fixant ainsi la norme pour les développements ultérieurs.

► En 1991, le stagiaire du CERN Nicola Pellow écrit un logiciel de navigation simple, utilisable sur de nombreux types d'ordinateurs. Bernd Pollermann crée alors un serveur contenant les principales bases de données informatiques du CERN. Deux initiatives qui permettent à Internet de prendre son envol.

► En 1993, le Centre national des Etats-Unis pour les applications des superordinateurs met au point le butineur *Mosaic*, ouvrant l'accès à Internet pour les utilisateurs de Apple Macintosh, Microsoft Windows et X-Window.

► Aujourd'hui, près de 37 millions de serveurs soutiennent le réseau Internet, utilisé par plus de 150 millions de surfeurs.

► Après avoir créé le www, le CERN tente maintenant de mettre au point le GRID. A la place de l'information, les ingénieurs tentent de mettre en réseau les puissances de calcul et les capacités de stockage de milliers voire de millions d'ordinateurs à travers le monde. C'est la seule manière de pouvoir traiter les milliards de milliards de données que produira le futur accélérateur LHC du CERN.

Programme des événements liés au cinquantenaire

26 juin «Voltaire, Newton et le CERN», Ferney-Voltaire.

3-4 juil. Nuit de la Science: «Mesurer, compter», au Musée d'histoire des sciences à Genève.

Août-sept. «Science ou fiction?», Projections de films suivies de commentaires et débats de scientifiques, à Divonne-les-Bains et St-Genis-Pouilly.

Du 29 juil. au 8 août Présence aux Fêtes de Genève.

29 août - 3 sept. «Le futur de la physique des hautes énergies», Genève, 36^e école d'été de physique des particules (Ecole de GIF-sur-Yvette)

29 sept. Gâteau d'anniversaire géant à Divonne-les-Bains. Toutes les personnes nées en 1954 sont invitées à souffler les bougies.

Octobre KOSMOS, a *Future World Opera*, spectacle mêlant danse, musique et mise en espace audio-visuelle.

Du 12 oct. au 4 nov. «Particules accélérées», exposition de photos, œuvres plastiques, installations interactives, projections et performances au ForuMeyrin.

16 oct. Journée portes ouvertes du CERN.

18 oct. Schubertbund Concert, aux Nations Unies à Genève, suivi d'un banquet offert par l'ambassadeur d'Autriche à Genève

19 oct. Journée officielle en présence des chefs d'Etat et des gouvernements des pays membres et associés.

Les 20 oct., 3 et 17 nov. et 1er déc. Goûters des Sciences (8-12 ans): «Nous sommes tous radioactifs», ForuMeyrin

21-23 oct. EnviroInfo 2004, Genève, 18^e conférence internationale sur l'informatique appliquée à la protection de l'environnement.

23 oct. Inauguration d'une plaque commémorative à l'Ecole de physique de Genève et journée portes ouvertes du Département de physique nucléaire et corpusculaire. Démonstration d'un cosmophone (instrument de musique contrôlé par les rayons cosmiques) et d'une chambre à étincelles.

Sesame s'ouvre

aux pays du Moyen-Orient

Le Bahreïn, l'Égypte, Israël, la Jordanie, le Pakistan et la Turquie, l'Iran, l'Autorité palestinienne et les Emirats arabes unis travaillent ensemble dans un projet très inspiré par le CERN

Ce n'est encore qu'un chantier, mais près d'Amman, en Jordanie, se construit actuellement le synchrotron Sesame (*Synchrotron Light for Experimental Science and Application in the Middle East*), une installation qui devrait fournir aux pays du Moyen-Orient une source de rayons X de haute qualité. Imaginé en 1997 au CERN, ce projet est indispensable pour permettre le développement de la recherche scientifique moderne dans cette région. Le laboratoire genevois n'est pas seulement le creuset de Sesame, il lui a aussi servi de modèle en matière de collaboration internationale puisqu'on y voit des scientifiques de toute nationalité travailler en paix, malgré les oppositions que peuvent connaître leurs patries respectives. Et, pour mieux marquer cette filiation, c'est Herwig Schopper, directeur général du CERN de 1981 à 1988, qui est devenu le premier président du Conseil de Sesame.

