



LAURÉAT PRIX FRANCQUI 2018

PHYSICIEN

FRANK VERSTRAETE

Dossier de presse

Pour plus d'informations :

Thibault Bricteux

tb@whyte.be

02/738.06.33

Contenu

<i>Communiqué de presse</i>	3
<i>La carrière du physicien Frank Verstraete</i>	5
<i>Le travail du physicien Frank Verstraete</i>	7
<i>La Fondation Francqui et le Prix Francqui</i>	9
Les origines de la Fondation Francqui	9
Le Prix Francqui	9
<i>Prix Francqui 2018: les membres du jury</i>	10
<i>Prix Francqui : les lauréats des 10 dernières années</i>	12

Le prix Francqui 2018 décerné au physicien Frank Verstraete (UGent) pour ses recherches innovantes dans le domaine de la mécanique quantique

Bruxelles, le 23 mai 2018 – Cette année, le prix Francqui 2018 est décerné à un scientifique actif dans le domaine des sciences exactes. C'est le physicien Frank Verstraete, de l'Université de Gand, qui aura l'honneur de se voir remettre le plus prestigieux prix scientifique belge pour ses recherches dans le domaine de la mécanique quantique. Frank Verstraete a développé le « Quantum Tensor Networks », un nouveau langage permettant de mieux comprendre et de mieux décrire le comportement et les liaisons entre les particules quantiques. Le cadre théorique de Frank Verstraete est applicable aux différents domaines de la mécanique quantique et ouvre des perspectives concrètes pour le développement d'ordinateurs quantiques. C'est pour cette raison que le jury composé d'experts internationaux renommés¹, présidé par le Professeur David Gross, Prix Nobel de Physique 2004, et qui comptait, cette année, un ancien lauréat du prix Nobel, a décidé de décerner le prix Francqui à ce scientifique exceptionnel. Ce prix rapproche davantage la mécanique quantique et le grand public, une ambition qui était aussi chère au cœur du célèbre physicien quantique Stephen Hawking.

La remise officielle du prix se tiendra le 12 juin 2018 au Palais des Académies.

Les découvertes au niveau microscopique ont un impact considérable sur le monde

Le travail du physicien Frank Verstraete s'inscrit dans le domaine de la mécanique quantique, une discipline qui étudie le monde à l'échelle microscopique. La mécanique quantique consiste à étudier des particules encore plus petites que les atomes, et auxquelles les lois naturelles classiques de la physique ne s'appliquent plus. Dans sa volonté de définir un nouveau cadre théorique pour ce domaine de recherche, Frank Verstraete a créé un nouveau langage, le « Quantum Tensor Networks », qui formalise de manière scientifique le comportement et les liaisons entre les minuscules particules quantiques (aussi appelées intrication multi-particules). Sa découverte ouvre la voie au développement d'ordinateurs quantiques, sortes de super-machines bien plus intelligentes et puissantes que les systèmes actuels. Ces ordinateurs quantiques pourraient par exemple améliorer très largement l'efficacité des coûteuses expérimentations de l'industrie pharmaceutique, voire les rendre superflues à terme. Une meilleure compréhension de l'intrication multi-particules permettrait également de décrypter tous les codes existants en cryptographie (chiffrement et protection des messages), ou de développer des innovations disruptives telles que des matériaux ultra-conducteurs à température ambiante, ce qui aurait par exemple d'énormes conséquences sur la longévité des batteries des appareils électroniques. Les possibilités d'applications offertes par l'informatique quantique sont donc multiples et pourraient augurer de progrès colossaux dans notre société au cours des dix à vingt prochaines années.

La complexité et le mystère ne peuvent constituer un frein au progrès

Depuis son plus jeune âge, le professeur Frank Verstraete se passionne pour les sciences exactes. Il est parvenu, avec beaucoup de succès, à faire de ce hobby son métier. Sa mission ? Rendre aussi compréhensible que possible le domaine de recherche complexe et mystérieux de la mécanique quantique. Après un séjour à Caltech (California Institute of Technology), il est devenu professeur à l'Université de Vienne. Aujourd'hui, il est également chercheur et professeur à l'Université de Gand. Il se

¹ Voir liste complète des membres du Jury dans le dossier de presse

concentre principalement sur le domaine de recherche de l'intrication multi-particules et des implications pour l'informatique quantique. Frank Verstraete a déjà été distingué pour son travail en tant que physicien à plusieurs reprises. Ainsi, en 2009, il a reçu le prix Ignaz Lieben, que l'on qualifie de « prix Nobel autrichien », décerné par l'Académie des sciences autrichienne. Il a en outre bénéficié de nombreuses bourses prestigieuses.

