

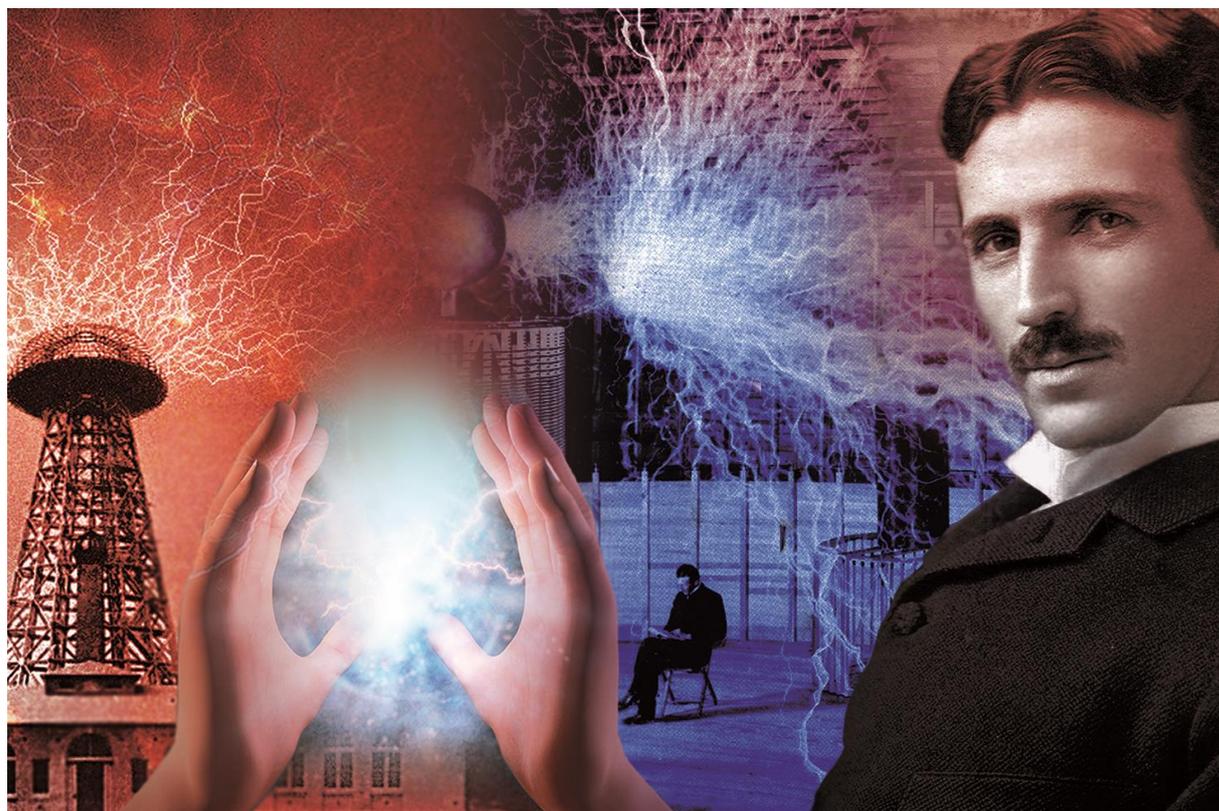
COMITE NATIONAL FRANÇAIS DE RADIOELECTRICITE SCIENTIFIQUE
UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE
SIEGE SOCIAL : ACADEMIE DES SCIENCES, 23 QUAI DE CONTI, PARIS 6^{ME}



JOURNEES SCIENTIFIQUES, *WORKSHOP*

ÉNERGIE ET RADIOSCIENCES
ENERGY AND RADIO SCIENCE

15 / 16 MARS, *MARCH*, 2016,
CENTRALESUPELEC, CAMPUS DE RENNES, CESSON SEVIGNE



PROGRAMME

Crédit illustration de couverture : Atelier Isatis – Dijon
Cover image Credit: Atelier Isatis - Dijon

SOMMAIRE, *SUMMARY* :

– EDITORIAL	3
– AGENDA	5
– RESUMES DES COMMUNICATIONS, <i>ABSTRACTS</i>	9
– MEDAILLE DU CNFRS A WLODEK KOFMAN <i>CNFRS MEDAL TO WLODEK KOFMAN</i>	29
– PRIX URSI ETUDIANT, <i>STUDENT URSI PRIZE</i>	31
– MODALITES PRATIQUES, <i>PRACTICAL MODALITIES</i>	33

EDITORIAL

SMAIL TEDJINI

PRESIDENT DU COMITE SCIENTIFIQUE, *CHAIR OF THE SCIENTIFIC COMMITTEE*

Les Journées Scientifiques d'URSI-France, placées sous le haut patronage de l'Académie des sciences, ont pour thème en 2016 : « Énergie et radiosciences ».

Sans énergie, rien n'est possible. L'énergie est le catalyseur de tous les phénomènes naturels et se présente sous une variété de formes. Une de ses propriétés fondamentales est son caractère indestructible. Elle ne se crée pas, elle ne disparaît pas, mais se convertit d'une forme à une autre. L'énergie électromagnétique est l'une de ses formes les plus remarquables car elle peut se transmettre sans fil et l'univers en est baigné.

Dans nos sociétés modernes, l'énergie demeure le moteur de nos applications et usages, même si les méthodologies et technologies pour la collecter, la stocker, la transporter, la convertir et l'exploiter ont connu des évolutions majeures ces dernières décennies. Dans le domaine des radiosciences et de la société de l'information, les nouvelles technologies sont de moins en moins gourmandes en énergie. Télé-alimentation et récupération d'énergie complètent batteries et piles comme source d'énergie autonome voire s'y substituent. Pour autant, un bilan global de la consommation énergétique du numérique est à dresser et à mettre en perspective avec des solutions innovantes. L'énergie ambiante sous ses différentes formes, solaire, ondes radio, thermique, cinétique, etc., est une source inépuisable et renouvelable qui devrait permettre réellement le développement des écotecnologies et leurs nouveaux paradigmes.

Dans ce contexte évolutif, à la fois en termes de technologies et de concepts, URSI France consacre ses Journées 2016 au thème « Énergie et radiosciences ». Lors de celles-ci, nous ferons le point sur la diversité des techniques de récupération, conversion, stockage, gestion optimale, etc., de l'énergie électromagnétique. Les présentations englobent aussi bien les aspects fondamentaux et conceptuels que les développements technologiques et les applications. Ces thèmes sont développés autour de 5 conférences Invitées, 23 communications orales, 19 posters et une exposition.

Comme chaque année l'Assemblée générale d'URSI-France se tient lors de ces Journées. Elle est le point de rencontre annuel et privilégié de ses membres. Les discussions et échanges entre les dix commissions constituent un moment très important dans la vie d'URSI-France par leur dimension transdisciplinaire qui est une des forces de cette union scientifique centenaire.

De plus, les Journées Scientifiques seront ponctuées par la remise de la Médaille 2016 du CNFRS, honorant une personnalité qui a contribué de façon remarquable au progrès dans le domaine des radiosciences et à l'animation de la communauté scientifique. De même le « Prix URSI » est attribué à la meilleure communication présentée par un doctorant.

The URSI-France 2016 Workshop, being held under the sponsoring of the French Academy of Sciences, will be dedicated to "Energy and Radio Science".

Without energy, nothing is possible. Energy is the catalyst of all natural phenomena and comes in a variety of forms. One of its fundamental properties is its indestructibility. It can't be created, it can't disappear, but it can be converted from one to another form. Electromagnetic energy is one of its most remarkable forms as it can be transmitted wirelessly and the universe is filled with it.

In our modern societies, energy remains the engine of our applications and uses, although the methodologies and technologies for harvesting, storing, transporting, converting the energy and

its exploitation have experienced major evolutions in the last decades. In the domain of radiosciences and information society, new technologies are less and less energy greedy. Remote power and energy harvesting methods are complementing batteries and eventually replace them. Nevertheless, an overall evaluation of the power consumption of digital systems is to draw up and put into perspective with innovative solutions. The ambient energy in its various forms, solar, radio waves, thermal, kinetic, etc., is an endless and renewable resource that should enable the development of green technologies and the implementation of new paradigms.

In this evolving context, both in terms of technologies and concepts, URSI France devotes its Workshop 2016 to the topic "Energy and Radio Science". In this Workshop, we will review the techniques for electromagnetic energy harvesting, conversion, storage, optimal management, etc. The presentations cover both basic and conceptual aspects as well as technological developments and applications. These topics are developed along 5 keynotes, 23 oral presentations and 19 posters, as well as an exhibition.

During the Workshop, the General Assembly of URSI-France is also held. It is the yearly meeting of URSI-France members. Scientific discussions and exchanges between the members of the ten commissions are an important moment of the life of URSI-France through their cross-disciplinary character, which is probably the core and main value of this long history and centenary organisation that is URSI.

Moreover, the 2016 CNFRS Medal will be awarded to an outstanding scientist who has contributed to the advances and progress of the radio science domain and the animation of the scientific community. In addition, the "URSI Student Prize" will be delivered to the best student paper.

