

Pourquoi une médaille d'or du CNRS à un informaticien ?

par Thierry Viéville, sur *Intelligence mécanique*

Si un informaticien, Gérard Berry, a reçu cette année la médaille d'or du CNRS, c'est qu'il existe bien une science informatique ! Alors pourquoi cette science nous semble-t-elle si difficile à cerner ? C'est qu'elle ne nous est pas familière. Nous n'en avons pas appris les concepts à l'école. Pourtant, quelques notions simples permettent de comprendre les travaux de G. Berry. Voyons lesquelles.

La première est celle de système réactif. On présente souvent un programme comme une suite d'instructions qui s'exécute une fois, du début à la fin. Mais, par exemple, en temps normal, votre smartphone n'exécute pas un programme : il se contente d'attendre, et de réagir quand il reçoit un texto ou que vous touchez l'écran. L'informatique embarquée dans les objets courants est surtout composée de tels logiciels réactifs, qui exécutent une action en réponse à des événements.

Ce n'est pas si simple. Le processeur doit surveiller en même temps les textos, le niveau de batterie, l'écran tactile, etc. Il doit basculer d'une tâche à une autre en permanence ! Et si chaque programme réagit indépendamment à chaque événement, des conflits et des réactions indésirables surviennent inévitablement. Pour garantir le bon fonctionnement du système, il faut donc le modéliser.

C'est là qu'entre en jeu l'approche événementielle. Pour formaliser un système réactif, il faut tenir compte du temps, des délais de réponse, des mécanismes de synchronisation et du contexte, imprévisible. Le système peut être dans plusieurs états : éteint, allumé, avec tel composant en marche, etc. La vérification formelle consiste à garantir par des raisonnements logiques que, parmi les millions d'états possibles, les

programmes conduisent le système dans des états corrects.

Pour ce faire, l'idée clé est de considérer le temps comme une succession d'événements. Peu importe l'heure exacte à laquelle l'avion va ouvrir son train d'atterrissage, puis atterrir : ce qui compte, c'est qu'il ouvre son train avant d'atterrir. Seuls comptent les événements.

Cette approche permet de visualiser le fonctionnement du système comme une



Gérard Berry, médaille d'or du CNRS 2014

suite de déplacements d'un état à un autre, en exécutant des actions correspondant à ces changements d'état. On parle de graphe des états du système et de transitions entre états, qui forment un automate à nombre fini d'états. Ce point de vue a permis de développer de nombreux outils pour déterminer *a priori* le comportement des logiciels.

Cependant, en pratique, un programme ne s'exécute pas instantanément. Les calculs demandent un certain délai. Comment traiter un événement qui survient pendant une transition ? Pour contourner ce problème, G. Berry et ses collègues ont introduit l'hypothèse synchrone : on suppose que le système calcule instantanément comment passer d'un état à un autre. Bien

sûr, les calculs ne sont pas instantanés, mais on peut considérer que la fin d'un calcul est elle-même un événement, et c'est sur la base de cet événement que l'état du système est calculé sans délais. Cette astuce simplifie considérablement la modélisation des systèmes réactifs.

Reste un dernier obstacle : comment décrire tous les états possibles d'un système réactif ? G. Berry et ses collègues ont proposé pour cela un langage de programmation, nommé Esterel. Il comporte des instructions telles que « émettre un événement », « exécuter une action à l'arrivée d'un événement », « enchaîner deux actions », etc. Les informaticiens ont montré qu'avec 11 fonctions « primitives », ce langage permet de définir tout ce qui est imaginable pour un système réactif.

Les ingénieurs peuvent ainsi décrire le comportement souhaité sous forme de modules qui émettent et reçoivent des signaux. Un traducteur automatique engendre ensuite l'automate correspondant, qui peut alors être vérifié et implanté dans un circuit électronique ou sous forme logicielle.