Le Professeur Verstraete comprend bien que la recherche fondamentale bénéficie de moins d'attention que les autres domaines scientifiques, étant donné son caractère abstrait, mais il refuse que la complexité serve de prétexte pour imposer des limites à nos connaissances. Il souligne dès lors l'importance de la recherche fondamentale : *« Ceux qui n'appartiennent pas à notre domaine de spécialisation, mais aussi les chercheurs, ont souvent tendance, lorsqu'ils abordent le sujet de la mécanique quantique auprès du grand public, à présenter celle-ci comme un univers complexe et mystérieux. Je ne suis pas d'accord : ce n'est pas le mystère qui rend la mécanique quantique si fantastique, mais bien le fait qu'elle offre un formalisme scientifique rigide permettant de décrire le monde fascinant de l'infiniment petit. La recherche fondamentale est une forme de culture ; elle constitue l'expression des limites atteintes par l'Homme. C'est un luxe et un honneur incroyables pour moi d'être soutenu par la société dans cette recherche. »*

Un prix prestigieux

Le prix Francqui est parfois aussi appelé le « **prix Nobel belge** », ce qui s'explique par l'histoire riche et le caractère international du prix. La Fondation Francqui a été créée en 1932 par le diplomate belge Émile Francqui et le président américain de l'époque, Herbert Hoover. À l'issue de la Première Guerre mondiale, tous deux ont investi dans diverses organisations scientifiques afin de stimuler la recherche en Belgique. Aujourd'hui, le conseil d'administration multidisciplinaire de la fondation est présidé par le Président d'Honneur du Conseil européen et ministre d'État Herman Van Rompuy, ainsi que par l'Administrateur-Délégué, le Professeur Pierre Van Moerbeke, lui-même ancien lauréat du prix Francqui.

Chaque année, la fondation Francqui octroie une somme de 250 000 euros à un scientifique provenant tour à tour des sciences exactes, des sciences humaines, de la biologie et de la médecine. Plusieurs lauréats du prix Francqui ont par la suite reçu des prix internationaux et parfois même, le prix Nobel. Ainsi, les prix Nobel belges de chimie et de physique, Ilya Prigogine et François Englert, ont reçu chacun, en 1955 et 1982, cette honorable distinction dans la catégorie des sciences exactes.

La remise officielle du prix Francqui 2018 se tiendra le 12 juin au Palais des Académies.

Contact presse :

Thibault Bricteux
tb@whyte.be
02/738.06.33

La carrière du physicien Frank Verstraete

Frank Verstraete naît en 1972 et grandit à Ingelmunster en compagnie de ses parents, Gaspar, médecin, et Beatrice Verstraete. Enfant, il fait très vite l'expérience de la pesanteur en construisant une cabane dans un arbre. Il suit une formation classique en latin-grec à l'école abbatiale de Zevenkerken, où il apprend que, durant la majeure partie de notre histoire, la philosophie a constitué le moyen par excellence d'aiguiser sa créativité. Frank Verstraete comprend rapidement que ce sont les sciences exactes qui remplissent aujourd'hui ce rôle.

Il opte pour des études d'ingénieur civil à la KU Leuven, et, après un séjour enrichissant en Inde, découvre sa véritable passion, la physique théorique, à l'Université de Gand.

À Gand, le Pr Henri Verschelde lui fait découvrir un nouveau domaine de recherche, l'informatique quantique. Il entame un doctorat à Leuven sous la supervision du Pr Bart De Moor et dans sa thèse, jette les bases permettant de décrire l'intrication, ou enchevêtrement, des particules. Il obtient toute latitude pour se consacrer à ses centres d'intérêt, organise des séjours de recherche aux Bell Labs et à Caltech, et se spécialise dans le domaine de l'intrication quantique.

En 2002, Frank Verstraete entame son premier post-doctorat à l'Institut Max-Planck d'optique quantique à Munich, point de départ d'une collaboration fructueuse et toujours en cours avec le Pr Ignacio Cirac. Dans une série d'articles pionniers, les deux hommes développent une nouvelle façon de décrire et de simuler le problème des particules quantiques à l'aide du langage de l'intrication, « les réseaux de tenseurs quantiques ».

En 2004, il arrive à Caltech, la Mecque californienne de la physique théorique, et y approfondit le concept des réseaux de tenseurs. Il est également à la base de toute une série de nouveaux projets et collaborations, à mi-chemin entre la physique des particules et la théorie de l'information quantique, un sujet aujourd'hui brûlant dans toutes les branches de la physique théorique.