JACQUES PALICOT

PRESIDENT DU COMITE D'ORGANISATION, *CHAIR OF THE ORGANIZING COMMITTEE*

Pour la première fois, les Journées scientifiques d'URSI-France ont lieu hors de Paris. Nous sommes très fiers de les accueillir sur le Campus de CentraleSupélec à Rennes, capitale de la Bretagne et berceau des télécommunications. Rennes et la Région Bretagne sont particulièrement impliqués dans le développement durable et les énergies renouvelables, il était donc naturel que Rennes accueille ces journées dédiées à l'énergie et aux radiosciences. Ce court séjour sur le Campus de CentraleSupélec est aussi l'occasion de visiter le musée des transmissions - Espace Ferrié. Cela nous ramènera aux premières heures d'URSI-France, puisque le Général Ferrié en a été le Président de 1928 à 1932. Nous vous souhaitons des Journées scientifiques très fructueuses et un très agréable séjour dans notre charmante et dynamique cité Rennaise.

For the first time the Workshop of URSI-France is held out of Paris. We are very proud to welcome this within the Campus of CentraleSupélec at Rennes, capital city of Bretagne and birthplace of telecommunications. Rennes City and the Région Bretagne are strongly involved in the sustainable development and renewable energy, therefore it was meaningful that Rennes hosts this Workshop dedicated to energy and radio science. This short stay on the Campus of CentraleSupélec is also an opportunity to visit the museum of transmissions Espace Ferrié. This will bring us to the early times of URSI-France, since General Ferrié has been the President from 1928 to 1932. We look forward to welcome you and hope you very fruitful meeting and very pleasant stay in our dynamic and very charming city of Rennes.

AGENDA

Mardi 15 mars 2016
Tuesday March 15
2016

9h30 – 10h30	Accueil des participants, <i>Welcome to participants</i> Café, <i>Coffee</i>
10h30–10h45	Ouverture des journées scientifiques 2016, <i>Opening 2016 Workshop</i>
10h45–11h15 <i>Keynote</i>	- Genèse des transmissions sans fil, Marconi versus Tesla, <i>Genesis of wireless transmissions, Marconi versus Tesla</i> , Jean-Charles Bolomey
11h15–12h55	Session : « Récupération d'énergie par rectennas, <i>Energy Harvesting by rectennas</i> » Présidents de séance, <i>Chairs</i> : Emmanuel Bergeret, Jean-Marc Laheurte
11h15-11h35 11h35-11h55 11h55-12h15 12h15-12h35 12h35-12h55	- Rectenna multi-étages Cockcroft-Walton : Application à la récupération d'énergie vibratoire par transduction électrostatique , Z. Saddi <i>et al.</i> - Intégration optimisée d'un récupérateur d'énergie additionnel dans un tag RFID UHF passif , D. Allane <i>et al.</i> - Réalisation d'un rectenna dans la bande des 1.8 GHz, fonctionnant à faibles niveaux de puissance RF et optimisé par des techniques source-pull , J. Tissier et M. Latrach - Cross dipole rectennas for satellite health monitoring , A. Okba <i>et al.</i> - Optimal energy harvesting from a stack of serially-connected rectennas , F. Khaled <i>et al.</i>
12h55-14h15	Déjeuner, <i>Lunch</i>
14h15 –14h45 <i>Keynote</i>	- Informatique verte et développement, <i>Green computing and sustainability</i> , Anne-Cécile Orgerie
14h45-16h25	Session : « Optimisation et gestion de l'énergie, <i>Management, Optimization of Energy</i> » Présidents de séance, <i>Chairs</i> : Yvan Duroc, Yves Louet
14h45-15h05 15h05-15h25 15h25-15h45 15h45-16h05 16h05-16h25	- Exemples d'optimisations énergétiques dans les systèmes radios sans fil , Y. Pousset - Mesure de la consommation énergétique des systèmes embarqués communicants , N. Cherifi <i>et al.</i> - Nouvelle technique de communication pour les réseaux longue portée basse consommation : optimisation et comparaison , Y. Roth <i>et al.</i> - Récepteur de type « wake-up » radio à identification par empreinte fréquentielle , F.D. Hutu <i>et al.</i> - Mécanisme des prix pour la gestion de l'énergie dans une structure hiérarchisée , A. Muller et R. Bourdais

16h25-16h45	Pause-café, Coffee break
16h45-18h05	Session : « Transfert et transformation de l'énergie, <i>Transfer and Transformation of Energy</i> » Présidents de séance, <i>Chairs</i> : Alexandru Takacs, Thierry Taris
16h45-17h05 17h05-17h25 17h25-17h45 17h45-18h05	<ul style="list-style-type: none"> - Near-Field Measurement and Analysis of Noisy Electromagnetic Emissions: Towards Stochastic Energy-Oriented Approaches, S. Wane <i>et al.</i> - Limites théoriques et pratiques des antennes superdirectives, A. Haskou <i>et al.</i> - Towards Synergy of Wireless Energy Transmission and Communications, S. Nedic - Transfert d'énergie électromagnétique en énergie mécanique, via le moment angulaire orbital d'une onde en bande UHF, O. Emile <i>et al.</i>
18h20-19h30	Visite du Musée des transmissions - Espace Ferrié, <i>Visit of the Transmissions Museum - Espace Ferrié</i>
19h30-23h00	Dîner de gala et remise de la Médaille du CNFRS, <i>Gala dinner and CNFRS Medal award ceremony</i> Départ des bus du musée et retour aux hôtels (Gare SNCF et Campus), <i>Buses depart from the museum and return to hotels (SNCF Station and Campus)</i>

Mercredi 16 mars 2016
Wednesday March 16
2016

8h30 – 9h00 <i>Keynote</i>	- Convertisseur DC-DC autonome pour application de récupération d'énergie RF, <i>Autonomous DC-DC Converter for RF energy harvesting</i> , Christian Voltaire
9h00-10h40	Session : « Radiocommunication faible consommation 1, <i>Low Power Radiocommunication 1</i> » Présidents de séance, <i>Chairs</i> : Laurent Dussopt, Jacques Palicot
9h00-9h20 9h20-9h40 9h40-10h 10h-10h20 10h20-10h40	<ul style="list-style-type: none"> - Limites énergétiques et radiocommunications, J.-Y. Baudais - Perspectives offertes par la radio impulsionnelle ultra-large bande pour les Communications Sans-Fil à Courte Portée et Faible Consommation, R. Vauche <i>et al.</i> - Modulation Scaling for Energy Efficiency, R. Jaouadi <i>et al.</i> - Bayesian Multi-Armed Bandit Based Decision Making Policy for RF Energy Harvesting Enabled Wireless Sensor Nodes, S. Darak <i>et al.</i> - Comment bénéficier de la wake-up radio pour les réseaux de capteurs à récupération d'énergie ?, F. Ait Aoudia <i>et al.</i>
10h40-11h	Pause-café, Coffee break
11h-12h	Session Poster <i>Poster Session</i> Présidents de séance, <i>Chairs</i> : Christophe Moy, Carlos Bader
	Efficacité énergétique dans les réseaux, <i>Energy efficiency in networks</i> <ul style="list-style-type: none"> - A Low Energy Consumption Wireless Cellular Network, R. Bonnefoi <i>et al.</i> - Mesures et modèle énergétique d'un nœud de réseaux de capteurs sans fils, R. Igual-Pérez <i>et al.</i> - Cognitive Green Radio for Energy-Aware Communications, M. Naoues <i>et al.</i> - On The Energy Efficiency of Hybrid Unicast-Broadcast Networks for Mobile TV Services, P.A. Fam <i>et al.</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - Machine Learning for Opportunistic Spectrum Access with Energy Consumption Constraint, N. Modi <i>et al.</i> - Toward Energy Proportional Networks, N. Montavont <i>et al.</i> - Plateforme de mesure de la consommation énergétique dédiée aux objets communicants, F.D. Hutu <i>et al.</i> <p>Capteurs et systèmes sans fil <i>Sensors and wireless systems</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Body Proximity to a Wireless Power Transfer System, M. Koohestani <i>et al.</i> - Energy saving in Analog to Digital Convertors: how Multi-Coset Non Uniform sampling scheme can help, Y. Louet and S. Traore - Convertisseur RF/DC sans polarisation et à très large bande, pour des applications d'autonomie énergétique de capteurs, J. Tissier and M. Latrach - Systèmes d'intervention post-catastrophe : Architecture et énergie, T. Tanzi and Y. Roudier - La modulation en ondelettes : une modulation alternative à faible consommation d'énergie, M. Chafii <i>et al.</i> - Tag augmenté récupérateur d'énergie pour alimentation autonome d'un capteur de température, D. Allane <i>et al.</i> - Performances of rectennas subject to uncertain EM environment, S. Lallechere and B. Ravelo - Analyse du système linéaire optimal pour les communications multiporteuses au-delà de la cadence de Nyquist, A. Marquet <i>et al.</i> - Spatial Channel Sounder for MU-MIMO Emulation, M.D. Balde <i>et al.</i> - Développement de capteurs passifs sans fil pour des applications au génie civil, R. Khalifeh <i>et al.</i> - Récupération d'énergie dans la bande RFID UHF pour capteurs connectés, A. Safrrou <i>et al.</i>
12h-13h10	Déjeuner, Lunch
13h10-14h10	Assemblée générale d'URSI-France, <i>URSI-France General Assembly</i>
14h10-14h40 <i>Keynote</i>	- Récupération d'énergie et autonomie énergétique des objets connectés <i>Energy harvesting for connected objects – Unleashing the IoT</i> , Sébastien Boisseau
14h40-15h	Pause-café, Coffee break
15h-16h20	Session : « Radiocommunication faible consommation 2, <i>Low Power Radiocommunication 2</i>» Présidents de séance, <i>Chairs</i> : Nathalie Rolland, Christian Person
15h-15h20 15h20-15h40 15h40-16h00 16h00-16h20	<ul style="list-style-type: none"> - Inter-cell Interference Coordination for Backhaul-aware Small Cell DTX, A. De Domenico and D. Kténas - Power Analysis for Automated Adapted Reconfigurable OFDM Transmitter, M.A. Rihani <i>et al.</i> - Performance of low power RFID tags based on modulated backscattering, Z. Mhanna <i>et al.</i> - Co-conception hardware / software pour la minimisation de la consommation d'un nœud de capteur dans un réseau zigbee, F. Itoua Engoti <i>et al.</i>
16h20-16h50 <i>Keynote</i>	- Centrales solaires en orbite, réalité et avancées, Space Solar Power, activities and progress , Leopold Summerer
16h50-17h10	Remise du Prix doctorant URSI et Clôture des journées scientifiques 2016, <i>URSI Prize and closing ceremony</i>