«Travailler ensemble»

«Sesame a été conçu dans le même esprit que le CERN, explique-t-il. Je rappelle qu'une des motivations qui a conduit à la création d'un laboratoire européen dans les années 50 était de réunir dans un même projet des pays qui étaient en guerre peu avant et de leur permettre de travailler ensemble. C'est une initiative politique que l'on peut d'ailleurs attribuer, à l'origine, à Denis de Rougemont, qui croyait fermement que la science pouvait œuvrer pour la paix. Avec raison: le CERN a été la première organisation européenne à signer un

contrat avec l'URSS durant la guerre froide, à collaborer avec la Chine et à permettre à des chercheurs de Taiwan et de République populaire de Chine de travailler en équipe.» C'est en 1997 donc, au cours d'une séance de travail organisée à Turin par le CERN sur la coopération avec le Moyen-Orient, que l'idée de Sesame a germé, alors que l'Allemagne s'apprêtait à démanteler le synchrotron Bessy

1 de Berlin. Un tel accélérateur de particules est un outil pivot dans la recherche scientifique. Il génère des faisceaux de rayons X capables de pénétrer dans la matière et d'en étudier la structure intime. Ses champs d'application sont nombreux, aussi bien en physique, chimie et biologie qu'en archéologie ou en médecine. Pourquoi ne pas, dès lors, donner une nouvelle

Recherche russe: de la guerre à la paix

Depuis 1994, le CERN collabore intensément avec des scientifiques russes issus de la recherche militaire soviétique. Ce n'est pas pour fabriquer des armes révolutionnaires, mais plutôt pour exploiter le savoir-faire exceptionnel de cette armée de chercheurs aujourd'hui désœuvrés. Plus précisément, le CERN mène des projets en collaboration avec l'ISTC (*International Science and Technology Centre*). Cette entité, créée en 1992 sous le patronage de l'Union européenne, du Japon, de la Fédération de Russie et des Etats-Unis, a pour mission de coordonner les efforts internationaux visant à offrir la possibilité aux chercheurs des pays de l'ex-Union soviétique d'exercer leur métier à des fins plus pacifiques. L'ISTC, basée à Moscou, s'est enrichi de nouveaux membres (la Norvège, la Corée, l'Arménie, la Biélorussie, la Géorgie, le Kazakhstan et le Kirghizstan) ces dix dernières années. Les projets qu'il soutient vont de la résolution de problèmes techniques rencontrés au niveau national ou international à l'aide au passage des anciens pays communistes vers une économie de marché en passant par une contribution à la recherche fondamentale

et appliquée. Le premier projet impliquant le CERN était, en 1994, une étude de faisabilité du «retraitement» du plutonium et d'autres déchets très radioactifs grâce aux accélérateurs de particules. Par la suite, divers centres de recherche russes ont commencé à participer à la conception du LHC et de certains de ses détecteurs, ATLAS, ALICE et CMS. Ces collaborations ont été d'autant plus facilitées que les physiciens européens et russes avaient déjà l'habitude de travailler ensemble, même au plus chaud de la guerre froide.

