

## POINT FORT

# Les pères du boson de Higgs reçoivent le Nobel grâce au CERN

La distinction la plus prestigieuse en physique récompense François Englert et Peter Higgs, qui ont formulé en 1964 la théorie dont a été déduite l'existence de la fameuse particule

Les physiciens François Englert et Peter Higgs ont reçu le prix Nobel de physique 2013 pour avoir imaginé l'existence d'une particule connue aujourd'hui sous le nom de boson de Higgs. Elaborée de manière indépendante dans les années 1960 et permettant d'expliquer l'existence des masses des particules élémentaires, leur théorie a été primée une année après avoir été confirmée expérimentalement au CERN, grâce au collisionneur LHC. Giuseppe Iacobucci, professeur au Département de physique nucléaire et corpusculaire (Sciences) et membre du groupe ATLAS, un des détecteurs géants montés sur l'accélérateur de particules, a vécu cette aventure de près.

**Le Journal: Quel est votre sentiment quant à l'attribution du prix Nobel de physique 2013?**

**Giuseppe Iacobucci:** Je suis ravi que François Englert et Peter Higgs aient été primés. Ils le méritent largement. Il existait plusieurs théories rivales pour expliquer les masses des particules. La leur était la bonne.

**De quelle façon le boson octroie-t-il une masse aux autres particules?**

Le boson de Higgs est la manifestation de l'existence d'une entité plus vaste: le «champ» de Higgs. Ce dernier baigne tout l'Univers et donc aussi notre environnement. Les particules élémentaires, notamment celles dont nous sommes constitués, interagissent avec ce champ rempli d'innombrables bosons de Higgs et le traversent avec une facilité variable, comme si elles circulaient dans de la mélasse. C'est l'interaction plus ou moins forte des particules élémentaires avec ce champ qui leur donne (y compris au

boson de Higgs) une masse plus ou moins importante. On appelle cela le mécanisme de Brout-Englert-Higgs. Robert Brout, aujourd'hui décédé, était le collaborateur de François Englert.

**Pourquoi a-t-on parlé de particule «suprême»?**

C'est probablement dû à son rôle particulier dans la théorie ainsi qu'au fait que, dans le «Modèle standard» qui décrit la physique de toutes les forces sauf celle de la gravitation, toutes les particules avaient été découvertes à l'exception du boson de Higgs qui n'était jusqu'à récemment qu'une hypothèse.

**Une théorie n'est qu'une théorie tant qu'elle n'est pas confirmée par l'expérience. Englert et Higgs doivent une fière chandelle au travail effectué au CERN...**

Une découverte comme celle du boson de Higgs est le résultat d'un travail de longue haleine et auquel ont participé des milliers de personnes: les théoriciens, bien sûr, mais aussi les techniciens et les ingénieurs du CERN ainsi que les collaborateurs des deux expériences installées sur le LHC (ATLAS et CMS). La théorie est née en 1964 et les discussions autour de la construction du LHC, conçu pour détecter le Higgs, ont démarré dans les années 1980.



Simulation du champ de Higgs (vue d'artiste). Image: CERN

Trente ans et 6 milliards d'euros plus tard, les efforts ont payé. La nouvelle a été annoncée une première fois en juillet 2012 puis confirmée en mars 2013 lorsque la précision statistique a été suffisante pour répondre aux critères stricts d'une découverte en physique des hautes énergies.

**Etes-vous sûr d'avoir trouvé la bonne particule?**

Oui. En provoquant des collisions très énergétiques entre protons, le LHC crée les conditions nécessaires à l'apparition du boson de Higgs. Ce dernier se désintègre alors immédiatement en particules secondaires. Ce sont ces dernières qui sont détectées par ATLAS et CMS. Il existe plusieurs modes de désintégration possibles prévus par la théorie. Tous ont été identifiés. Il n'y a plus aucun doute sur l'identité de la particule.

**Maintenant que vous l'avez «vu», que reste-t-il à faire?**

Nous devons d'abord étudier le boson sous toutes ses coutures. Le LHC, qui a fonctionné à la moitié de sa puissance nominale et qui devrait atteindre le maximum de ses capacités en 2015, est censé fournir encore beaucoup d'informations sur son sujet, notamment sur la valeur de son *spin* et d'autres propriétés quantiques. Il se pourrait aussi qu'il soit le membre le plus «léger» d'une grande famille de bosons qui n'attend qu'à être découverte. Ensuite, à la fois pour poursuivre l'étude du boson de Higgs et pour découvrir de nouvelles particules, il existe plusieurs projets d'accélérateurs, linéaires et circulaires. L'un d'eux pourrait être un tube de 100 km de circonférence (contre 27 km pour le LHC) creusé sous le Léman et le Jura...