RESUMES DES COMMUNICATIONS, *ABSTRACTS*

Les textes complets sont consultables en ligne sur le site d'URSI-France :
The full texts are available online on the site of URSI-France:
<http://www.ursi-france.org>

Mardi 15 mars 2016

Tuesday 15 March

2016

10h45-11h15 Keynote

Genèse des transmissions sans fil, Marconi versus Tesla

J.-C. Bolomey

Supélec, Université Paris Sud, 3 Rue Joliot Curie, 91190 Gif-Sur-Yvette, France

Les ondes électromagnétiques offrent une grande variété de possibilités d'action à distance qui, pour simplifier, s'étend de la transmission d'informations, au sens large, à la transmission d'énergie. Marconi et Tesla, tous deux personnages mythiques de la fin du 19^{ème} siècle, ont, chacun à leur manière, consacré leur existence aux applications des transmissions sans fil, le premier en exploitant au mieux les propriétés encore mal connues des ondes électromagnétiques nouvellement découvertes, et le second, de façon paradoxale, en réfutant jusqu'à leur existence ! De ce fait, la comparaison de leurs parcours respectifs fournit un bilan contrasté bien représentatif de l'éventail des visions applicatives de l'époque et des moyens mis en œuvre pour les concrétiser. Comparée à l'abondante bibliographie déjà disponible traitant de la genèse des radiosciences, cette présentation est plus spécifiquement focalisée sur les interactions mutuelles qui, dès cette époque, se sont rapidement mises en place entre, d'une part, une ingénierie de la puissance électrique en plein essor et celle, naissante, de la radio, d'autre part. Elle met en perspective les différentes mutations technologiques qui se sont succédées, permettant ainsi le développement et la diversification des applications de la transmission sans fil, avec le succès qu'on lui connaît aujourd'hui.

11h15–12h55 Session : « **Récupération d'énergie par rectennas, *Energy Harvesting by rectennas*** »

Présidents de séance, *Chairs*: **Emmanuel Bergeret, Jean-Marc Laheurte**

Rectenna multi-étages Cockcroft-Walton : Application à la récupération d'énergie vibratoire par transduction électrostatique

Z. Saggi^a, H. Takhedmit^a, P. Basset^b et L. Cirio^a

^aLaboratoire ESYCOM, 5, Bd Descartes, 77454 Champs-Sur-Marne, France

^bLaboratoire ESYCOM, 2 Boulevard Blaise Pascal, 93160 Noisy-Le-Grand, France

Ce papier traite de la conception, la fabrication et la mesure d'une rectenna multi-étages à 2.4 GHz. Le circuit de conversion RF-DC s'inspire d'une structure multi-étages de type Cockcroft-Walton. Le circuit servira à pré-charger un dispositif de récupération d'énergie vibratoire par transduction électrostatique afin de lui assurer le démarrage. Un prototype de rectenna composé d'une antenne patch et d'un circuit de conversion à six étages identique en cascade a été proposé et validé expérimentalement. L'application à la pré-charge et au démarrage du dispositif de récupération d'énergie vibratoire par variation de capacité a aussi été démontrée expérimentalement à partir d'une densité de puissance d'environ $0.5 \mu\text{W}/\text{cm}^2$.

Intégration Optimisée d'un Récupérateur d'Énergie Additionnel dans un tag RFID UHF passif

D. Allane^a, G. Andia Vera^a, Y. Duroc^b, R. Touhami^c et S. Tedjini^a

^aGrenoble INP, 50 rue Barthélémy de Laffemas, 26902 Valence, France

^bUniversité de Lyon1, 43 Boulevard du 11 Novembre 1918, 69100 Villeurbanne, France

^cUSTHB, BP32, El Alia, Bab Ezzouar, 16111 Alger, Algérie

Dans le contexte émergent de l'Internet des Objets, la RFID (identification par radiofréquence) offre des solutions intéressantes pour disposer de tags dits augmentés, disposant entre autres de fonctionnalités de capteur. Pour toujours bénéficier du caractère passif des tags UHF (Ultra Hautes Fréquences), l'ajout d'un capteur associé au tag implique une source d'énergie externe additionnelle. Supposant que cette source provient d'un réseau local sans fil tel le Wi-Fi (à 2,45 GHz), l'étude montre comment optimiser l'efficacité du convertisseur RF-dc dédié à alimenter le capteur qui est associé au tag. La solution proposée exploite les signaux harmoniques générés par les tags RFID (signaux dont l'énergie est traditionnellement perdue) en les combinant à la source RF à 2,45 GHz afin de présenter en entrée du circuit redresseur des signaux à fort facteur de crête. Les résultats de simulation et de mesure présentés démontrent la pertinence de l'approche, notamment quand le niveau de puissance de la source à 2,45 GHz est faible.

Réalisation d'un rectenna dans la bande des 1.8 GHz, fonctionnant à faibles niveaux de puissance RF et optimisé par des techniques source-pull

J. Tissier et M. Latrach

ESEO-IETR, 10 Bd Jean Jeanneteau, CS 90717, 49107 Angers Cedex 2, France

La consommation des systèmes et objets communicants sans fil est de plus en plus conséquente par rapport à la quantité d'information échangée et à la portée souhaitée, ce qui réduit d'autant la durée de vie de la batterie. Pour rendre ces systèmes et objets communicants plus autonomes en énergie et augmenter la durée vie de la batterie, les systèmes de récupération d'énergie électromagnétique sont une alternative très intéressante. Les rectennas (rectifier+antennas) développés doivent posséder une forte sensibilité (faible puissance disponible), être compact et à faible coût. Dans cet article, nous présentons la réalisation d'un rectenna dans la bande des 1.8 GHz, fonctionnant à faibles niveaux de puissances RF. La diode Schottky utilisée pour le redressement a été analysée à l'aide de simulations source-pull afin de déterminer l'impédance optimale à lui présenter pour maximiser le rendement du rectenna. Cette technique nous a permis de réaliser un rectenna pour lequel le rendement de conversion en puissance du redresseur a été mesuré à 34 % à -20 dBm avec un maximum de 55 % à -9 dBm (à 1.86 GHz, sur une charge optimale de 6.8 kOhms), ce qui est supérieur de plus de 10 points aux rendements généralement observés dans la littérature pour de si faibles niveaux de puissance en entrée.

Cross dipole rectennas for satellite health monitoring

A. Okba^a, S. Charlot^a, P.-F. Calmon^a, A. Takacs^{ab} and H. Aubert^{ac}

^a*LAAS-CNRS, 7 avenue du colonel roche, 31400 Toulouse, France*

^b*Univ. de Toulouse, UPS, LAAS, 31400, Toulouse, France*

^c*Univ. de Toulouse, INP, LAAS, 31400, Toulouse, France*

This paper addresses recent results obtained by using cross dipole rectennas designed for Ku band. The targeted application is the harvesting of the spill-over losses of microwave antennas for empowering autonomous wireless sensor used for satellite health monitoring. The rectenna topology is based on printed cross dipole antenna array for capturing the ambient microwave energy, a low schottky diode to rectify the RF signal, an RF short capacitor used as a low-pass filter and a load. The objective of this structure is to maximize the harvested DC power in order to obtain the maximum efficiency, which is the DC power over the RF power captured by the (rectenna's) antenna.

Optimal energy harvesting from a stack of serially-connected rectennas

F. Khaled^a, I. Kharrat^b et B. Allard^a

^a*Laboratoire Ampère, 21 Avenue Jean Capelle, 69100 Villeurbanne, France*

^b*IMEP-LAHC, Grenoble, 3 Parvis Louis Néel, 38016 Grenoble, France*

Wireless energy-harvesting technology has received special attention due to the omnipresence of wireless sources, in particular GSM and Wi-Fi signals. The received RF signals can be collected and converted into electricity by rectennas. These systems have been developed as technologies that can supply low power applications. RF Energy harvesting technologies have been proposed to supply these applications in order to replace the need for batteries for low power devices and overcome their economic, energetic and environmental impacts. RF energy harvesting suffers from low output power and low output voltage that can limit their applications. The energy produced by an array of rectennas can be stacked to increase the output power to be able to supply the desired application. A serial association may be suitable to increase the output voltage of rectenna. However the variable and unpredictable levels of available power lead to dispersion in the characteristics of rectennas that can affect global efficiency. Application of voltage balancing circuit on the serial stack of rectennas can optimize the efficiency of the stack.