Voilà comment quelques concepts simples permettent aujourd'hui de garantir la sûreté de systèmes informatiques complexes ! ■



Thierry VIÉVILLE est directeur de recherche en neurosciences computationnelles à l'Inria et tient le blog *Intelligence mécanique* (www.scilogs.fr/intelligence-mecanique).



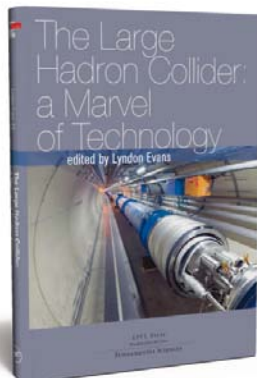
Retrouvez tous nos blogueurs sur www.scilogs.fr et suivez-les sur les réseaux sociaux.



PRESSES POLYTECHNIQUES ET UNIVERSITAIRES ROMANDES

Editeur scientifique de référence depuis 1980

NOS AUTEURS CERN:



THE LARGE HADRON COLLIDER

A Marvel of Technology

Edited by Lyndon Evans (Project Leader of the LHC)

The world's greatest scientific experiment explained by key scientists and program leaders. The book reveals how its technology and detectors lead to a new understanding of our universe.

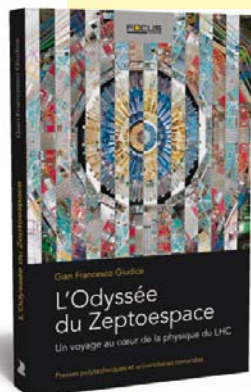
2014, 256 p. couleur, ISBN 978-2-9400222-34-6

DANS LE GRAND COLLISIONNEUR DU CERN

Mario Campanelli (Projet Atlas, LHC)

Ce livre fait pénétrer le lecteur non initié dans l'instrument scientifique le plus grand du monde: le LHC. Après les grandes découvertes de l'univers et de la réalité microscopique du siècle dernier, le collisionneur nous fait progresser aujourd'hui dans un «nuage de probabilités» aux frontières de l'antimatière.

2014, 144 p., ISBN 978-2-889150-31-1



L'ODYSSÉE DU ZEPTOESPACE

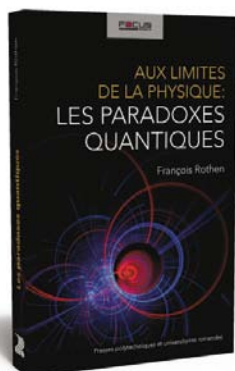
Un voyage au cœur de la physique du LHC

Gian F. Giudice (CERN)

Pourquoi et comment la découverte du boson de Higgs va bouleverser notre vision du monde. Un ouvrage exceptionnel, déjà traduit en plusieurs langues.

2013, 360 p., ISBN 978-2-88074-998-9

Récemment parus dans le même domaine

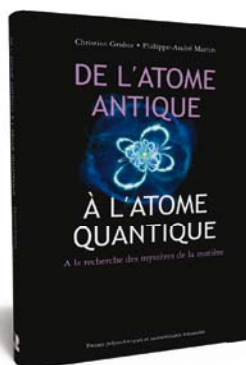


AUX LIMITES DE LA PHYSIQUE: LES PARADOXES QUANTIQUES

François Rothen (Uni. Lausanne)

Un voyage passionnant au cœur d'un impossible pourtant bien réel... bienvenue dans le monde quantique!

2012, 304 p., ISBN 978-2-88074-967-5



DE L'ATOME ANTIQUE À L'ATOME QUANTIQUE

**A la recherche des mystères
de la matière**

Christian Gruber et Philippe-André Martin (EPFL, Lausanne)

25 siècles de recherches sur l'atome: une extraordinaire aventure scientifique accessible à tous.

2013, 352 p. coul., ISBN 978-2-88915-003-8

NOUVEAUTÉS

ET OUVRAGES DE RÉFÉRENCE

www.ppur.org
www.epflpress.org

Ouvrages disponibles en librairie

La saga