**Que pourrait-on découvrir de plus?**

Il existe de nombreuses théories alternatives qui tentent d'expliquer la physique des particules au-delà du Modèle standard, notamment pour élucider des mystères comme celui de la présence de matière noire dans l'Univers, une matière dont on ignore encore tout mais dont l'existence est indispensable pour comprendre, par exemple, le mouvement des bras à spirales des galaxies. Ces théories, comme celle baptisée supersymétrie, prévoient l'existence de nouvelles particules. Le LHC – ou ses successeurs – est conçu pour les découvrir. Si elles existent, bien sûr.

**Quelle est la contribution de l'Université de Genève à la chasse au boson de Higgs?**

Notre groupe, qui était dirigé avant moi par le professeur Allan Clark, a participé à l'expérience ATLAS dès sa conception. Il a contribué à la construction de plusieurs éléments essentiels du détecteur dont le grand aimant toroïdal, l'électronique du calorimètre à argon liquide, le système électronique de présélection d'événements et, surtout, le détecteur en silicium de particules chargées. Nous avons également participé à l'analyse des données produites par ATLAS.

## Modélisation des réactions chimiques: le complice genevois de Warshel

Le prix Nobel de chimie a été attribué à Martin Karplus, Michael Levitt et Arieh Warshel, dont les travaux ont permis la création d'outils de modélisation des réactions chimiques. Grâce à ces chercheurs, des avancées considérables

ont été faites dans le domaine, en combinant des éléments théoriques de physique newtonienne et quantique. Aujourd'hui professeur à l'UNIGE, au Département de chimie physique (Sciences), Tomasz Wesolowski a collaboré aux

travaux d'Arieh Warshel, dans le cadre d'un stage postdoctoral de trois ans à l'University of Southern California (Los Angeles), et publie régulièrement les résultats de recherches conjointes. Arieh Warshel est par ailleurs souvent

invité à donner des enseignements à l'UNIGE. Pour l'anecdote, c'est aussi le professeur Wesolowski qui est à l'origine de la photo «officielle» du chercheur, que l'on peut voir aujourd'hui partout suite à l'annonce du Prix.

# Genève, chaînon clé du Nobel de médecine

Deux docteurs «*honoris causa*» de l'UNIGE figurent parmi les lauréats du prix Nobel de médecine, décerné cette année pour des recherches dans le domaine du transport intracellulaire

Le 7 octobre dernier, le prix Nobel de médecine était attribué conjointement à Thomas Südhof, James Rothman et Randy Schekman pour leurs travaux dans le décryptage du processus du transport cellulaire. Ces deux derniers ont été nommés docteur *honoris causa* de l'UNIGE il y a une dizaine d'années.

## RÔLE FONDAMENTAL

Les lauréats 2013 du Nobel de médecine ont joué un rôle fondamental dans la caractérisation des molécules impliquées dans ce dispositif et dans l'identification de ses mécanismes de contrôle. «Rothman et Schekman ont mené des travaux complémentaires, en suivant des approches très différentes», explique Jean Gruenberg, professeur au Département de biochimie (Faculté des sciences). L'approche génétique suivie par Randy Schekman a permis d'identifier les gènes impliqués dans le transport. James Rothman a, quant à lui, choisi la voie de la biochimie pour explorer le domaine du trafic cellulaire, reconstituant *in vitro* l'une des étapes du transport. A partir de là, il a pu mettre au jour les molécules impliquées dans le processus. De son côté, Thomas Südhof a identifié les mécanismes de contrôle de l'influx nerveux. Le professeur Gruenberg ajoute que «si les trois lauréats n'ont jamais travaillé directement ensemble, Rothman et Schekman ont étroitement collaboré grâce à une grande figure de la microscopie électronique, le professeur Lelio Orci de l'UNIGE (*lire ci-contre*). La convergence des études génétiques, biochimiques et ultrastructurales a ainsi joué un rôle essentiel dans ces découvertes.»