14h15-14h45 Keynote

Green Computing and Sustainability

A.-C. Orgerie

CNRS-IRISA, 263 av. du Général Leclerc, 35042 Rennes, France

Information and Communication Technologies (ICT) are an indispensable tool in our every-day life. The number of connected devices is rapidly increasing, along with their capabilities.

However, such a growth leads to a worrying electricity consumption. Green computing and networking aim at reducing the impacts of ICT on the environment. In this talk, we will attempt to quantify the ICT impacts and then review the main state-of-the-art propositions for sustainable computing.

Exemples d'optimisations énergétiques dans les systèmes radios sans fil

Y. Pousset

XLIM, SP2MI - Téléport 2 Bvd Marie et, Pierre Curie - B.P. 30179, 86962 Futuroscope Chasseneuil Cedex, France

Cet article introduit différentes stratégies d'optimisation développées dans l'équipe de recherche RESYST (Réseaux et Systèmes de Télécommunication) d'XLIM en vue des transmissions radios. L'objectif est d'assurer une qualité de service (QoS) demandée, tout en garantissant une consommation énergétique minimale dans les systèmes sans fil. Pour cela, l'étude consiste en une « approche systémique globale » tenant compte des spécificités des communications sans fil telles que le canal sans fil, le contenu multimédia, ... sous contraintes d'énergie, de débit, de Qualité de Service, de latence,

Mesure de la Consommation Énergétique des Systèmes Embarqués Communicants

N. Cherifi^a, G. Grimaud^b, T. Vantrois^b et A. Boe^b

^aWorldline e-payment services, 23 Rue de la Pointe, Zone Industrielle A, 59113 Seclin, France

^bIRCICA, 50 Avenue du Halley, 59650 Villeneuve-D'Ascq, France

Les systèmes embarqués autonomes sont en expansion permanente. De nos jours, nous en trouvons de plus en plus grâce à l'avènement de l'Internet des Objets (IdO). Nombre de ces objets sont contraints énergétiquement par une batterie. De ce fait, l'énergie représente une ressource critique limitante qui de surcroît complexifie grandement le développement du logiciel embarqué sur ces objets. Par conséquent, la possibilité de mesurer finement la consommation énergétique de ces objets puis de la corrélérer au logiciel embarqué représente un vrai challenge dans l'optique d'améliorer le développement des applications embarquées pour l'IdO.

Il existe de multiples façons de mesurer énergétiquement une application embarquée. Dans ce papier, nous présentons nos travaux concernant la consommation énergétique des objets connectés. Plus particulièrement, nous nous intéressons à la mesure de la consommation énergétique du serveur web HTTP inclus dans le système d'exploitation embarqué Contiki en utilisant deux approches de mesure. Une approche basée sur un environnement réel et une autre basée sur un environnement simulé. De cela, nous quantifions et modélisons approximativement l'écart séparant le monde réel de la simulation.

Nouvelle technique de communication pour les réseaux longue portée basse consommation : optimisation et comparaison

Y. Rotha, J.-B. Doré^a, L. Ros^b et V. Berg^a

^aCEA Leti Minatec Campus, rue des martyrs, 38054 Grenoble, France

^bUniv. Grenoble Alpes, GIPSA-Lab, 11 Rue des Mathématiques, 38400 Saint-Martin-D'Hères, France

L'internet des objets a pour vocation de connecter des milliards de terminaux entre eux. Ces derniers doivent être bon marché, économes en énergie, et capables de communiquer même à très longue portée. Alors que les technologies actuelles de communications machine-to-machine ont tendance à utiliser les techniques de répétition ou d'étalement afin de répondre aux contraintes notamment en termes de sensibilité, ce travail propose une utilisation plus sophistiquée de la répétition. Cette dernière implique l'utilisation d'une modulation orthogonale de fréquence FSK et d'un turbo décodage spécifique aux formes d'onde FSK au niveau du récepteur. On montre alors qu'une communication robuste est possible même avec un émetteur très simple, la complexité étant déportée au niveau du récepteur. Les résultats de simulations sont comparés à des techniques de références, dont celles utilisant la répétition, démontrant qu'un gain significatif (Taux d'erreur, efficacité énergétique) est obtenu même avec des petites tailles de paquets-

Récepteur de type « wake-up » radio à identification par empreinte fréquentielle

F.D. Hutu^a, G. Villemaud^b et J.-M. Gorce^b

^aUniv Lyon, INSA Lyon, INRIA, CITI, bât Claude Chappe, 6 av des arts, 69621 Villeurbanne, France

^bCITI, Univ Lyon, INSA, INRIA, bât Claude Chappe, 6 av des arts, 69621 Villeurbanne, France

Dans le cadre de la réduction de l'énergie consommée par les objets communicants, ce papier présente une architecture de type « wake-up radio » permettant l'adressage et l'allumage d'un récepteur radio principal plus performant et plus économe. En utilisant une empreinte fréquentielle pour différencier les équipements, il est évité de réveiller l'ensemble des interfaces radio mais uniquement celle d'intérêt. La technique d'identification par empreinte fréquentielle est validée à travers des mesures effectuées sur un démonstrateur expérimental. La portée de la transmission atteinte dans différentes conditions de propagation est également présentée.

Mécanisme des prix pour la gestion de l'énergie dans une structure hiérarchisée

A. Muller et R. Bourdais

CentraleSupélec, 5 avenue de la Boulaie, 35510 Cesson-Sévigné, France

L'avènement des énergies renouvelables a multiplié le nombre de producteurs locaux d'énergie, obligeant à repenser la gestion du réseau pour les intégrer le mieux possible. Le travail présenté propose de déléguer cette gestion au sein d'une structure hiérarchique. Chaque élément de cette hiérarchie, appelé agrégateur, aura comme objectif de modifier le prix proposé par le niveau supérieur pour y intégrer judicieusement la production locale et de transmettre une nouvelle tarification aux niveaux inférieurs. Cette sollicitation par les prix doit en outre permettre de maintenir la satisfaction des consommateurs.

Near-Field Measurement and Analysis of Noisy Electromagnetic Emissions: Towards Stochastic Energy-Oriented Approaches

S. Wane^a, D. Bajon^b, D. Lesénéchal^a, J. Russer^c, P. Russer^c, D. Thomas^d and G. Tanner^d

^a*NXP-Semiconductors, 2 Esplanade Anton Philips, 14000 Caen, France*

^b*ISAE, Université de Toulouse, 31000 Toulouse, France*

^c*TUM, Institute for Nanoelectronics, Arcisstrasse 21, 80333 Munich, Allemagne*

^d*University of Nottingham, UoN, NG7 2RD Nottingham, UK*

This paper presents Near-Field measurement and analysis of Noisy Electromagnetic Emissions radiated from integrated circuits and systems. Energy-Oriented approaches suitable for stochastic signals and accounting for Field-Field correlations are proposed and assessed. Dedicated wireless Chip-to-Chip communication link and connected smart RFIC objects are used as carrier for evaluating the distribution of radiated electromagnetic fields both in the frequency-domain and the Time-Domain. Perspectives for high spatial resolution Near-Field scanning systems with controlled sensitivity and noise uncertainties are studied. Uses of UAV systems as floating measurement platform are drawn with possibility of wireless powering to overcome present limitation in power-supply and energy management.

Limites Théoriques et Pratiques des Antennes Superdirectives

A. Haskou, A. Sharaiha et S. Collardey

IETR, Université de Rennes 1, 263 Avenue du General Leclerc, 35042 Rennes, France

Certaines applications comme le transfert d'énergie sans fil nécessitent des antennes à la fois directives et compactes. Cependant, les Antennes Electriquement Petites (AES) ont de faibles rendements et des diagrammes de rayonnements quasi-omnidirectionnels. Par conséquent, les AESs superdirectives peuvent être une solution intéressante pour ces contraintes. Dans cet article nous présentons les limites théoriques et pratiques des antennes superdirectives. Nous détaillons les compromis considérer entre les dimensions totales de l'antenne (le nombre d'élément et l'espacement entre eux), la directivité et l'efficacité atteignable.

Towards Synergy of Wireless Energy Transmission and Communications

S. Nedic

FTS UNS, Trg Dositeja Obradovica 6, 21000 Novi Sad, Serby

This paper introduces an extended electrodynamics framework based on recent decade of mostly out of the main-stream theoretical and practical contributions which go in support of and surpass the Tesla's old ideas and assertions regarding the wireless energy transmission and communications. Its relevance to rather aggressive agenda of the 5G development regarding rather contradictory requirements on hundreds to thousands times increase in traffic throughput and on order of tens to hundreds times decrease in consumed energy and communications latency reduction is stressed, through potentials of tremendous increase in energy efficiency and reduction of transmission latency through reliance on longitudinal waves mechanism rather than the

traditionally exploited transverse. Implications of the synergetic approach towards energy transmission and communications on wireless networking configurations and protocols are briefly addressed.