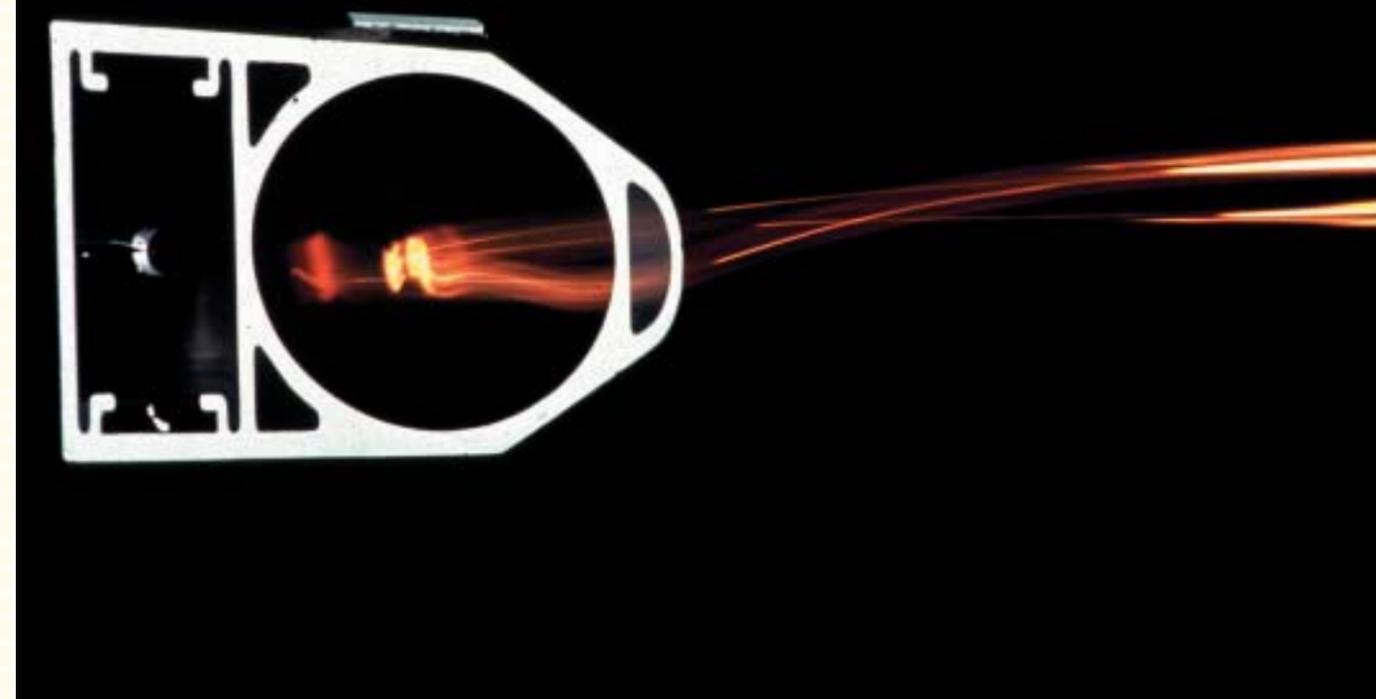


Illustration d'un faisceau de particules passant à travers une section de l'accélérateur LEP.

vie à Bessy 1 sous d'autres latitudes? Herwig Schopper a accepté de diriger ce projet et l'une de ses premières décisions a été de le placer sous les auspices de l'UNESCO, exactement comme cela s'était passé avec le CERN un demi-siècle auparavant. «C'était une démarche indispensable, étant donné la situation politique du Moyen-Orient, note le chercheur. L'organisation a réuni les délégations des pays intéressés par le projet, qui a été officiellement lancé en 1999.» Les six Etats fondateurs sont le Bahreïn, l'Égypte, Israël, la Jordanie, le Pakistan et la Turquie auxquels se sont ajoutés l'Iran, l'Autorité palestinienne et les Emirats arabes unis.

Herwig Schopper a alors doté Sesame d'une constitution calquée sur celle du CERN, avec son conseil, son directoire, ses comités, etc. «Il y a aussi des Etats observateurs, précise-t-il. Ce sont les Etats-Unis, le Koweït, l'Allemagne et le Royaume-Uni. J'essaie également de convaincre la Suisse d'y participer.» Il a ensuite fallu choisir un site. La condition principale était que l'Etat hôte assure à tout moment le libre accès à Sesame à chaque scientifique, quel que soit son pays d'origine. «J'ai essayé de pousser l'analogie avec le CERN jusqu'à imaginer

de construire Sesame sur une frontière, admet le président. J'ai pensé à celle qui sépare la Jordanie et la Palestine, mais on m'a dit que dans la vallée du Jourdain, la température était vraiment trop élevée en été. L'endroit finalement choisi, près d'Amman, est à 1000 mètres d'altitude et le climat y est très agréable.»

«Un succès»

Aujourd'hui, les pièces détachées de Bessy 1 ont déjà été acheminées d'Allemagne vers le Moyen-Orient par bateau. Le synchrotron d'origine affichait une énergie de 0,8 milliard d'électronvolts (GeV). Après son déménagement, la machine finale de 124 mètres de circonférence, qui doit entrer en fonction en 2007, sera améliorée pour atteindre plus de 2 GeV. Certains composants nécessaires à cette fin seront offerts par le CERN. Entre-temps, le personnel scientifique et technique qui utilisera et entretiendra Sesame est en pleine formation dans divers centres de recherche européens et américains – le

On y voit des scientifiques de toute nationalité travailler en paix, malgré les oppositions que peuvent connaître leurs patries respectives

Paul Scherrer Institut en Argovie emploie actuellement deux personnes qui se rendront en Jordanie.

