



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

Comptes Rendus

Physique

Jacques Villain

Foreword

Volume 21, issue 2 (2020), p. 135-137

Published online: 3 November 2020

Issue date: 3 November 2020

<https://doi.org/10.5802/crphys.26>

Part of Special Issue: Prizes of the French Academy of Sciences 2019



This article is licensed under the
CREATIVE COMMONS ATTRIBUTION 4.0 INTERNATIONAL LICENSE.
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Les Comptes Rendus. Physique sont membres du
Centre Mersenne pour l'édition scientifique ouverte
www.centre-mersenne.org
e-ISSN : 1878-1535



Prizes of the French Academy of Sciences 2019 / *Prix 2019 de l'Académie des sciences*

Foreword

Jacques Villain^a

^aTheory Group, Institut Laue Langevin, F-38054 Grenoble Cedex 9, France

E-mail: jvillain@infonie.fr

This issue brings together invited contributions, mainly from the winners of prizes of the Academy of Sciences. Their purpose was to explain their research to non-specialists.

Most of these non-specialists are convinced of the equivalence of gravitational mass and inertial mass, in other words it is the same mass m which intervenes in the expression of the force $f = mm'/r^2$ between two masses m and m' at distance r , and in the relation $f = ma$ between the force f and the acceleration a . Yet this is an important question in the very current problem of the quantification of gravity and general relativity. Pierre Touboul, Manuel Rodrigues, Gilles Métris and Yves André were able to demonstrate this equivalence experimentally with a hitherto unattained precision of 10^{-14} and for this reason received the Servant prize in 2019. This determination requires, as they explain in their article co-authored with Alain Robert, the use of a satellite and a very precise analysis of the various forces involved.

Long before artificial satellites circled the earth, there were winds that did so too. Notably stratospheric winds which, curiously, change direction about once a year (more precisely the period is about 28 months). This phenomenon was reproduced by numerical simulations of Michael LeBars, who was awarded the Leconte prize for this reason. In his article, with his co-authors he explains the phenomenon, which is due to the interaction of the stratosphere with the turbulent troposphere below. As they write, “the rapid small-scale turbulence excites waves at intermediate scale, which propagate and interact non-linearly to generate large-scale circulations.” The authors have also experimentally investigated in the laboratory some properties of such two-layer stratified media.

Atmospheric waves (but also oceanic and even seismic) are also central to the article by Pierre Delplace and Antoine Venaille. Their concern, however, is more mathematical; they show how geometric concepts commonly used in condensed matter physics (Berry phase, Chern number) can find application on the scale of the earth. The authors have not yet received a prize from the Académie des Sciences, but Pierre Delplace had given a very nice invited talk at this Academy, and we thought it would be useful to have a written version.

Maria Esteban's article is devoted to solving the Dirac equation, for example for an electron in an atom. She managed to circumvent one of the difficulties encountered in some methods, namely phantom (or spurious, as she denotes them) solutions that lack physical significance. For her work, the Jacques-Louis Lions Prize was awarded to Maria Esteban. It is a Mathematics award and the winner is a mathematician. We are happy that mathematicians are interested in physics!

Slava Rychkov's article is devoted to critical exponents of three-dimensional Ising model. Unlike those of the two-dimensional Ising model, they are not known exactly, but the author (Mergier-Bourdeix Prize 2019) describes a method that allows them to be determined with better precision than all the other methods. Older physicists will appreciate that Slava Rychkov gives, at the beginning of his article, a current definition of the word "emerging", which did not exist (to my knowledge) 40 years ago, and which is now very fashionable.

The last article is also the work of a mathematician who is interested in physics: Yves Colin de Verdière (Emile Picard medal 2018) briefly describes his collaborations with physicists; more precisely a geophysicist specializing in earthquakes, and specialists in fluid mechanics.

We thank the authors for agreeing to contribute to this issue, and also for submitting their contribution early. Other laureates sent their contribution later, or the referees' reports were a bit late, so their articles will appear in a later issue of *C.R. Physique*.

Avant-propos

Ce fascicule réunit principalement des contributions invitées des lauréats de prix de l'Académie des Sciences.¹ Leur tâche est d'expliquer leurs recherches à des non-spécialistes.