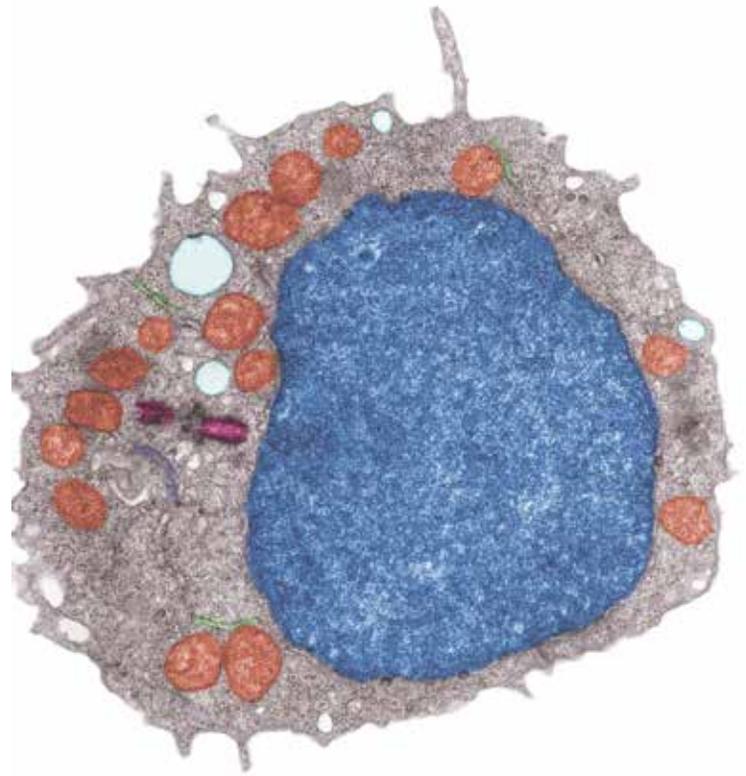
## PERSPECTIVES MÉDICALES

De nombreuses maladies génétiques humaines sont liées à des dérèglements du transport cellulaire.

Ainsi, les découvertes de Rothman, Schekman et de Südhof ont amené de nouvelles perspectives dans le traitement thérapeutique de ces maladies. Par ailleurs, énormément de bactéries et de protozoaires infectent les cellules humaines en détournant le trafic cellulaire à leur avantage, d'où la nécessité d'une meilleure compréhension de ces phénomènes dans la lutte contre les agents pathogènes.

## DÉCRYPTAGE DU PROCESSUS

La question du transport des protéines synthétisées à l'intérieur d'une cellule vers l'environnement extérieur se pose depuis longtemps. Georges Palade, Albert Claude et Christian de Duve, récompensés du Nobel de médecine 1974, ont amené une première réponse avec leurs travaux. «Ces trois-là sont en quelque sorte les pères fondateurs de la biologie cellulaire contemporaine», commente Jean Gruenberg, dont l'équipe travaille à décrypter les principes et les processus de contrôle des mouvements intracellulaires le long de la voie endocytaire (de l'extérieur de la cellule vers l'intérieur). La cellule est compartemen-



La cellule se compose, entre autres, d'un noyau (bleu), de vésicules de transport (bleu ciel) et de mitochondries (orange). Photo: Visuals Unlimited/Corbis

talisée en différentes organelles qui assurent le transport des protéines. L'expérience clé que Palade a menée a permis d'illustrer le transit de molécules d'une organelle à l'autre, à l'intérieur de la cellule. Concrètement, une vésicule se forme à la membrane du compartiment donneur, se détache et se déplace dans le cytoplasme jusqu'à rencontrer son compartiment cible. Puis, par fusion des membranes, elle y transfère son contenu.

## BIOCHIMIE À L'HONNEUR

Jean Gruenberg se réjouit de voir le Nobel de médecine 2013 attribué à des scientifiques actifs dans la recherche fondamentale. «A une époque où l'on a tendance à penser que seule la recherche appliquée est intéressante, il est nécessaire

de laisser une marge de manœuvre suffisante aux chercheurs pour qu'ils puissent développer des programmes sans contrainte de résultat. Cela afin de ne pas compromettre la science de demain», argumente-t-il. Par ailleurs, cette mise en lumière de la biochimie au moment où l'entier du génome a été séquencé et où des techniques de microscopie extrêmement élaborées permettent de suivre les molécules dans les organismes n'est pas pour lui déplaire. «Le choix de ces trois scientifiques est aussi un signal positif pour les jeunes qui commencent leurs études aujourd'hui. Cette attribution récompense la réunion de trois disciplines de la biologie – la génétique, la biochimie et la neurobiologie – un bel exemple de transdisciplinarité.» ■

## L'homme sans qui rien n'aurait pu arriver



Spécialiste de la microscopie électronique, Lelio Orci, professeur à l'UNIGE depuis 1972, a largement collaboré aux travaux de James Rothman et Randy Schekman. La Faculté de médecine de l'UNIGE lui avait d'ailleurs remis un doctorat *honoris causa* en 2008, récompensant ainsi de manière exceptionnelle l'un de ses plus illustres chercheurs. Que ce soit

dans le cadre des développements techniques de l'autoradiographie, de son analyse des membranes cellulaires par cryodécoupage ou encore de ses travaux relatifs à la structure et à la vascularisation pancréatiques, l'impressionnante activité du professeur Orci a contribué à des avancées décisives dans le domaine de la biologie cellulaire et a attiré à l'UNIGE de nombreux chercheurs venus de tous les continents pour travailler

dans son laboratoire, dont les deux lauréats du prix Nobel de médecine 2013. Elle lui a aussi valu la reconnaissance internationale: il est membre de la National Academy of Sciences des Etats-Unis depuis 1998, de l'Academia Europaea depuis 1999, de l'Académie royale de médecine de Belgique depuis 2001, de la prestigieuse Academia dei Lincei depuis 2005 et de l'American Academy of Arts and Sciences depuis 2009.