En 2006, Frank Verstraete se voit proposer plusieurs postes de professeur dans des universités américaines prestigieuses telles que le MIT, mais décide finalement de rentrer en Europe avec sa famille. Il devient professeur à l'Université de Vienne, centre de renommée mondiale dans le domaine de la recherche fondamentale en physique quantique. En collaboration avec des doctorants et des post-doctorants, il fait de la recherche sur les réseaux de tenseurs un domaine de recherche à part entière, avec un large éventail d'applications dans d'autres domaines de recherche. Il poursuit également ses travaux dans le domaine de l'informatique quantique et publie une série d'articles dans des revues de premier plan telles que *Nature and Physical Review*, articles dans lesquels il soutient que les ordinateurs quantiques sont tout à fait à même de résoudre les mystères du problème des particules quantiques.

Après une année sabbatique chez Renaissance Technologies et Stony Brook, Frank Verstraete se voit offrir une prestigieuse bourse Odysseus en vue de mettre sur pied un groupe de recherche à l'Université de Gand. Aidé de ses post-doctorants et de ses étudiants, il fait de Gand « le » centre de recherche sur les aspects théoriques des réseaux de tenseurs quantiques.

Frank Verstraete est marié à Katrien De Blauwe. Ensemble, ils ont trois enfants formidables : Ludovic (°2000), Amaryllis (°2001) et Rosemarie (°2003).

Le travail du physicien Frank Verstraete

Les recherches du physicien Frank Verstraete relèvent de la mécanique quantique, une branche des sciences fondamentales qui étudie les particules les plus infimes telles que les atomes et les électrons. La physique a subi un bouleversement total au début du vingtième siècle, lorsqu'il s'est avéré que les lois classiques de la nature ne s'appliquaient pas à ces particules minuscules. Des concepts physiques acquis depuis longtemps durent être abandonnés, faisant place à la mécanique quantique. L'essence de la mécanique quantique est l'existence d'une « plus petite échelle » définie par la constante de Planck, laquelle indique le degré de précision avec lequel il est possible de déterminer et de définir la position et la vitesse d'une particule. La position et la vitesse sont soudain devenues des grandeurs ne pouvant être connues avec certitude, les particules se sont transformées en ondes et vice-versa, et un tout nouveau monde microscopique a vu le jour. Un monde dans lequel une particule peut se trouver à deux endroits à la fois, un monde dans lequel la vie et la mort se chevauchent. C'est ce qu'on appelle le principe de superposition.

Lorsque Frank Verstraete entame son doctorat, une deuxième révolution quantique est en marche. Il est désormais possible de contrôler et de manipuler expérimentalement des systèmes quantiques individuels, chose que Heisenberg et Schrödinger, les fondateurs de la mécanique quantique, n'avaient jamais osé imaginer. Une question centrale se pose alors immédiatement : est-il possible de tirer parti des propriétés remarquables de ces systèmes de mécanique quantique pour construire un nouveau type d'ordinateur, une machine dans laquelle le principe de superposition permet de parcourir un nombre exponentiel de voies différentes et, ce faisant, de résoudre des problèmes insolubles par les superordinateurs les plus puissants ?

Un nouveau langage est développé qui vise à décrire la physique de l'informatique quantique, un langage fait de qubits et de paires de particules intriquées Einstein-Podolsky-Rosen. Les propriétés des particules individuelles qui constituent ces paires sont entièrement indéterminées, toutes les informations étant contenues dans leurs corrélations. Cette intrication (*entanglement*) constitue le cœur de la mécanique quantique et explique pourquoi les systèmes quantiques se comportent d'une façon fondamentalement différente des systèmes conventionnels. Pour citer Schrödinger : « *entanglement makes the whole more than the total of its parts* ». Les recherches de Frank Verstraete se concentrent précisément sur l'étude de l'intrication. Sa thèse a jeté les bases permettant de décrire l'intrication des particules, une composante essentielle de la puissance des ordinateurs quantiques.

La description de l'intrication des particules s'est révélée bien vite être une corne d'abondance permettant un regard totalement neuf sur un grand nombre des problèmes centraux qui préoccupent encore la physique théorique. Même si les lois de la mécanique quantique sont connues depuis longtemps, le grand mystère de la physique théorique demeure la façon dont il est possible de décrire et de simuler les problèmes de particules quantiques : le comportement collectif de nombreuses particules ne peut être prédit par les lois microscopiques sans l'introduction de nouveaux concepts. Ce comportement collectif est responsable de phénomènes physiques fantastiques tels que les transitions de phase, la supraconductivité, la stabilité de la matière et l'existence des anyons.