«Pour l'instant, le projet est un succès, estime Herwig Schopper. Israéliens et Arabes discutent ensemble paisiblement et laissent la politique en dehors autant que possible.» Et du point de vue scientifique, les chercheurs de la région sont motivés à participer. Sesame pourrait donc, comme le CERN, servir de frein à la fuite des cerveaux hors du Moyen-Orient et servir au renouveau de la science dans cette région qui en fut l'un des berceaux au Moyen Age. ■

La première fraction de seconde de l'univers

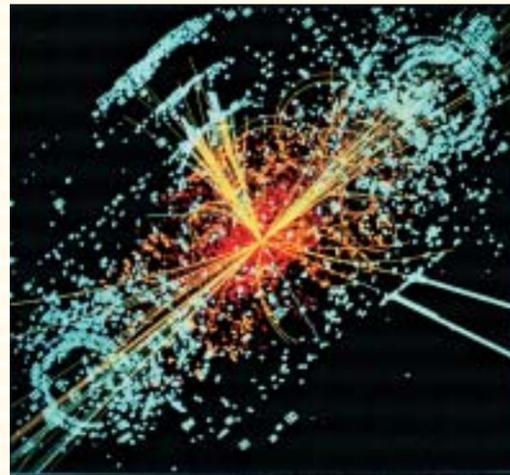
Les physiciens du CERN, en cherchant à comprendre la structure de l'infiniment petit, en sont arrivés à étudier l'histoire du cosmos. Le futur accélérateur LHC recréera des conditions qui se rapprochent de plus en plus de celles qui régnaient juste après le «big-bang»

Le CERN est une usine à fracasser la matière. Depuis un demi-siècle, les accélérateurs de particules successifs se sont consciencieusement appliqués à envoyer des constituants essentiels de l'univers les uns contre les autres à des vitesses vertigineuses. Générant des feux d'artifices de particules secondaires, ces collisions permettent de guider chaque fois un peu plus dans l'intimité de la matière. Au début, dans les années 50, il s'est surtout agi de comprendre la structure intime des noyaux des atomes ainsi que les forces qui les maintiennent ensemble. Aujourd'hui, les scientifiques en sont arrivés à tenter de percer les mystères de la première fraction de seconde de l'univers. Machine après machine, l'énergie des collisions entre particules élémentaires a augmenté, recréant, durant ces laps de temps très brefs et dans un espace très confiné, les conditions de température et de pression qui régnaient juste après le *big-bang*, l'«explosion» originelle qui a vu naître l'univers. Dans le LEP, l'accélérateur de particules géant qui est aujourd'hui démantelé, on estime être remonté à un dixième de milliardième de seconde après le big-bang. Dans le LHC, la machine suivante qui entrera en fonction en 2007, on fera encore mieux.

Les bulles de Gargamelle

«Aujourd'hui, nous comprenons assez bien le noyau atomique et ses constituants, explique Alain Blondel, professeur au

Département de physique nucléaire et corpusculaire de l'Université de Genève et qui, comme beaucoup de ses collègues, passe une bonne partie de son temps dans les locaux du laboratoire européen. Et le CERN a beaucoup contribué à l'élaboration du modèle standard qui permet d'expliquer avec une précision remarquable les interactions entre toutes les particules connues des physiciens.» Selon ce scénario, la matière qui nous entoure est formée de quatre particules: deux types de quarks (les composants des neutrons et des protons), l'électron et le neutrino. Le modèle standard fait intervenir deux autres répliques de ce quatuor mais dont les membres ne sont mesurables que dans les accélérateurs de particules ou, pour certains, dans les rayons cosmiques. Les interactions entre les représentants de ce bestiaire sont régies par trois forces (sans tenir compte de la gravité): la force électromagnétique est véhiculée par les photons; la force forte, qui maintient la cohésion des noyaux atomiques, est assurée par les gluons; la force faible, responsable de certaines réactions nucléaires, telles que celles qui font briller le soleil, est transmise par les bosons W et Z. C'est justement la détection de ces derniers qui représente la découverte la



Une simulation de collision dans le futur LHC.

plus prestigieuse du CERN. En 1973, déjà, la chambre à bulles Gargamelle a capté les premiers signes indirects de leur existence, d'ailleurs prédite par une théorie mise au point au cours de la décennie précédente. Des observations directes ont ensuite été réalisées par l'accélérateur SPS du CERN, valant du même coup le Prix Nobel à Simon Van der Meer et Carlo Rubbia en 1984. L'accélérateur LEP, d'une circonférence de 27 km, a été construit dans les années 80 notamment pour caractériser ces deux bosons avec la meilleure précision possible. Aujourd'hui, le modèle standard triomphe, mais il ne parvient pas à tout expliquer. Les physiciens se demandent toujours pourquoi les masses des 12

particules élémentaires sont si disparates. Converties en unité d'énergie, les plus légères «pèsent» environ un milli-électronvolt (meV) alors que la plus lourde, le quark «top», atteint les 174 milliards d'électronvolts (GeV), ce qui est comparable à un atome d'or. Pour s'en sortir, les théoriciens ont imaginé l'existence d'une particule supplémentaire, le boson de Higgs, qui, en interagissant avec lui-même et le reste de la matière, permettrait de générer ces masses – sans pour autant expliquer leur distribution actuelle. Les cher-

cheurs sont persuadés que l'énergie du LHC sera suffisante pour faire apparaître cette mystérieuse particule.

