

## Doctoral Prize

Vincent Genest



## Prix de doctorat

Vincent Genest

A secular tradition in theoretical and mathematical physics resides in the exact solution of models of interest. Typically this requires the presence of symmetries. Hence, the identification of symmetries in physical systems, the discovery and the understanding of new mathematical structures and their representations that are adapted to the description of novel symmetries, the study of orthogonal polynomials that are encoding symmetries, are topics of perennial interest. Vincent Genest is responsible for a number of significant advances in each of these areas.

Vincent Genest has obtained his Ph.D. in theoretical physics from the Université de Montréal in 2015. He has worked at the Centre de Recherches Mathématiques (CRM) under the supervision of Luc Vinet. His most remarkable thesis is based on 28 papers now all accepted in journals such as Communications in Mathematical Physics, Ramanujan Journal, Letters in Mathematical Physics, Proceedings of the American Mathematical

---

Une tradition séculaire en physique théorique et mathématique repose sur la solution exacte de modèles pertinents. En général cela requiert la présence de symétries. En conséquence, l'identification des symétries de systèmes physiques, la découverte et l'obtention des représentations de structures mathématiques adaptées à la description de nouvelles symétries, l'études de polynômes orthogonaux qui encodent des symétries sont autant de sujets d'intérêt soutenu. Vincent Genest est à l'origine de plusieurs percées significatives dans chacune de ces directions.

Vincent Genest a obtenu son Ph.D. en physique théorique de l'Université de Montréal en 2015. Il a œuvré au Centre de Recherches Mathématiques sous la supervision de Luc Vinet. Sa thèse des plus remarquables comprend 28 articles qui ont maintenant tous été acceptés dans des journaux tels Communications in Mathematical Physics, Ramanujan Journal, Letters in Mathematical

Society etc. . Nicolai Reshetikhin from UC Berkeley who acted as the External Examiner of the PhD jury commented : « The dissertation is a tour de force in the area of integrability and special functions. (...) My recommendation is to use this work as a basis for a book. » Vincent Genest is currently an Instructor in Pure Mathematics at MIT.

Let us give a few examples of Vincent Genest's numerous major contributions. He has provided an insightful understanding of superintegrable models in the framework of Lie (super)algebra recoupling problems, showing that the quadratic symmetry algebras of these models are generated by intermediate Casimir operators. In the case when the superalgebra  $osp(1,2)$  is considered, the invariance algebra is the one that describes the Leonard bispectrality of the Bannai-Ito polynomials introduced in 1984 in the description of association schemes. Vincent Genest has also shown in his thesis that the Bannai-Ito algebra of rank one is isomorphic to a degenerate double affine Hecke

## He has provided an insightful understanding of superintegrable models in the framework of Lie (super)algebra recoupling problems

algebra and he uncovered the superintegrable model on the 2-sphere with these symmetries.

Vincent Genest has provided the definitive algebraic interpretation of important families of multivariate orthogonal polynomials and found physical applications of these. Introduced by Griffiths in the 70s, the multivariate polynomials of the Krawtchouk and Meixner types were rediscovered a few years ago and their characterization was proving problematic. Vincent Genest offered a lucid understanding of their properties by showing that these polynomial families arise as matrix elements of reducible representations of orthogonal and pseudo-

*Continued on page 167, please see Doctoral Prize*

---

« Celui-ci a donné une description fort éclairante des modèles superintégrables dans le cadre des problèmes de recouplage de représentations d'algèbres et superalgèbres de Lie. »

Physics, Proceedings of the American Mathematical Society etc. Nicolai Reshetikhin de la UC Berkeley a agi comme examinateur externe de la thèse de Vincent Genest et a écrit dans son rapport : « The dissertation is a tour de force in the area of integrability and special functions. (...) My recommendation is to use this work as a basis for a book. » Vincent Genest est présentement Instructor in Pure Mathematics au MIT.

