



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

## Comptes Rendus Physique

www.sciencedirect.com



## Electromagnetism / Électromagnétisme

## Foreword



In the very year when the 150th anniversary of the 1864 presentation by James Clerk Maxwell before the British Royal Society is being celebrated, electromagnetism continues to demonstrate its vitality through recent theoretical and experimental demonstrations of new concepts. Relying on mathematical tools and on increasing computing power, the resolution of Maxwell's equations in complex media at the microscopic or macroscopic scale holds very promising prospects for future scientific developments and applications.

Instrumentation, telecommunications, space observation, energy or health are examples of scientific or economic areas that have largely benefited from these advances. Since radiosciences and optics are particularly concerned by these developments, the Scientific Days held by URSI-France in 2013 were the occasion to review the latest developments in these areas, with particular focus on some current topics and issues in electromagnetism, including:

- electromagnetic radiation and its interactions with matter,
- propagation of electromagnetic waves in inhomogeneous media and plasmas,
- increase in frequency: from terahertz to optics,
- remote sensing of the Earth and the universe in passive mode,
- periodical and pseudo-periodical materials and their microwave applications,
- electromagnetic modelling of complex systems.

Some of the participants were asked to contribute to this dossier devoted to Maxwell's equations. First comes an article by Daniel Maystre describing the development of these equations and their underlying physics. Jean-Pierre Bérenger, who has been awarded the Dellinger medal of URSI for his work on the FDTD, also contributed to this issue with an article entitled "An implicit FDTD scheme for the propagation of VLF–LF radiowaves in the Earth–ionosphere waveguide".

The two following articles, which also concern the field of numerical simulation, are by Matthieu Lecouvez, Bruno Stupfel, Patrick Joly, and Francis Collino, "Quasi-local transmission conditions for non-overlapping domain decomposition methods for the Helmholtz equation", and by Chaouki Kasmi, Marc Hélier, Muriel Darces, and Emmanuel Prou, "Modeling extreme values resulting from compromising electromagnetic emanations generated by an information system".

Wave propagation in plasmas is the subject of the articles written by Stéphane Heuraux, Éric Faudot, Filipe da Silva, Jonathan Jacquot, Laurent Colas, Sébastien Hacquin, Natalia Teplova, Kate Syseova, and Evgeniy Gusakov, whose title is "Study of wave propagation in various kinds of plasmas using adapted simulation methods, with illustrations on possible future applications", and by Véronique Bommier, "Electromagnetism in a strongly stratified plasma showing an unexpected effect of the Debye shielding".

The measurement of electromagnetic waves is approached from two very different perspectives in the articles by Baptiste Cecconi, "Goniopolarimetry: Space-borne radio astronomy with imaging capabilities", and by Élodie Georget, Redha Abdeddaim, and Pierre Sabouroux, "A quasi-universal method to measure the electromagnetic characteristics of usual materials in the microwave range".

Maxwell's equations have been instrumental in demonstrating how artificially structured materials could result in new properties. The article of Habiba Hafdallah Ouslimani, Tangjie Yuan, Houcine Kanane, Alain Priou, Gérard Collignon, and Guillaume Lacotte, "Metamaterial-based 'sabre' antenna", offers a good example of such a phenomenon.

This special issue devoted to Maxwell equation ends with the article written by Jérôme Sokoloff, Olivier Pascal, Thierry Callegari, Romain Pascaud, Francisco Pizarro, Laurent Liard, Juslan Lo, and Asma Kallel, "Non-thermal plasma potentialities for microwave device reconfigurability".

We hope that the range of these articles will allow the reader to appreciate the continuing fertility of Maxwell equations.

## Avant-propos

L'électromagnétisme, mis à l'honneur en 2014 pour les 150 ans de la publication du mémoire de James Clerk Maxwell, est une science en pleine vitalité, dont la fécondité est attestée par la démonstration théorique et expérimentale récente de nouveaux concepts. S'appuyant tant sur l'outil mathématique que sur la puissance de l'ordinateur, la résolution des équations de Maxwell dans des milieux microscopiques ou macroscopiques souvent complexes offre des perspectives de développements scientifiques aussi bien qu'applicatifs très prometteurs pour le futur.