Transfert d'énergie électromagnétique en énergie mécanique, via le moment angulaire orbital d'une onde en bande UHF

O. Emile^a, C. Brousseau^b, W. Wei^b et K. Mahdjoubi^b

^a*Laboratoire Physique des Lasers, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France*

^b*IETR, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France*

Une onde est définie par son amplitude, son vecteur d'onde et son moment angulaire. Ce dernier se décompose en deux parties : le moment angulaire de spin correspondant à la polarisation, et le moment angulaire orbital (OAM) associé à la distribution spatiale (amplitude, phase) du champ électrique. Ainsi, une onde portant de l'OAM est caractérisée par une dépendance azimutale de sa phase notée $e^{-jl\theta}$, avec l , un entier (charge topologique) correspondant au nombre de rotation de la phase par longueur d'onde, et θ l'angle de roulis. Un tel faisceau a nécessairement une amplitude nulle suivant l'axe de propagation car cela correspond à un point singulier de la distribution de phase. Une onde peut échanger des quantités mécaniques avec l'extérieur, comme la quantité de mouvement via la pression de radiation. Elle peut également échanger du moment angulaire. Ce phénomène a été observé, dans le cas du moment angulaire de spin, à l'échelle macroscopique en optique et en radio, ou à l'échelle microscopique, en optique uniquement. Pour l'OAM, cet échange n'a été mis en évidence qu'en optique et à l'échelle microscopique. Nous avons récemment mis en rotation un objet macroscopique avec des micro-ondes, à 870 MHz. Le but de cette présentation est de revenir sur les mécanismes de transfert.

Mercredi 16 mars 2016
Wednesday 16 March
2016

8h30-9h00 Keynote

Convertisseur DC-DC autonome pour application de récupération d'énergie RF

C. Voltaire

Ecole Centrale de Lyon, 36 avenue Guy de Collongue, 69134 Ecully, France

De nos jours, les réseaux de capteurs sans fils très utilisés. Ces systèmes communicants sont de plus en plus pénalisés par leur autonomie. La transmission d'énergie sans fils par onde RF ainsi que la récupération de l'énergie RF ambiante constituent des solutions très prometteuses pour l'alimentation de ces systèmes. La récupération et la conversion de l'énergie RF en tension DC se fait grâce à l'utilisation de rectennas qui délivrent des niveaux de tension insuffisants dans le cas où la puissance RF est proche du niveau ambiant. L'objectif de ce travail est de concevoir un système complet d'interfaçage d'une rectenna avec sa charge. Le système mis au point associe un convertisseur DC-DC résonnant qui sert de start-up et un autre convertisseur DC-DC de type fly-back.

9h00–10h40 Session : « **Radiocommunication faible consommation 1, Low Power Radiocommunication 1** »

Présidents de séance, *Chairs* : **Laurent Dussopt, Jacques Palicot**

Limites énergétiques et radiocommunications

J.-Y. Baudais

CNRS, IETR, INSA, 20 av. des Buttes de Coësmes, 35708 Rennes, France

L'évaluation de la consommation d'énergie d'une radiocommunication nécessite de faire l'analyse du cycle de vie des éléments utilisés. Mais cette analyse ne nous dit rien sur les limites énergétique qu'il est possible d'envisager. Des approches théoriques permettent alors d'appréhender cette limite qui est connue dans des cas très variés de transmission d'information. Cependant, les réponses ne sont pas toujours satisfaisantes, notamment dans le cas de canaux de radiocommunications variant dans le temps. Après un exposé rapide de la notion de limite énergétique d'une radiocommunication, en commençant par une approche globale, nous montrons que, contrairement aux résultats publiés, la limite énergétique est toujours non nulle si les contraintes physiques sont correctement exprimées.

Perspectives offertes par la radio impulsionnelle ultra-large bande pour les communications sans-fil à courte portée et faible consommation

R. Vauche^a, N. Dehaese^a, J. Gaubert^a et S. Bourdel^b

^a*Aix-Marseille Université, Jardin du Pharo, 58 Boulevard Charles Livon, 13284 Marseille, France*

^b*Université Grenoble Alpes, Domaine Universitaire, 621 avenue Centrale, 38400 Saint-Martin-D'Hères, France*

En raison de la nature discontinue des communications basées sur la radio impulsionnelle, il apparaît que plus le débit de transmission des données est élevé et plus les émetteurs et les récepteurs utilisés sont économes en énergies. De ce fait, la radio impulsionnelle paraît bien adaptée pour les applications courte portée notamment lorsque des débits élevés sont requis. Cependant, devant le nombre d'applications nécessitant uniquement des débits de quelques octets par seconde voir moins, l'implémentation de techniques permettant la minimisation de la consommation est alors primordiale en radio impulsionnelle. En effet, ces techniques permettent de réduire considérablement la partie statique de la consommation et ainsi, de faire tendre un système vers son efficacité énergétique maximale constatée normalement qu'en haut débit. Pour ce faire, des stratégies de conception côté émetteur et des systèmes de minimisation de la consommation côté récepteur sont proposées et leur efficacité est démontrée sur des circuits existants.

Modulation Scaling for Energy Efficiency

R. Jaouadi^a, A. Andrieux^a, J.-Y. Baudais^b and J.F. Diouris^c

^a*IETR, Polytech Nantes, Nantes Cedex 3, 44306 Nantes, France*

^b*CNRS, IETR, INSA, 20 av. des Buttes de Coësmes, 35708 Rennes, France*

^c*IETR, Polytech Nantes, Nantes Cedex 3, 44306 Nantes, France*

The energy consumption of wireless communicating devices as well as their autonomy is two important factors in energy constrained system such as Wireless Sensor Networks (WSNs). The spectral efficiency is another important metric. The main goal is to study the trade-off between the energy consumption of the system and its spectral efficiency when varying system parameters. In this paper, an uncoded system using M-ary Quadrature Amplitude Modulation (M-QAM) in which the spectral efficiency is assumed proportional to its bandwidth efficiency is used. In order to find the balance between spectral and energy requirements, the considered system parameters are studied. First, a general and comprehensive power model for both transmitter and receiver is developed. Next, by considering Additive White Gaussian Noise (AWGN) channel for point-to-point communication, the total energy consumption is evaluated. A new approximation for the Bit Error Rate (BER) is adopted. Then, the effect of communication distance, bandwidth and circuit power consumption on the optimum spectral efficiency is studied. For a fixed BER, we demonstrate that for each of those parameters, an optimum spectral efficiency can be found.

Bayesian Multi-Armed Bandit Based Decision Making Policy for RF Energy Harvesting Enabled Wireless Sensor Nodes

S. Darak^a, C. Moy^b and J. Palicot^b

^a*ECE, IIIT-Delhi, Delhi, India, 110020 New Dehli, Inde*

^b*CentraleSupélec, Avenue de la Boulaie, 35576 Cesson-Sévigné, France*

Wireless sensor nodes (WSNs) are tiny devices designed to capture desired data from the environment via in-built sensors. Taking into account rising electricity costs and environmental impact of batteries, there has been significant focus on green batteries for WSNs which will have lower environmental impact. Emerging applications such Internet of Things (IoTs), Smart Grids etc. have led to demand of self-sustainable design of WSNs due to the requirement of remote and sparse deployments of these WSNs where frequent maintenance is costly and even not feasible in some cases. Furthermore, in order to meet high performance expectations of these applications, there is need to find efficient solutions to meet the increasing power requirements of these WSNs. Various energy harvesting solutions, such as solar, vibrational, thermal, RF etc. to make

WSNs self-sustainable and hence, environment friendly, i.e., green, are being envisioned. RF energy harvesting (RFEH) is important for WSNs due to easier integration of RFEH circuit into WSN architecture. Furthermore, ever-increasing data traffic and number of subscribers will make RFEH practically feasible due to increasing RF energy in the environment.

Comment bénéficier de la wake-up radio pour les réseaux de capteurs à récupération d'énergie ?

F. Ait Aoudia, M. Gautier et O. Berder

Université de Rennes 1/IRISA, 6 Rue de Kerampont, BP 80518, 22305 Lannion, France

Dans le contexte d'un réseau de capteurs multi-saut avec des nœuds équipés de récupérateurs d'énergie, un nœud peut décider de relayer ou non les paquets de ses prédécesseurs en fonction de son état énergétique. Afin de limiter les échanges d'informations entre les nœuds du réseau, la solution développée dans cette étude repose sur les communications opportunistes et exploite les wake-up radios afin de réduire considérablement la consommation d'énergie des nœuds. Ce document présente OPWUM, un protocole MAC utilisant les wake-up radios et basé sur une contention temporelle entre les nœuds du réseau.

10h40–12h Session : « **Posters** »

Président de séance, *Chair* : **Christophe Moy, Carlos Bader**

Efficacité énergétique dans les réseaux, **Energy efficiency in networks**

A Low Energy Consumption Wireless Cellular Network

R. Bonnefoi^a, M. Mendil^b, C. Gavritula^c, J. Palicot^a, C. Moy^a, V. Heiries^b, A. De Domenico^b, R. Caire^c and N. Hadjsaid^c

^a*CentraleSupélec, Avenue de la Boulaie, 35576 Cesson-Sévigné, France*

^b*CEA/LETI, 17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble, France*

^c*G2Elab - ENSE3,, 21 avenue des martyrs, 38031 Grenoble, France*

Within the Framework of French ANR program, the SOGREEN project aims at studying a new telecommunications Network with very low energy consumption. For that purpose the main idea of this project consists in connecting very closely the cellular network with the smart grid. SOGREEN proposes a holistic Smart Energy system based on intelligent devices interconnected by means of communication networks. Through the tight integration of smart grid and wireless network and following a multidisciplinary approach, we expect to dramatically improve the energy usage. Designing off-grid small cells and communication protocols to enable utilization of renewable energy in cellular networks is a promising paradigm for reducing the on-grid energy consumption of Next Generation Mobile Networks while satisfying the ever-increasing demand for high data rate services. Accordingly, SOGREEN aims to investigate a novel framework where green energy powered small cells and wireless backhaul equipment are interconnected to form small micro-grids, where radio and power resource are pooled and jointly optimized. We envision a management system, provided by machine learning capabilities, which is able to observe its environment, predict its future status, and autonomously take decisions that optimize the system performance both in terms of data-services and energy consumption.