La plupart de ces non-spécialistes sont persuadés de l'équivalence de la masse gravitationnelle et de la masse inertielle, autrement dit c'est la même masse m qui intervient dans l'expression de la force $f = mm'/r^2$ entre deux masses m et m' à distance r , et dans la relation $f = ma$ entre la force f et l'accélération a . C'est pourtant une question importante dans le problème très actuel de la quantification de la gravitation et de la relativité générale. Pierre Touboul, Manuel Rodrigues, Gilles Métris et Yves André Pierre ont su démontrer expérimentalement cette équivalence avec une précision de 10^{-14} jamais atteinte encore et ont reçu pour cette raison le prix Servant 2019. Cette détermination nécessite, comme ils l'expliquent dans leur article dont Alain Robert est coauteur, l'utilisation d'un satellite et une analyse très précise des diverses forces qui interviennent.

Bien avant que des satellites artificiels tournent autour de la terre, il y avait des vents qui tournent aussi. Notamment des vents stratosphériques qui ont la curieuse propriété de changer de sens à peu près une fois par an (plus précisément la période est d'environ 28 mois). Ce phénomène a été reproduit par des simulations numériques de Michael LeBars, auquel pour cette raison le prix Leconte a été décerné. Avec ses coauteurs marseillais, dans son article il explique le phénomène, qui est dû à l'interaction de la stratosphère avec la troposphère turbulente qui se trouve au dessous. Comme ils l'écrivent, « la turbulence rapide à petite échelle excite des ondes à moyenne échelle, qui se propagent et interagissent non linéairement pour générer des circulations à grande échelle ». Les auteurs ont également étudié expérimentalement en laboratoire certaines propriétés de tels milieux stratifiés à deux couches.

Les ondes atmosphériques (mais aussi océaniques et même sismiques) sont aussi au centre de l'article de Pierre Delplace and Antoine Venaille. Leur préoccupation est cependant plus mathématique ; ils montrent comment des concepts géométriques habituellement utilisés en physique de la matière condensée (phase de Berry, nombre de Chern) peuvent trouver leur application à l'échelle de la terre. Les auteurs n'ont pas encore reçu de prix de l'Académie des Sciences, mais Pierre Delplace avait fait un très beau séminaire invité devant cette Académie, et nous avons pensé qu'il serait utile d'en avoir une version écrite.

L'article de Maria Esteban est consacré à la résolution de l'équation de Dirac, par exemple pour un électron dans un atome. L'une des difficultés, qu'elle parvient à éviter, est la présence dans

¹<https://www.academie-sciences.fr/fr/Ceremonies/premiere-remise-prix-2019.html>
<https://www.academie-sciences.fr/fr/Laureats/laureats-2019-des-prix-thematiques-premiere-ceremonie.html>

certaines méthodes de résolution, de solutions fantômes sans existence physique (que l'autrice appelle *spurieuses*). Pour ses travaux, le prix Jacques-Louis Lions a été décerné à Maria Esteban. C'est un prix de Mathématiques et la lauréate est une mathématicienne. Réjouissons-nous que les mathématicien-ne-s s'intéressent à la physique !

L'article de Slava Rychkov est consacré aux exposants critiques du modèle d'Ising tridimensionnel. Contrairement à ceux du modèle d'Ising bidimensionnel ils ne sont pas connus exactement, mais l'auteur (prix Mergier-Bourdeix 2019) décrit une méthode qui permet de les déterminer avec une précision meilleure que toutes les autres méthodes. Les vieux physiciens apprécieront que Slava Rychkov donne, au début de son article, une définition du mot « émergent », qui dans le sens qu'il donne n'existait pas (à ma connaissance) il y a 40 ans, et qui est actuellement très à la mode.

Le dernier article est encore l'œuvre d'un mathématicien qui s'intéresse à la physique : Yves Colin de Verdière (médaille Emile Picard 2018) y décrit brièvement ses collaborations avec des physicien-ne-s ; plus précisément un géophysicien spécialiste des tremblements de terre, et des spécialistes de mécanique des fluides.

Nous remercions les auteurs d'avoir accepté de contribuer à ce numéro, et aussi d'avoir envoyé leur contribution tôt. D'autres lauréats nous ont envoyé une contribution plus tardive, ou les expertises ont un peu tardé, de sorte que leurs articles paraîtront dans un numéro ultérieur des C.R. Physique.

Jacques Villain
Editor-in-Chief
France
jvillain@infonie.fr