

Gauthier Durieux

En quête de nouvelle physique



© GAUTHIER DURIEUX

Un cadre d'interprétation effectif pour les collisions entre particules de haute énergie pourrait permettre d'identifier une théorie plus complète de leurs interactions. C'est la quête de Gauthier Durieux, Chercheur qualifié à l'UCLouvain dès l'année prochaine.



Né à : Bruxelles

Études universitaires : Master en physique, UCLouvain, 2011

Thèse : Doctorat en physique, UCLouvain, 2014 : « Baryon number violation at the TeV scale »

Bourses, mandats, Crédits ou Projets de recherche (notamment FNRS) : Aspirant FNRS à l'UCLouvain (2011-15), BAEF Fellow à la Cornell University (2014-15), Postdoctoral Fellow à DESY (2015-18), Lady Davis Foundation Fellow au Technion (2018-20), Chargé de recherches FNRS à l'UCLouvain (mandat suspendu en 2019), Fellow au CERN (2020-23).

La veille de sa défense de thèse à l'UCLouvain, Gauthier Durieux ouvre par hasard un guide pratique d'origami délaissé depuis longtemps et s'arrête sur quelques lignes d'introduction : « *L'origami est poésie. Il ne nécessite ni adresse, ni matériel particulier ; un peu de papier, de concentration et de patience lui suffisent.* » Il reconnaît en cela la physique qui est la sienne, celle des idées qui demandent si peu d'équipement pour naître et se développer. Cela saute aux yeux lorsqu'on découvre son bureau au CERN où un grand tableau noir couvert de signes ésotériques est l'outil principal, qui permet d'échanger et manipuler les idées entre collègues. C'est dans cet environnement qu'il s'attèle à mieux comprendre les interactions entre particules élémentaires en cherchant à mettre en évidence des différences entre les mesures expérimentales et les prédictions du modèle théorique

actuel. Identifier de telles différences permettrait de mieux cerner la « nouvelle physique » dont les observations laissent déjà deviner la présence mais dont la nature exacte reste inconnue. Avant d'occuper ce bureau genevois, Gauthier Durieux aura cependant connu bien des déménagements.

Un modèle à compléter

Plus qu'une vocation de longue date, cette voie s'est tracée progressivement pour le jeune Gauthier. Durant ses études secondaires, il s'engage dans les sciences fortes seulement après que l'option des langues anciennes (une passion communicative de sa mère) ait manqué d'élèves pour être ouverte. Pour ses études supérieures, il suit d'abord les traces paternelles et s'inscrit en ingénierie à Louvain-la-Neuve. Dès la deuxième année, il se réoriente néanmoins vers

“

Les théories de la relativité ou de la mécanique quantique : « En les étudiant, on est confronté frontalement à une série de concepts mystérieux. Davantage parfois que vraiment les comprendre, on s'habitue progressivement à les côtoyer. On les apprivoise et finit par oser les manipuler soi-même. »

la physique, piqué de curiosité pour les lois fondamentales qui semblent décrire la marche de l'univers, et qu'encodent les théories de la relativité ou de la mécanique quantique. « *En les étudiant, se souvient-il, on est confronté frontalement à une série de concepts mystérieux. Davantage parfois que vraiment les comprendre, on s'habitue progressivement à les côtoyer. On les apprivoise et finit par oser les manipuler soi-même.* » Gauthier Durieux choisit donc de s'orienter vers les aspects théoriques de la physique des particules. Avec une finalité quasi-unique : la recherche.