Au cours de son premier post-doctorat à l'Institut d'optique quantique Max-Planck à Munich, de 2002 à 2004, Frank Verstraete a entamé une collaboration fructueuse et toujours en cours avec le Pr Ignacio Cirac. Dans une série d'articles pionniers, les deux hommes ont développé une nouvelle façon de décrire et de simuler le problème des particules quantiques à l'aide du langage de l'intrication, « les réseaux de tenseurs quantiques ». Ils ont développé le formalisme des réseaux de tenseurs quantiques, par lequel les états quantiques sont caractérisés au moyen d'un simple tenseur. Au centre de cette nouvelle description, on ne trouve plus la fonction d'onde, mais bien la corrélation et l'intrication de tous les degrés de liberté. Ce tenseur forme un paramètre d'ordre pour le système de particules, et ses symétries déterminent les propriétés sous-jacentes de la matière. Qubits et paires intriquées deviennent les pierres angulaires de la matière.

Avec le concours de nombreux collègues, doctorants et post-doctorants, Frank Verstraete a fait de la recherche sur les réseaux de tenseurs un domaine de recherche à part entière, avec un large éventail d'applications dans les domaines de la physique atomique, de la science des matériaux et de la théorie des champs quantiques. Il a ainsi jeté les bases des recherches théoriques sur l'interaction entre la physique des particules et la théorie de l'information quantique, un sujet qui, sous la devise « It from Qubit », est d'une actualité brûlante dans divers domaines allant de la chimie quantique à la théorie des cordes. Il a approfondi ces idées dans une série d'articles selon lesquels la simulation de systèmes quantiques fortement corrélés servira de déclic à l'informatique quantique. Les transistors et les lasers ont été développés grâce à des concepts de mécanique quantique et sont directement responsables de quelque 40 % de l'économie mondiale ; la capacité à simuler des réactions chimiques et des configurations à l'état fondamental de systèmes quantiques fortement corrélés promet d'avoir un impact tout aussi important.

Les recherches actuellement menées par Frank Verstraete présentent de nombreuses similitudes avec plusieurs branches de la physique et des mathématiques. Avec Jutho Haegeman, Karel Van Acoleyen et Laurens Vanderstraeten, ses collègues de l'Université de Gand, il entend réécrire les canons de la physique théorique dans un nouveau langage fait d'intrication quantique et de réseaux de tenseurs. Le langage parlé a permis à l'homme des créations fantastiques telles que la poésie et la philosophie. De même, le langage universel des réseaux de tenseurs ouvre une nouvelle fenêtre sur de nouveaux phénomènes fantastiques dans le monde de la mécanique quantique, avec des applications puissantes telles que la supraconductivité à haute température et l'informatique quantique.

La Fondation Francqui et le Prix Francqui

Les origines de la Fondation Francqui

La Fondation Francqui a été créée par Arrêté Royal du 25 février 1932 par le diplomate et homme politique belge Emile Francqui et l'ingénieur des mines américain Herbert Hoover (Président des USA, 1929-33). Sur demande du Président Woodrow Wilson des Etats-Unis, les deux hommes assumèrent la coordination de l'aide à la population belge pendant la première guerre mondiale. Dès la fin de la guerre, ils durent procéder à la liquidation des organismes de secours et destinèrent les fonds à des fondations scientifiques pour stimuler la recherche scientifique belge, dont la Fondation Francqui.

Son Conseil d'Administration présidé par l'ancien Président du Conseil européen et le Ministre d'Etat Herman Van Rompuy, est composé de membres éminents du monde académique, juridique, politique et du monde des affaires.

Le Prix Francqui

Depuis 1933, la Fondation Francqui décerne le Prix Francqui – le principal prix scientifique belge – à un chercheur belge de moins de 50 ans *“ayant apporté à la science une contribution importante dont la valeur a augmenté le prestige de la Belgique”*. Il récompense un chercheur, dont les travaux scientifiques sont innovateurs et originaux. Le Prix doit être considéré comme un encouragement pour un jeune scientifique, plutôt que comme le couronnement d'une carrière.

Les premiers Lauréats furent l'Historien Henri Pirenne (Gand) en 1933 et le Cosmologue Georges Lemaître (Louvain) en 1934. **Plusieurs Prix Francqui se sont vus décerner plus tard des prix internationaux importants, dont le prix Nobel.** Le Prix Francqui, d'un montant global de **250.000 euros**, est attribué annuellement et successivement dans le domaine des Sciences Exactes, des Sciences Humaines et des Sciences Biologiques et Médicales.