Mesures et Modèle Énergétique d'un Nœud de Réseaux de Capteurs sans Fils

R. Igual-Pérez^a, A. Boe^b, T. Vantroys^b et L. Clavier^a

^a*IRCICA/IEMN, CNRS UMR 8520, 50 Avenue du Halley, 59650 Villeneuve-D'Ascq, France*

^b*IRCICA, 50 Avenue du Halley, 59650 Villeneuve-D'Ascq, France*

Le travail effectué s'occupe de l'étude de la consommation d'un nœud de réseaux de capteurs sans fils. Nous avons créé une plate-forme de mesure de l'énergie consommée par un objet connecté. Ces mesures sont réalisées en temps réel et composant par composant. Un algorithme qui analyse les valeurs d'énergie a été développé. À partir de mesures réelles, cet algorithme permet la création automatique d'un modèle énergétique basé sur une Chaîne de Markov. À partir de ce modèle, une estimation réaliste de la durée de vie de la batterie d'un nœud est possible. De plus, avec les résultats obtenus à partir du modèle, nous pouvons tirer des conclusions pour modifier conjointement le logiciel et le matériel afin d'optimiser la consommation énergétique. La durée de vie du nœud a été estimée en utilisant le modèle automatique avec une erreur moyenne de $\pm 0.6\%$.

Cognitive Green Radio for Energy-Aware Communications

M. Naoues, Q. Bodinier and J. Palicot

CentraleSupélec, Avenue de la Boulaie, 35576 Cesson-Sévigné, France

Within the framework of green communications and networks, especially for next-generation green cellular radio access networks, the GREAT (Green Cognitive Radio for Energy-Aware wireless communication Technologies evolution) project has mainly addressed the fundamental issues of energy efficiency from various perspectives and angles, leveraging on cognitive techniques, at networking level as well as in physical layer level. Various cognitive green radio techniques have been utilized and verified to improve energy efficiency in different application scenarios. Particularly, representative learning algorithms and decision-making schemes (transfer learning, reinforcement learning, combined learning, entropy theory, etc.) have been successfully employed to achieve energy saving under spectral/capacity requirements. In order to improve the balance of energy-efficiency and spectrum-efficiency, the fundamental characteristics of networking traffics have been investigated by taking into account the mobile users' behaviour (mobility, location/position/density, social connection, living style, etc.), in various outdoor as well as indoor networking environments. In this paper, we present a WiFi-based platform which implements two main functionalities, users clustering and base station (BS) & access points (AP) switching on/off.

On The Energy Efficiency of Hybrid Unicast-Broadcast Networks for Mobile TV Services

P.A. Fam^a, S. Paquelet^a, M. Crussiere^b, J.-F. Helard^b and P. Bretilon^c

^a*bcom, 1219 Avenue des Champs Blancs, 35510 Cesson-Sévigné, France*

^b*INSA-IETR, 20, Avenue des Buttes de Coësmes, 35000 Rennes, France*

^c*TDF, 4 rue Marconi, 57075 Metz, France*

Ce document propose une étude des performances en termes d'efficacité énergétique d'un réseau hybride unicast-broadcast. A partir d'un modèle optimisé pour la diffusion des services linéaires comme la télévision mobile par exemple, l'objectif de cet article est de montrer les avantages de la coopération des réseaux unicast et broadcast. Basé sur les modèle de consommation de puissance du projet de recherche EARTH, les résultats montrent que cette approche hybride permet non seulement d'augmenter la capacité

globale du réseau mais elle permet également de réduire la puissance consommée pour la diffusion de ces services linéaires.

Machine Learning for Opportunistic Spectrum Access with Energy Consumption Constraint

N. Modi^a, C. Moy^a and P. Mary^b

^a*CentraleSupélec, Avenue de la Boulaie, 35576 Cesson-Sévigné, France*

^b*INSA de Rennes, IETR, UMR CNRS 6164, 35043 Rennes, France*

In this paper, we present a machine learning algorithm for the opportunistic spectrum access (OSA) scenario. The core of OSA problem being to learn which channels are the best in terms of chosen criterions, e.g. availability and quality. It is necessary to adapt the system to the changing environment since energy efficiency is highly dependent on channel propagation conditions. In this work, policy based on channel quality information and availability has been discussed for OSA scenario. Numerical analysis have also stated that both policies are able to find opportunities for transmissions, but our scheme much often selects an optimal channel in terms of quality, e.g. SNR, which could lead to a lower energy consumption for the SU.

Toward Energy Proportional Networks

N. Montavont^a, J. Palicot^b, X. Lagrange^a, A. Blanc^a, R. Gribonval^c, P. Mary^d, J.-Y. Baudais^e, J-F. Helard^e, M.Crussiere^e, Y. Louet^b and C. Moy^b

^a*Telecom Bretagne, 2, rue de la chataigneraie, 35576 Cesson Sévigné, France*

^b*CentraleSupélec, Avenue de la Boulaie, 35576 Cesson-Sévigné, France*

^c*Inria, 263 Avenue Général Leclerc, 35042 Rennes, France*

^d*INSA de Rennes, IETR, UMR CNRS 6164, F-35043 Rennes, France*

^e*IETR-INSA, 20 av. des Buttes de Coësmes, 35708 Rennes, France*

As in almost all areas of engineering in the past several decades, the design of computer and network systems has been aimed at delivering maximal performance without regarding the energy efficiency or the effective resource utilization. The current way of dimensioning and operating the infrastructure supporting the user services, such as cellular networks and data centers, is to dimension for peak usage. In the Labex Cominlab project, we address the issue of energy efficiency at different level of the system: we design new PAPR reduction techniques as well as design new waveform, study different trade-offs between energy efficiency and spectral efficiency on the one hand, and delay on the other hand, or design smart systems for cognitive radios.

Plate-forme de mesure de la consommation énergétique dédiée aux objets communicants

D. Hutu, G. Salagnac, K. Marquet et T. Risset

Univ. Lyon, INSA Lyon, INRIA, CITI, bât Claude Chappe, 6 av des arts, 69621 Villeurbanne, France

L'objectif de ce papier est de présenter une plate-forme de mesure de la consommation énergétique conçue pour la caractérisation de la consommation des objets communicants. Le fonctionnement de la plate-forme est basé sur la méthode V-I-T, méthode qui consiste à mesurer de la différence de potentiel aux bornes d'une résistance qui est traversée par le courant consommé par l'objet communicant mesuré. La plate-forme a été validée par la comparaison avec un instrument de mesure du commerce et un premier scénario de mesure est présenté dans ce papier. Le scénario

consiste à mesurer la consommation d'un front-end radio en fonction du signal et du débit des données reçues.

Capteurs et systèmes sans fil **Sensors and wireless systems**

Human Body Proximity to a Wireless Power Transfer System

M. Koohestani, M. Zhadobov and M. Ettorre
IETR, Université de Rennes 1, 35042 Rennes, France

Recently, there has been a great interest to wireless power transfer (WPT) systems for applications as diverse as consumer electronics, healthcare, electric vehicle charging, etc. [1]. In body-centric wireless applications, a human exposure has to be considered in order to ensure their compliance with existing exposure limits. Since less attention has been paid so far to study human body exposure of WPT systems, a dosimetry analysis is performed here using a detailed anatomical human body model and considering specific absorption rate (SAR) as the exposure metric. In literature, there are a few works reporting information on dosimetry related to WPT systems; e.g. [2]–[3]. However, in [2] only the transmitting side was considered whereas in [3] the exposure metrics were evaluated at a short range (i.e. 50 cm which is smaller than the considered coil largest dimension) with the anatomical body model only located between coils close to transmitter.

Energy saving in Analog to Digital Convertors: how Multi-Coset Non Uniform sampling scheme can help

Y. Louet and S. Traore
CentraleSupélec, Avenue de la Boulaie, 35557 Cesson-Sévigné, France

The ever-growing increase of frequency bandwidths of telecommunications systems have been putting a huge constraint on Analog to Digital Convertors (ADC). This constraint originates from the Shannon-Nyquist sampling law: to prevent any overlap sampling have to be performed at the Shannon-Nyquist rate which has to equal at least twice the transmitted bandwidth. As a result, the larger the bandwidth, the higher the sampling frequency and the higher the energy consumption of the ADCs. To cope with this issue, especially in non-contiguous bandwidths (i.e. no full bands containing holes [2] – one would refer to sparse signal spectrums), one solution is to use non uniform sampling schemes (NUSS) what makes possible the update of the sampling frequency according to the spectral occupancy rate. Given the Multi-Coset (MC) NUSS this paper proposes an original criteria (namely AliasMin mode) to lower the spectrum side lobes of signals when using NUSS. Following this idea, it is shown that the sampling frequency of ADCs can be updated according to the spectrum occupancy rate (i.e. sparsity rate) to mitigate the energy consumption of ADCs.