«Grande unification»

Si, du côté expérimental, les physiciens continuent à faire éclater la matière en mille morceaux, du côté théorique, ils ont commencé depuis les années 60 à œuvrer pour la «Grande unification». «Tout nous porte à croire qu'au début du cosmos, les forces faible, forte et électromagnétique ne formaient qu'une seule et même force avant de se distinguer les unes des

autres au fur et à mesure que l'univers s'étendait et se refroidissait, explique Alain Blondel. Mais cette séparation a eu lieu lorsque la densité d'énergie était incroyablement élevée, mille milliards de fois plus élevée que ce que l'on pourra créer dans le LHC. Le big-bang n'était vieux que de 10^{-34} seconde.»

Une théorie électrofaible existe déjà et sa validité a été confirmée par la découverte des bosons W et Z. La gageure est d'y unir la force forte – et à plus long terme la gravité, mais cela est une autre histoire. Plusieurs théories audacieuses ont été élaborées. Les chercheurs préfèrent en général le concept de «supersymétrie» dans lequel chaque particule déjà connue posséderait un alter ego «supersymétrique». Tous ces doublons auraient aujourd'hui disparu, mais il est certain que s'ils ont existé, le LHC pourra en récolter quelques traces.

Enfin, les physiciens sont encore confrontés à une énigme supplémentaire posée par l'antimatière. Les antiparticules sont en tout point semblables à leurs congénères de la matière à l'exception du signe de la charge électrique. Et si la matière rencontre de l'antimatière, les deux se désintègrent en une redoutable bouffée d'énergie pure, sous forme de photons. Seulement, l'univers que nous connaissons est formé de particules, pas d'antiparticules. Où est alors passé le reste? Ou plutôt, pourquoi la nature a-t-elle préféré la matière à l'antimatière? Certaines expériences réalisées au CERN ont réussi à mettre en évidence une brisure de symétrie fondamentale permettant d'expliquer le phénomène, mais elle ne serait pas suffisante pour combler le déséquilibre observé aujourd'hui. Le LHC, grand producteur d'antimatière par définition, pourrait bientôt apporter un élément de réponse supplémentaire. ■



ATLAS le détecteur de l'extrême

► Installé dans le tunnel creusé pour son prédécesseur le LEP, le LHC est un collisionneur de particules de 27 km de circonférence. Sa mise en service est prévue en 2007. Il est conçu pour accélérer des faisceaux de protons et d'antiprotons, circulant en sens inverse, qui produiront des collisions à une énergie jamais atteinte de 14 TeV.

► Quatre détecteurs sont prévus pour mesurer le produit des collisions. ATLAS, ALICE, CMS et LHCb.

► Haut de 20 mètres, long de 42, contenant 10 milliards de transistors, mobilisant 1700 physiciens de 31 pays différents, ATLAS est un projet de la démesure. Ce mastodonte, un des quatre détecteurs que comptera le futur accélérateur de particules LHC, n'en est pas moins précis: il devrait enregistrer la trajectoire des particules issues des collisions à 0,01 mm près. Il est conçu pour enregistrer les conséquences de près d'un milliard de collisions par seconde et pour pouvoir détecter, s'ils existent, le fameux boson de Higgs ou quelque particule supersymétrique.

► Deux équipes de l'Université de Genève sont impliquées dans la conception d'ATLAS: celles d'Allan

Clark et d'Alain Blondel, respectivement directeur et professeur au Département de physique nucléaire et corpusculaire. Le premier contribue à la construction du trajectographe, une partie située au cœur du détecteur et composée de bandes de silicium très fines (20 microns d'épaisseur) qui détectera les particules chargées. Le second travaille sur l'électronique du calorimètre, dont le rôle est la mesure des particules chargées et neutres.

► Lorsque le LHC entrera en fonction, les physiciens de l'Université de Genève et d'ailleurs auront la possibilité d'accéder aux installations du CERN pour réaliser leurs recherches.