Avant cela cependant, il y a l'étape du mémoire de fin d'études qu'il réalise sous la supervision des Professeurs Jean-Marc Gérard et Fabio Maltoni. Le sujet ? La non-conservation du nombre baryonique. Jouons le jeu de Gauthier Durieux : confrontons-nous à ce concept et tentons de l'apprivoiser. Ce nombre baryonique est une propriété de particules appelées quarks qui est préservée par toutes les interactions observées jusqu'à présent. Les quarks portent un nombre baryonique d'un tiers puisque trois d'entre eux doivent être combinés pour former un baryon tel que le proton et le neutron qui composent les noyaux des atomes. Cette conservation apparente du nombre baryonique garantit la stabilité du proton et, dès lors, de la matière qui nous constitue. Elle est en accord avec les prédictions du Modèle Standard (MS), la théorie la mieux établie des interactions entre particules élémentaires. Vieux d'un demi-siècle, le MS résiste au temps et n'a pas encore trouvé de successeur plus complet. Or il le faudrait ! Car il ne permet pas d'expliquer certains phénomènes comme la prédominance de

la matière sur l'antimatière dans l'univers, l'existence de matière noire, ou la masse infime de particules appelées neutrinos. Et, justement, la non-conservation du nombre baryonique est une des trois conditions nécessaires pour expliquer l'écrasante prépondérance de la matière sur l'antimatière autour de nous. « *Nous avons examiné la possibilité d'une non-conservation dans les interactions du quark top, la particule élémentaire la plus lourde connue à ce jour, qui est étudiée précisément au CERN* », sourit Gauthier Durieux. Cela déstabiliserait très peu le proton et constituerait un pas en dehors du MS, un pas vers la nouvelle physique. Un mémoire de master ne suffit évidemment pas à explorer cette éventualité. Tout naturellement, ses promoteurs et mentors l'encouragent donc à poursuivre ses recherches durant un doctorat réalisé grâce à un mandat du FNRS. Aux dernières nouvelles, le nombre baryonique semble toujours bien conservé. Le vieux MS résiste encore. Mais la quête de nouvelle physique du jeune chercheur louvaniste ne fait que commencer.

Une théorie effective

S'ensuivent alors quatre mandats, et bientôt neuf années, de postdoctorat qui vont l'emmener successivement à la Cornell University aux États-Unis, à DESY le laboratoire allemand de physique des particules, au Technion en Israël, et enfin au CERN où il terminera un contrat de trois ans l'an prochain.

Avec le mandat de Chercheur qualifié qu'il commencera ensuite, Gauthier Durieux veut contribuer au développement d'un cadre d'interprétation théorique

permettant de mettre en évidence de fines traces de nouvelles physiques dans les observations expérimentales. « *Cette théorie effective permet d'explorer les extensions du MS de manière systématique, sans prendre parti pour un modèle plutôt qu'un autre, explique Gauthier Durieux. Au contraire, la théorie effective incorpore les effets indirects principaux de toute nouvelle physique qui apparaîtrait à des énergies plus élevées que celles produites dans nos accélérateurs actuels. Elle modélise en particulier les nouvelles interactions entre particules connues qui seraient induites par des particules trop lourdes pour être observées directement. Interpréter précisément les mesures expérimentales dans ce cadre théorique pourrait nous aider à identifier la direction dans laquelle le MS doit être étendu et la nature de la nouvelle physique qui vient le compléter.* »

Le plus puissant accélérateur actuel, le LHC du CERN (Large Hadron Collider), sort tout juste de trois années de mise à jour qui lui permettront de produire encore vingt fois plus de collisions en quinze ans. Gauthier Durieux fait partie de l'équipe conjointe de théoriciens et expérimentateurs qui coordonne l'implémentation de la théorie effective au sein des collaborations qui analysent ces collisions. « *Jusqu'à présent, la théorie effective était surtout confrontée à des mesures peu optimisées à cette fin. De plus en plus, les expérimentateurs vont pouvoir directement cibler avec des mesures spécifiques les nouvelles interactions qu'elle décrit, et combiner eux-mêmes précisément leurs observations.* » Des mesures d'une précision encore supérieure pourront aussi être réalisées par le successeur potentiel du LHC, dont Gauthier Durieux travaille à déterminer les caractéristiques idéales. De quoi peut-être enfin pouvoir cerner cette insaisissable nouvelle physique.

Henri Dupuis