Convertisseur RF/DC sans polarisation et à très large bande, pour des applications d'autonomie énergétique de capteurs

J. Tissier et M. Latrach
ESEO-IETR, 10 Bd Jean Jeanneteau, CS 90717, 49107 Angers Cedex 2, France

De nos jours, les concepts de transfert et de récupération d'énergie électromagnétique deviennent des sujets de recherche majeurs. Les applications sont multiples : approvisionnement en électricité de zones isolées ou accidentées, télé-alimentation de

capteurs, de systèmes d'identification sans contact, de téléphones portables et bien d'autres encore. En fonction de l'application visée, on peut utiliser soit des sources existantes (téléphonie mobile, WIFI...) ou soit une source propre et dédiée, ce qui sera plus particulièrement notre cas d'étude. Il est important que le système de récupération d'énergie réalisé soit large bande pour pouvoir s'adapter à n'importe quelle bande de fréquences d'utilisation des dispositifs concernés (capteurs, objets connectés...). Les travaux que nous présentons dans cet article s'inscrivent dans ce cadre, par la réalisation d'un circuit de conversion RF-DC en technologie intégrée MMIC, fonctionnant dans une très large bande fréquentielle et sans source continue de polarisation. Des pistes d'amélioration du niveau de tension redressée seront également explorées.

Systèmes d'intervention post-catastrophe : Architecture et énergie

T. Tanzi^a et Y. Roudier^b

^a*Institut Mines Télécom, Télécom ParisTech, 450 route des Chappes, 06410 Biot, France*

^b*EURECOM, Campus SophiaTech, 450 route des Chappes, 06410 Biot, France*

Le développement actuel des systèmes embarqués permet d'utiliser des engins autonomes, tels que les drones, comme des assistants pour une très grande variété de missions et notamment pour fournir une aide à la décision directement aux équipes de secours engagées sur la zone sinistrée. L'architecture d'un tel système doit donc être définie en tenant compte de contraintes parfois contradictoires. La gestion de l'énergie est centrale dans un contexte où le poids -donc l'énergie disponible- reste l'ennemi de la durée de la mission. L'architecture du système doit donc être dimensionnée au plus près de ces besoins fonctionnels et non fonctionnels. Elle doit être capable de mettre en œuvre des processus de reconfigurations automatiques en temps-réel.

Le système ne doit pas représenter un danger supplémentaire pour les populations ou les secours malgré ces difficultés. Il doit aussi tolérer des perturbations telles que, par exemple, le brouillage naturel ou intentionnel des communications, ou encore la corruption des données acquises. Les informations obtenues dans le cadre de ces missions sont potentiellement très sensibles -cartographie haute définition, vie privée des victimes, etc.- Il est donc nécessaire de les protéger même si ces fonctions de protection vont introduire un surcoût de consommation.

La modulation en ondelettes : une modulation alternative à faible consommation d'énergie

M. Chafii^a, J. Palicot^a et R. Gribonval^b

^a*CentraleSupélec, Avenue de la Boulaie, 35576 Cesson Sévigné, France*

^b*Inria, 263 Avenue Général Leclerc, 35042 Rennes, France*

Dans ce papier, nous présentons la modulation en ondelettes basée sur la transformée discrète en ondelettes comme une modulation à faible consommation d'énergie. Dans le sens que le signal généré par cette modulation a de faibles variations de puissance par construction. Nous présentons plusieurs variantes de la modulation en ondelettes et nous comparons ses performances en facteur de crête ou PAPR (Peak-to-Average Power Ratio) avec l'OFDM pour plusieurs constellations. Dans une version plus complète du papier, nous évaluons également les performances de la modulation en ondelettes en termes de taux d'erreurs binaires et efficacité spectrale.

Tag Augmenté Récupérateur d'Énergie pour Alimentation Autonome d'un Capteur de Température

D. Allane^a, G. Andia Vera^a, Y. Duroc^b, R. Touhami^c et S. Tedjini^a

^a*Grenoble INP, 50 rue Barthélémy de Laffemas, 26902 Valence, France*

^b*Université de Lyon1, 43 Boulevard du 11 Novembre 1918, 69100 Villeurbanne, France*

^c*USTHB, BP32, El Alia, Bab Ezzouar, 16111 Alger, Algérie*

Avec l'arrivée de l'Internet des Objets, la RFID (identification par radiofréquence), forte de ses infrastructures standardisées et de ses avantages (technologie passive et sans fil), est en train d'évoluer significativement avec des tags qui ne se contentent plus de porter un identifiant mais deviennent aussi des capteurs, et donc des capteurs identifiables. La transformation en tag-capteur s'opère soit en donnant une fonction de transducteur à l'antenne ou à la puce (fonction capteur alors intégrée au tag lui-même) soit en associant un capteur au tag. Cette seconde solution présente l'inconvénient de nécessiter une source d'énergie additionnelle pour le capteur au risque de détériorer fortement les performances du tag. Ajouter une pile ou exploiter une source d'énergie externe qui peut être d'origine diverse (solaire, thermique, cinétique, électromagnétique, etc.) sont alors les approches couramment rencontrées. La solution proposée dans cette communication ne s'appuie sur aucune source additionnelle d'énergie mais exploite l'énergie des harmoniques générées par la puce. La faisabilité d'une telle approche est démontrée en alimentant un capteur de température uniquement à partir de signaux harmoniques, signaux traditionnellement non utilisés et dont l'énergie est donc perdue.

Performances of rectennas subject to uncertain EM environment

S. Lallechere^a and B. Ravelo^b

^a*Institut Pascal, 4 avenue Blaise Pascal, 63178 Aubière, France*

^b*IRSEEM, Avenue Galilée, 76801 Saint Etienne Du Rouvray, France*

This paper is aimed to the sensitivity analysis of RF rectenna. The rectenna is essentially constituted by the reception antenna, DC-pass filter and a rectifier. The antenna is assumed as modelled by a current source in parallel with RL-input impedance. A DC-filter is designed with a LC cell. The final stage is the rectifier with diode and a capacitor. The whole system was simulated in SPICE environment by harvesting 433MHz, 868MHz and 2.45GHz RF electromagnetic energy. The sensitivity analysis on rectenna efficiency in function of the antenna input impedance and rectifier parameters is performed.

Analyse du système linéaire optimal pour les communications multiporteuses au-delà de la cadence de Nyquist.

A. Marquet^a, C. Siclet^a et D. Roque^b

^a*Gipsa-lab, 11 rue des mathématiques, F-38000 Grenoble, France*

^b*ISAE-Supaéro, 10 avenue Edouard Belin, 31055 Toulouse, France*

Dans un contexte de raréfaction des ressources spectrales, les modulations au delà de la cadence de Nyquist (ou FTN pour faster-than-Nyquist) permettent d'augmenter l'efficacité spectrale, mais induisent en contrepartie de l'interférence entre impulsions de mise en forme (IEI). La plupart des travaux impliquant des modulations FTN multiporteuses se concentrent sur la compensation de l'IEI par des approches non-linéaires (égalisation, codage), sans attention particulière portée à l'optimalité de l'émetteur-récepteur linéaire présent en amont. Dans cette article, nous nous intéresserons à l'analyse des performances de l'émetteur-récepteur FTN multiporteuse optimal en termes de maximisation du rapport signal sur bruit plus interférence (RSIB)

sur canal à bruit additif blanc gaussien (BABG). Nous montrerons que dans ce cas, l'interférence peut être considérée gaussienne, ce qui nous mènera au calcul de l'expression analytique de la probabilité d'erreur. À partir de cette expression, nous montrerons comment les performances du système linéaire peuvent prédire celles de récepteurs utilisant des méthodes non-linéaires de compensation de l'interférence. Ces méthodes de prédiction des performances permettent notamment d'éviter de recourir à des simulations lors de la conception de systèmes de transmission FTN multiporteuses.

Spatial Channel Sounder for MU-MIMO Emulation

Balde, S. Avrillon, C. Brousseau, D. Lemur and B. Uguen

IERE, 263 Avenue du Général Leclerc, 35042 Rennes, France

This paper presents a versatile spatial Vector Network Analyser (VNA) channel sounder exploiting a four axis positioner and optical transposition devices which allow a large separation between Tx and Rx antennas. To illustrate its versatility, the channel sounder can be used over several frequency bands of interest for the development of future multi antenna systems. This channel sounder allows to acquire a large number of static channel matrices through a properly sampled region of space in order to retrieve the time-varying behaviour of the MIMO and MU-MIMO channel. An indoor LOS 4 x 8 MIMO channel measurement data acquired in a small room along a 0.7m translation is presented to illustrate the capabilities of the sounder.

Développement de capteurs passifs sans fil pour des applications au génie civil

R. Khalifeh^a, B. Lescop^a, F. Gallée^b, G. Le Roux^c et S. Rioual^c

^a*LABSTICC/LMB, Université/Brest 6 av le goueu, 29285 Brest Cedex, France*

^b*Telecom Bretagne LABSTICC, Technopole Brest, 29200 Brest Cedex, France*

^c*LABSTICC/LMB, 6 av le goueu, 29285 Brest Cedex, France*

Un capteur passif sans fil inspiré de la technologie RFID chipless est proposé pour des applications au génie civil. Pour cela, un résonateur radiofréquence (RF) permettant le monitoring de la diffusion de l'eau dans des matériaux diélectriques est décrit. La méthode est basée sur la variation de la transmission de l'onde électromagnétique dans le résonateur lors d'un changement de la permittivité diélectrique du matériau étudié. Dans ce travail, nous décrivons tout d'abord les résultats obtenus par des simulations électromagnétiques. Ces derniers sont ensuite comparés à des caractérisations expérimentales, ce qui confirme la faisabilité de la méthode. Deux applications concernant le contrôle de la diffusion de l'eau dans un revêtement organique et dans du mortier sont proposées. L'intégration de ce résonateur au sein d'un démonstrateur incluant des antennes sera finalement discutée.