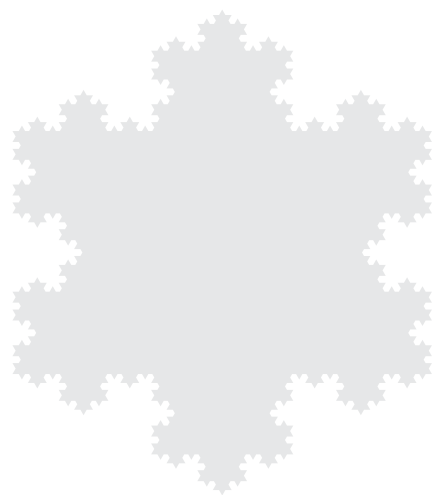
Donnons quelques exemples des nombreuses contributions majeures de Vincent Genest. Celui-ci a donné une description fort éclairante des modèles superintégrables dans le cadre des problèmes de recouplage de représentations d'algèbres et superalgèbres de Lie. Il a montré que les algèbres de symétrie quadratiques de

ces modèles sont engendrées par les opérateurs de Casimir intermédiaires. Ce point de vue est maintenant généralement adopté. Lorsque la superalgèbre  $osp(1,2)$  est considérée, l'algèbre d'invariance associée est celle qui traduit la bispectralité de Léonard des polynômes de Bannai-Ito introduits en 1984 dans l'étude des schémas d'association. Vincent Genest a aussi démontré dans sa thèse que l'algèbre de Bannai-Ito de rang 1 est isomorphe à une algèbre de Hecke doublement affine dégénérée et il a mis en évidence le modèle superintégrable sur la 2-sphère avec ces symétries.

*Suite à la page 167, veuillez consulter Prix de doctorat*

Another area that Vincent Genest much developed is that of Dunkl harmonic analysis. Dunkl operators are a generalization of partial derivatives that involve reflections ; they arise in many contexts. Vincent Genest gave a thorough analysis of Dunkl oscillators and their associated special functions. He has also shown that a class of Dunkl spherical harmonics on the 2-sphere form a representation space for the Bannai-Ito mentioned before. He further proved that the Dirac-Dunkl equation has the same symmetry algebra and used the Cauchy-Kovalevskia extension map to obtain the associated Dunkl monogenics.

These are three broad examples of the remarkable contributions of Vincent Genest and much more can be found in his thesis. As should be clear from these lines, he has already much influenced each of the following areas : integrable systems, harmonic analysis, special functions and representation theory and moreover has built useful new bridges between them.



Vincent Genest a fourni l'interprétation algébrique définitive de familles importantes de polynômes multivariés et leur a trouvé diverses applications physiques. Introduits par Griffiths au début des années 70, les polynômes multivariés de type Krawtchouk et Meixner ont été redécouverts il y a quelques années et leur caractérisation posait problème. Vincent Genest a proposé une explication lucide de leurs propriétés en observant que ces familles de polynômes interviennent dans l'expression d'éléments de matrice de représentations réductibles de groupes orthogonaux et pseudo-orthogonaux sur les vecteurs d'état d'oscillateurs harmoniques quantiques.

Un autre domaine que Vincent Genest a beaucoup développé est celui de l'analyse harmonique de Dunkl. Les opérateurs de Dunkl sont une généralisation des dérivées partielles qui impliquent des réflexions ; elles apparaissent dans de nombreux contextes. Vincent Genest a fourni une analyse exhaustive des oscillateurs de Dunkl et des fonctions spéciales qui leurs sont associées. Il a aussi montré qu'une classe d'harmoniques sphériques de Dunkl sur la 2-sphère forme un espace de représentation de l'algèbre de Bannai-Ito mentionnée précédemment. Il a démontré que l'équation de Dirac-Dunkl a la même algèbre de symétrie et a utilisé l'application de Cauchy-Kovalevskia pour obtenir les monogéniques de Dunkl correspondantes.

Voilà trois grands exemples des contributions remarquables de Vincent Genest sachant que plusieurs autres peuvent être trouvés dans sa thèse. Comme ces lignes l'auront évoqué, Vincent Genest a déjà profondément influencé chacun des domaines suivants : systèmes intégrables, analyse harmonique, les fonctions spéciales et la théorie des représentations et il a de plus construit de nouveaux ponts importants entre ceux-ci.