Elles tournent, elles tournent les particules

Sans le CERN, notre connaissance du monde des particules ne serait pas ce qu'elle est aujourd'hui. Et la Belgique n'aurait pas pu y jouer un rôle aussi important. Retour sur sept décennies fabuleuses.

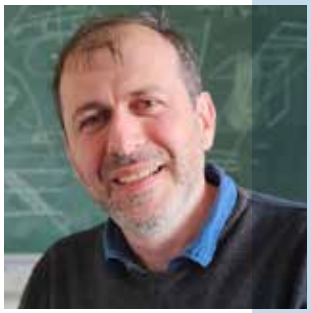
À l'issue de la Seconde Guerre mondiale, la recherche scientifique européenne est exsangue et le leadership en la matière a traversé l'Atlantique. Quelques scientifiques imaginent cependant de créer un grand laboratoire européen de physique atomique. Un regroupement des forces rendu nécessaire pour des raisons économiques mais aussi pour des raisons « idéologiques » : ceux que la guerre avait séparés, la science devait les réunir. Une vision coopérative qui est toujours celle du CERN aujourd'hui. Douze pays, dont la Belgique, décident de participer à l'aventure. Le site actuel situé près de Genève, à cheval sur la frontière franco-suisse, est choisi en 1952 et entériné en juin 1953… à la suite, bien sûr, d'un vote des habitants du canton genevois (pour la petite histoire, 16.539 voix pour et 7.332 contre).
Si les premiers coups de pelle sont donnés le 17 mai 1954, le CERN ne naît officiellement que le 29 septembre de la même année, lorsque tous les États membres ont ratifié l'accord qui les lie entre eux. Le provisoire Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) est dissous mais l'acronyme demeure, le C désignant souvent aujourd'hui le mot « Centre ». Le 11 mai 1957, le premier accélérateur, le Synchrocyclotron est mis en service. Même si l'on prend l'année 1952 (signature de l'accord entre les 12 fondateurs) comme date fondatrice, il ne s'est donc écoulé que 5 ans pour que le CERN soit opérationnel. Un succès politique et scientifique comme on a l'habitude de le qualifier.

La Belgique et le FNRS en pointe

Un succès auquel la Belgique et le FNRS ne sont pas étrangers. Dès 1947, le pays se dote d'un Institut Interuniversitaire de Physique Nucléaire dont Jean Willems, le Directeur du FNRS, assure la direction. Cet IIPN se muera bientôt en IISN (Institut Interuniversitaire des Sciences Nucléaires) qui existe encore aujourd'hui et est une pièce maîtresse des rapports de la Belgique avec le CERN. C'est donc tout naturellement Jean Willems qui négocie l'accord fondateur du CERN et y appose sa signature au nom de la Belgique. Avec le Français Raoul Dautry, Administrateur général du Commissariat à l'énergie atomique et l'Italien Gustavo Colonnetti, Président du Conseil national de la recherche italien, il va former un trio moteur dans la création du CERN, défendant sans relâche un projet ambitieux.

Les débuts du CERN vont d'ailleurs être marqués par Jean Willems puisque, en plus de continuer à diriger le FNRS, il sera représentant belge au sein du Conseil du CERN dès 1954, en préside le comité des finances jusqu'en 1957, en est le Vice-président puis le Président. Un « cursus » impressionnant que suivra aussi son successeur au FNRS, Paul Levaux, autre grande personnalité belge du CERN. On ne sera donc pas étonné d'apprendre que lorsqu'il a été question, dans les années 1960, de construire un accélérateur plus puissant que le synchrotron à protons (PS) mis en service en 1959, il a été question de le localiser en Belgique, et plus particulièrement à Focant, près de Wépion, en Wallonie. Aspirant FNRS avant d'accomplir toute sa carrière au Service géologique de Belgique, Jean-Marie Graulich fut un ardent défenseur de la candidature de Focant. Il y réalisa d'ailleurs des sondages préliminaires. Fort heureusement pour le CERN, mais

“ Au CERN, nous avons une très bonne connaissance des détecteurs et des particules. C'est cela que je mets à profit dans des applications.



Andrea Giammanco, Directeur de recherches FNRS, Institut de recherche en mathématique et physique, UCLouvain

Andrea Giammanco : s'ouvrir à de nouveaux horizons

Directeur de recherches FNRS (UCLouvain), Andrea Giammanco fréquente le CERN depuis 25 ans. Aujourd'hui, il est une pièce maîtresse de la collaboration entre le FNRS et le CERN en tant que référent de son université pour la collaboration CMS. « *Je dois par exemple veiller à la bonne utilisation des crédits alloués aux chercheurs FNRS par l'IISN. Mais j'ai aussi un travail de coordination des équipes et d'encadrement des jeunes chercheurs. Il faut également veiller à l'accomplissement de certaines tâches techniques, par exemple le recalibrage annuel des détecteurs. Ce sont des "anciens" comme moi, qui ont déjà réalisé cela par le passé, qui doivent transmettre leur savoir-faire et veiller au respect des délais et des règles de l'art.* »