Les candidats à ce Prix peuvent être présentés, soit par deux membres d'une Académie Royale Belge, soit par un ancien Lauréat du Prix. Sur proposition de l'Administrateur Délégué- le professeur Pierre Van Moerbeke- le Conseil d'Administration nomme une personnalité scientifique prestigieuse en qualité de Président du jury, avant le dépôt des candidatures. Le Président réunit un jury international en fonction des profils des candidats. Le Président et les membres du jury ne peuvent être liés à un établissement scientifique ou une Université belge au moment de la présentation des candidats et de l'attribution du Prix. Le Jury se réunit à Bruxelles et propose le Lauréat du Prix au Conseil d'Administration. La décision du Conseil est déterminante.

Prix Francqui 2018: les membres du jury

Professor Dr. Stephen Boyd (Voorzitter van de Jury)
Samsung Professor of Engineering at Stanford University
Chair of the Department of Electrical Engineering
Stanford, CA – United States

Professor Dr. Tim de Zeeuw
Professor of theoretical astronomy at Leiden University
Director General of the European Southern Observatory from 2007-2017
Leiden, The Netherlands

Professor Dr. David Donoho
Professor in the Humanities and Sciences at Stanford University.
Member of the US National Academy of Sciences
Stanford, CA – United States

Professor Dr. David J. Gross (president du jury)
Chancellor's Chair professor of theoretical physics and former director of the Kavli Institute for Theoretical Physics, UCSB.
President-Elect of the American Physical Society.
Awarded the 2004 Nobel Prize in Physics
Santa Barbara, CA – United States

Professor Dr. Adrian Ionescu
Professor and Director of the Nanoelectronic Devices Laboratory at Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland
IEEE Fellow and a member of the Swiss Academy of Technical Sciences (SATW).
Lausanne - Switzerland

Professor Dr. Daniel Müller
Professor at ETH Zurich in the Department of Biosystems Science and Engineering, Basel
Co-founded one of the largest Bionanotechnology Spin-Offs in Germany
Launched a new BMBF research center for Molecular Bioengineering
Chair of Bionanotechnology at the ETH Department of Biosystems Science and Engineering in Basel
Basel – Switzerland

Professor Dr. David Naccache
Expert in cryptology and information security
Professor at the École normale supérieure in Paris
forensic expert by several courts, and the incumbent of the Law and IT forensics chair at EOGN
Paris – France

Professor Dr. Ulrich Pöschl
Director of the Multiphase Chemistry Department at the Max Planck Institute for Chemistry
Professor at the Johannes Gutenberg University in Mainz, Germany
Mainz – Germany

Professor Dr. Spencer Sherwin
Head of the Aerodynamics Section in the Department of Aeronautics at Imperial College London
London – United Kingdom

Professor Dr. Nicola Spaldin
Professor of Materials Theory at ETH Zürich
Received the 2017 L'Oréal-UNESCO For Women in Science award
Zürich – Switzerland

Professor Dr. Peter Zoller
Professor at the University of Innsbruck
Research director at the Institute of Quantum Optics and Quantum Information of the Austria Academy
of Sciences
Innsbruck – Austria

Professor Dr. Charbonneau
Professor of Astronomy and Harvard College Professor at Harvard University
Astronomer at the Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics in Cambridge, Massachusetts
Cambridge, MA – United States

Prix Francqui : les lauréats des 10 dernières années

- **2017 – Steven Laureys**
ULiège – Sciences Biologiques et Médicales - Neurosciences
- **2016 - Barbara BAERT**
KUL – Sciences Humaines – Science de l’art – Iconologie
- **2015 – Stefaan VAES**
KUL – Sciences Exactes – Mathématiques
- **2014 - Bart LAMBRECHT**
UGent VIB Inflammation Research Group –Maladies pulmonaires et inflammatoires
- **2013 - Olivier DE SCHUTTER**
UCLouvain - Théorie de la gouvernance - Droit international et européen des droits de l'homme, Droit de l’Union européenne.
- **2012 - Conny Clara Aerts**
KUL-Radboud Universiteit Nijmegen-UHasselt – Sciences Exactes – Astronomie & Astrophysique
- **2011 - Pierre VANDERHAEGHEN**
ULB – Sciences Biologiques et Médicales - Neurosciences
- **2010 - François MANIQUET**
UCL – Sciences Humaines - Economiste
- **2009 - Eric LAMBIN**
UCL – Sciences Exactes - Géographie
- **2008 - Michel GEORGES**
ULg – Sciences Biologiques et Médicales – Génomique Animale
- **2007 - François de CALLATAY**
Bibliothèque royale de Belgique – Sciences Humaines – Historien de l’antiquité