L'instrumentation, les télécommunications, l'observation spatiale, l'énergie, voire la santé, constituent quelques exemples de domaines scientifiques ou économiques bénéficiant largement de ces avancées. Les radiosciences et l'optique étant particulièrement concernées par ces développements, les journées scientifiques 2013 d'URSI-France ont fait le point et ont apporté un éclairage sur quelques thèmes d'actualité en électromagnétisme, parmi lesquels :

- les rayonnements électromagnétiques et les interactions avec la matière,
- la propagation des ondes électromagnétiques dans les milieux inhomogènes et les plasmas,
- la montée en fréquence : des térahertz à l'optique,
- la télédétection de la Terre et de l'univers en mode passif,
- les matériaux périodiques et pseudopériodiques et leurs applications en micro-ondes,
- la modélisation électromagnétique de systèmes complexes.

Quelques orateurs de ces journées ont été sollicités pour écrire un article dans ce dossier consacré aux équations de Maxwell. Il débute par l'article de Daniel Maystre, qui rappelle l'élaboration de ces équations et la physique qui leur est sous-jacente. Jean-Pierre Bérenger, qui vient d'être honoré par l'attribution de la médaille Dellinger de l'URSI pour ses travaux sur la FDTD, a également contribué à ce numéro. Son article est intitulé : « *An implicit FDTD scheme for the propagation of VLF-LF radiowaves in the Earth-ionosphere waveguide* ».

Toujours dans le domaine de la simulation numérique, les deux articles suivants sont celui de Matthieu Lecouvez, Bruno Stupfel, Patrick Joly et Francis Collino, intitulé « *Quasi-local transmission conditions for non-overlapping domain decomposition methods for the Helmholtz equation* » et celui de Chaouki Kasmi, Marc Hélier, Muriel Darces et Emmanuel Prou, « *Modeling extreme values resulting from compromising electromagnetic emanations generated by an information system* ».

La propagation d'ondes dans les plasmas fait l'objet des articles suivants, à savoir celui de Stéphane Heuraux, Éric Faudot, Filipe da Silva, Jonathan Jacquot, Laurent Colas, Sébastien Hacquin, Natalia Teplova, Kate Syseova et Evgeniy Gusakov, dont le titre est « *Study of wave propagation in various kinds of plasmas using adapted simulation methods, with illustrations on possible future applications* », et celui de Véronique Bommier, « *Electromagnetism in a strongly stratified plasma showing an unexpected effect of the Debye shielding* ».

La mesure des ondes électromagnétiques est traitée dans deux articles très différents, celui de Baptiste Cecconi, « *Goniopolarimetry: Space-borne radio astronomy with imaging capabilities* », et celui d'Élodie Georget, Redha Abdeddaim et Pierre Sabouroux, « *A quasi-universal method to measure the electromagnetic characteristics of usual materials in the microwave range* ».

Les équations de Maxwell ont permis de montrer que structurer de façon artificielle un matériau pouvait faire apparaître de nouvelles propriétés. L'article d'Habiba Hafdallah Ouslimani, Tangjie Yuan, Houcine Kanane, Alain Priou, Gérard Collignon et Guillaume Lacotte, « *Metamaterial-based 'sabre' antenna* », s'inscrit dans cet objectif.

Ce numéro consacré aux équations de Maxwell s'achève sur l'article de Jérôme Sokoloff, Olivier Pascal, Thierry Callegari, Romain Pascaud, Francisco Pizarro, Laurent Liard, Juslan Lo et Asma Kallel, « *Non-thermal plasma potentialities for microwave device reconfigurability* ».

L'ensemble de ces articles montrera au lecteur la richesse toujours exploitée des équations de Maxwell.

Frédérique de Fornel  
Chairwoman of URSI-France/Présidente d'URSI-France,  
Laboratoire interdisciplinaire Carnot de Bourgogne, UMR 6303 CNRS,  
9, avenue Alain-Savary, 21078 Dijon, France  
E-mail address: [Frederique.de-Fornel@u-bourgogne.fr](mailto:Frederique.de-Fornel@u-bourgogne.fr)