Ces tâches ne le tiennent cependant pas éloigné de la recherche où il est actif dans deux domaines. Si beaucoup de ses collègues de l'UCLouvain et des autres universités belges cherchent à caractériser davantage le boson BEH, Andrea Giammanco s'intéresse à une autre particule, le quark top, dont la particularité est d'avoir une masse bien plus importante que les autres particules du modèle standard. Une « anomalie » toujours inexpliquée. Le chercheur de l'UCLouvain étudie donc l'interaction du quark avec le fameux boson BEH. « *Après tout, c'est lui qui confère une masse à toutes les particules. Étudier la relation réciproque entre les deux a donc un sens.* »

Mais ses travaux les plus étonnants se situent en marge des recherches effectuées au CERN. En cela, Andrea Giammanco a en quelque sorte devancé les souhaits du CERN puisque, pour la première fois, celui-ci a mis sur pied des groupes de réflexion chargés de concevoir des applications d'intérêt sociétal. « *Au CERN, explique-t-il, nous avons une très bonne connaissance des détecteurs et des particules. C'est cela que je mets à profit dans des applications.* » Parmi les particules qui composent le rayonnement cosmique qui nous frappe à chaque instant, les muons sont très pénétrants. Lorsqu'ils entrent en collision avec des substances radioactives comme le plutonium, leur trajectoire est infléchie, phénomène très bien connu des physiciens du CERN. « *Parmi d'autres projets, nous essayons pour l'instant de mettre au point des scanners pour des applications sécuritaires en matière nucléaire. On pourra ainsi lutter contre la contrebande de produits radioactifs. Aujourd'hui, quand on veut les dissimuler, on entoure ces matières de plomb par exemple et les détecteurs habituels comme les compteurs Geiger deviennent alors inopérants. Mais nous, grâce à l'analyse de la trajectoire des muons, même sous d'épaisses couches de plomb, nous pouvons détecter les matières radioactives.* » Une avancée qui intéresse fortement l'Agence Internationale de l'Energie Atomique. D'autant que de tels dispositifs permettraient aussi de contrôler les traités de non-prolifération des armes nucléaires. « *Même à distance, un système de ce type permet de détecter la présence de matériaux fissiles dans des ogives* », se réjouit Andrea Giammanco. L'utilisation des particules cosmiques intéresse également d'autres secteurs, comme l'industrie minière : « *Une entreprise américaine nous a demandé d'étudier la fabrication de petits détecteurs aisément transportables et faciles à utiliser pour déterminer la quantité de minerai exploitable dans les terres excavées !* »

Laurent Thomas : concevoir un nouveau trajectographe

Chercheur qualifié FNRS (ULB), Laurent Thomas se rend au CERN une semaine tous les deux mois environ. « *C'est une semaine très intense occupée notamment par des réunions qui regroupent beaucoup de chercheurs actifs sur une expérience, au cours desquelles est présenté l'état d'avancement des travaux. Dans la collaboration CMS à laquelle j'appartiens, nous sommes environ 4.000 répartis dans le monde entier ! À côté de cela, nous nous réunissons aussi en petits groupes pour traiter de problèmes particuliers.* » Mais aussi, surtout, pour participer à la prise de données. Tous observent les mêmes collisions entre protons mais chacun sous un angle particulier ; par exemple certains ne vont étudier que les électrons issus de ces collisions. Comme la plupart de ses collègues belges, Laurent Thomas travaille sur le boson BEH, cherchant à le caractériser avec toujours plus de précision. « *Depuis sa découverte il y a douze ans, nous avons atteint un niveau de précision assez extraordinaire. Et nous avons aussi observé ses interactions avec une demi-douzaine de particules différentes. Certaines de ces désintégrations sont très rares, comme celle en deux photons qui ne se produit que deux fois sur mille.* » Pour sa part, Laurent Thomas traque la désintégration du boson BEH en particules...invisibles ! « *Ou du moins des particules qui ne sont pas détectables par le CMS, comme des neutrinos par exemple. Il faut alors examiner les bilans énergétiques des désintégrations pour tenter de déterminer cette présence.* » Mais les neutrinos ne sont pas les seules particules traquées : il y a aussi celles, hypothétiques, de la matière noire, toujours non observée à l'heure actuelle. Avec toujours la même obsession : prendre en défaut le Modèle Standard des particules pour ouvrir la voie à une nouvelle physique.

L'analyse de données n'est cependant pas la seule activité de Laurent Thomas. Plusieurs universités belges ont en effet été chargées de concevoir et construire une partie du futur trajectographe (instrument qui reconstitue la trajectoire des particules chargées) du détecteur CMS. Le LHC va en effet subir une mise au jour qui permettra d'augmenter fortement le taux de collision. « *Mais cela signifie que les détecteurs vont être soumis à des taux plus élevés de radiations. Il faut donc les remplacer et nous en profitons pour améliorer considérablement le trajectographe : sa réponse sera beaucoup plus rapide, il ne mettra que quelques microsecondes pour reconstruire la trace d'une particule. Nous pourrons ainsi déterminer en temps réel si une collision est intéressante ou non et l'enregistrer si nécessaire.* » Les scientifiques belges sont donc en train de construire dans une chambre blanche du campus bruxellois 1.500 modules d'une dizaine de cm de côté qui seront ensuite assemblés à l'UCLouvain avant d'être acheminés et installés dans le CMS pour être opérationnels pour 2029.

sans doute pas pour la Wallonie, on s'aperçut en dernière minute que le PS pouvait servir de pré-accélérateur pour le nouvel accélérateur, le Supersynchrotron (SPS) qui entrera en fonction en 1976. Le PS constitue d'ailleurs encore aujourd'hui le cœur du complexe d'accélérateurs du CERN ! Notons enfin que le théoricien Léon Van Hove, mathématicien issu de l'ULB, devint Codirecteur du CERN de 1976 à 1981, seul Belge à avoir occupé cette fonction à ce jour.

Au cœur de la matière

Tout cela pour quoi ? Malgré la présence de l'adjectif « nucléaire » dans son acronyme, le CERN ne s'occupe que de la physique des particules, un domaine de recherche fondamentale, sans application immédiate (surtout pas militaire…) qui n'a d'autre but que la connaissance de la matière, des énergies qui la gouvernent et de ses origines. « *Il est un fait qu'on ne peut tuer personne avec une de ces particules rapides, ou alors nous serions tous déjà morts* », aurait dit Erwin Schrödinger, l'un des pères de la physique quantique.

Au fil des décennies, le CERN va aligner les succès. On notera par exemple la découverte en 1983 des bosons W et Z, vecteurs de l'interaction faible. Ou la confirmation de l'existence de trois familles de particules élémentaires grâce au grand collisionneur électron-positon (LEP) mis en service en 1989, dans le tunnel duquel sera par la suite installé le collisionneur de hadrons LHC. C'est en 1995 que sont produits les premiers antiatomes au monde, au CERN bien sûr. Et en 2012 qu'est observé pour la première fois le boson de Brout-Englert-Higgs (BEH), la particule qui confère une masse à toutes les autres. Une découverte qui vaut le Prix Nobel de physique à notre compatriote François Englert (ULB) et à l'Ecossais Peter Higgs, Robert Brout (ULB lui aussi) étant malheureusement décédé peu auparavant.

Tout cela pour quoi ? Jeune chercheur belge travaillant au CERN, Laurent Thomas aime répondre à la question en la retournant : « *Que serait une société qui cesse de se poser des questions, qui admettrait que plus rien n'est à découvrir, à expliquer ? Et puis les retombées pratiques du CERN sont à chercher ailleurs, dans les technologies utilisées.* » Et de rappeler que le World Wide Web est né au CERN en 1989 pour organiser l'information entre chercheurs et que le CERN a mis le logiciel gratuitement à disposition du monde entier. Ou que les technologies du CERN ont permis des progrès essentiels en informatique (puissance de calcul) et dans le développement de l'IA. Et que si la recherche médicale sur les maladies du cerveau dispose depuis peu d'une IRM avec des aimants super performants, c'est parce que la connaissance de ceux-ci a été développée au CERN.

Henri Dupuis

“ Que serait une société qui cesse de se poser des questions, qui admettrait que plus rien n'est à découvrir, à expliquer

Laurent Thomas,
Chercheur qualifié FNRS, Physique des particules élémentaires, ULB

Le CERN et la Belgique aujourd'hui.

La Belgique compte deux Délégués au Conseil du CERN et au Comité des finances du CERN : Véronique Halloin, Secrétaire générale du FNRS, et Dirk Ryckbosch. Ce dernier est Professeur en physique des particules expérimentales à l'Université de Gand, et a été Chef du Département de Physique et d'Astronomie de l'Université de Gand de 2006 à 1019. Au sein du CERN, il participe également aux discussions du Forum tripartite sur les conditions d'emploi (TREF) et aux réunions du Comité des directives scientifiques.

Cette année, notre pays contribue au budget du CERN à hauteur de 34 millions de Francs suisses environ (le montant varie en fonction des revenus nationaux nets du pays), soit 2,79% de la contribution des États membres.

En outre, pour sa part, le FNRS a consacré près de 5,3 millions CHF pour l'upgrade de l'expérience CMS depuis 2018 et un montant supplémentaire de 1,158 million CHF l'an dernier : 158.000 CHF pour compenser le défaut de contribution de la Russie et la Biélorussie à l'upgrade de l'expérience CMS ; et 1 million CHF (pour la période 2023-2026) pour le surcoût dû à d'autres facteurs (inflation et augmentation des coûts de certains matériels électroniques).

Mais surtout, le FNRS finance des projets à hauteur de 5 à 7 millions d'€ par an grâce à des subventions de la Fédération Wallonie-Bruxelles et de l'État fédéral, ainsi que via le paiement des salaires de doctorants, postdoctorants et chercheurs permanents qui travaillent dans le domaine.