Récupération d'énergie dans la bande RFID UHF pour capteurs connectés

A. Safraou^a, E. Bourdel^b, P. Bacot^a, S. Dudret^c, F. Verpillat^a et B. Granado^d

^a*Air Liquide Services, Tour Eqho, 2 avenue Gambetta, 92400 Courbevoie, France*

^b*ETIS UMR 8051 ENSEA/UCP/CNRS, ENSEA - 6 avenue du Ponceau, 95000 Cergy, France*

^c*Air Liquide, Tour Eqho, 2 avenue Gambetta, 1 chemin de la Porte des Loges, 78350 Les Loges En Josas, France*

^d*Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France*

La gestion de stocks à l'aide de tags RFID, pratique aujourd'hui courante, permet un gain de temps et de visibilité sur les activités logistiques, de l'approvisionnement à la vente des produits. Si dans certains secteurs économiques, la simple consultation par

voie RFID de l'identifiant d'un produit suffit à la gestion du stock, dans d'autres secteurs, des informations plus riches relatives à l'état du produit sont nécessaires. Pour réaliser ces mesures, ou tout autres nécessaires à une gestion analytique efficace des stocks, il est souvent nécessaire d'adjoindre aux tags RFID un ensemble de capteurs gérés par un micro-contrôleur. La technologie RFID utilisée en gestion de stocks est une technologie passive – le tag n'embarque aucune source d'énergie. La seule énergie disponible provient donc de l'onde radio incidente, émise par le lecteur RFID, et qu'il faut récupérer au niveau du tag. Nous nous intéressons ici plus particulièrement à la RFID UHF, opérant selon la norme ISO 18000-6c dans la bande 865,5 MHz – 868,5 MHz. Nous présentons les travaux de définition d'une architecture de récupération d'énergie dans la bande UHF au niveau du tag.

14h10-14h40 Keynote

Récupération d'énergie et autonomie énergétique des objets connectés

S. Boisseau

CEA-LETI, 17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble, France

Les objets connectés sont un marché en plein essor dont le but est d'ajouter de l'intelligence et de la connectivité aux objets de notre quotidien, aux capteurs industriels, aux compteurs d'eau, d'électricité... Un des verrous majeurs des objets connectés et à plus long terme de l'Internet des Objets (IoT) est l'autonomie énergétique. Ce verrou majeur peut cependant être levé grâce à la récupération et à la transformation en électricité de l'énergie présente dans l'environnement du dispositif sans-fil communicant (lumière, gradient thermique, vibrations). Grâce à une réduction de la consommation énergétique des composants et des fonctions électroniques (capteurs, microcontrôleurs, RF,...), les capteurs autonomes communicants et les objets connectés alimentés par la récupération d'énergie sont d'ores et déjà une réalité. Plusieurs systèmes de récupération d'énergie, leurs électroniques de gestion associées ainsi que différentes preuves de concept de capteurs autonomes communicants seront proposés lors de cette présentation.

15h00–16h20 Session : « Radiocommunication faible consommation 2, *Low Power Radiocommunication 2* »

Présidents de séance, *Chairs* : **Nathalie Rolland, Christian Person**

Inter-cell Interference Coordination for Backhaul-aware Small Cell DTX

A. De Domenico et D. Kténas

CEA/LETI, 17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble, France

In this paper, we investigate small cell discontinuous transmission in heterogeneous cellular networks, and we propose a network management function that takes jointly into account the power consumption of Radio Access Network (RAN) and backhaul (BH). Additionally, the small cell activity is dynamically orchestrated in a centralized way to avoid excessive inter-cell interference among neighbouring small cells. We first discuss the need for joint RAN and backhaul optimization in future heterogeneous wireless networks. Then, we propose an innovative small cell architecture and an associated

Fuzzy Q-Learning controller that combines Reinforcement Learning (RL) and Fuzzy Inference System (FIS) theory to enable system optimization in realistic environments.

Power Analysis for Automated Adapted Reconfigurable OFDM Transmitter

M.A. Rihani^a, J.-C. Prévotet^a, F. Nouvel^a, M. Mroue^b and Y. Mohanna^b

^a*IETR-INSA Rennes, 20 avenue des buttes de Coësmes, 35708 Rennes, France*

^b*Lebanese University, Hadath Campus, 6573/14 Beirut, Liban*

The Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) technique is the core of most recent generations of wireless communication systems. This popular technique is found in most smart phones and embedded systems. For these advanced systems, power has been the main subject of interest in the context of green technologies. To improve the performance of the communication systems in fading wireless channels, researchers have proposed new techniques and methodologies. The adaptive modulation is one of these techniques. In parallel with these new communication schemes, circuit architectures have also greatly evolved. For example, Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) are suitable for implementing the physical layer of wireless systems. This is made possible thanks to their high level of performance, flexibility, and bit level programming. In these devices, the Dynamic Partial Reconfiguration (DPR) concept constitutes a promising technique for reconfiguring only a specific area within the circuit. This technique offers efficient resource utilization, reduced power consumption and permits optimizing the configuration time. Also, the DPR concept provides flexibility in updating design for reconfigurable systems. In our system, we will apply the DPR concept automatically for an adapted OFDM system and evaluate the impact of applying this technique on the power consumption of the system.

Performance of low power RFID tags based on modulated backscattering

Z. Mhanna, A. Sibille et R. Contreras

Télécom ParisTech, 46 Rue Barrault, 75013 Paris, France

This work addresses the modelling of the main radio channel issues involved in Ultra Wideband (UWB) modulated backscattering (MBS) RFID systems. Such systems will likely combine several readers, in order to provide both the detection and localization of tags operating in MBS. Two successive measurements campaigns have been carried out in an indoor reference scenario environment. The first is intended to verify the basic principles and methods and serves as a way to validate the RFID backscattering measurement setup. The second represents a real use case for RFID application and allows to quantitatively analyse the attenuation measurements between reader antennas and tags, which depend on the reader antenna characteristics and the tag antenna characteristics, including the polarization. We show that, by appropriately tuning the reader antenna characteristics, the 4th power distance dependence can be reduced, hence providing an enhanced detection range.

Co-conception hardware / software pour la minimisation de la consommation d'un nœud de capteur dans un réseau zigbee

F. Itoua Engoti, R. Quéré et M. Lalande

XLIM - Université de Limoges, 16 rue Jules Vallès, 19100 Brive La Gaillarde, France

Dans cet article nous proposons une contribution à la minimisation de la consommation d'un nœud de capteur à travers une Co-conception hardware / software pour un réseau zigbee. Le réseau déployé a pour objet le diagnostic énergétique dynamique d'un bâtiment public pour sa modélisation énergétique. Il est implanté dans un bâtiment

d'enseignement de 3 étages, comprend 50 nœuds répartis sur les 3 étages et chaque nœud gère en moyenne 3 capteurs. Cette étude permet la prise en compte de quelques paramètres matériels et logiciels avant la mise en place d'un réseau zigbee.

16h20-16h50 Keynote

Space solar power - activities and progress

L. Summerer

ESA/ESTEC, Keplerlaan 1, 2201 AZ Noordwijk, Nederland

Following the formulation of the conceptual idea a few decades earlier, Peter Glaser proposed the first engineering concept of a fundamentally new approach to global energy. Based on advances in photovoltaic power generation and wireless power he proposed an orbiting satellite that would benefit from permanent and high solar irradiation to generate in space electricity that would be wirelessly transmitted to receiving stations on Earth, overcoming the terrestrial intermittency of solar energy generation, as well as weather and seasonal variations. While the essence of the basic concept has not changed, both the enabling technology and the conceptual approaches have advanced substantially since 1968.

The concept has attracted varying attention from space fairing nations, initially dominated by governmental efforts (intense but short-lived in the US, steady and focussed on R&D in Japan and more recently substantial activities in China and India) and following the trend of both the space and the energy sector, increasingly by the private sector.

This talk will provide an overview of the current state of research on space solar power and attempt an outlook of the impact of recent advances on space solar power concepts.

REMISE DE LA MEDAILLE DU CNFRS A WLODEK KOFMAN *AWARD OF THE CNFRS MEDAL TO WLODEK KOFMAN*

Wlodek Kofman a développé, mis en œuvre, pour l'observation spatiale, des techniques de traitement du signal et des méthodes d'analyse de donnée ainsi que, pour les besoins d'interprétation, des modèles théoriques. Son activité de recherche, pluridisciplinaire, initialement orientée vers le traitement du signal, a évolué vers l'étude de l'environnement terrestre, pour se consacrer depuis une vingtaine d'années à la planétologie. De nombreuses campagnes de mesures et séjours à l'étranger ont ponctué sa carrière scientifique.

La physique de la thermosphère, de l'ionosphère et du plasma ionosphérique a été le thème principal de ses investigations pendant une vingtaine d'années. Dans ses travaux il a cherché à comprendre et à prédire les phénomènes qui gouvernent l'ionosphère aurorale et polaire. Ces phénomènes ont pu être appréhendés, entre autres, grâce aux radars à diffusion incohérente (ISR) d'EISCAT*, situés dans la zone aurorale et au Svalbard - région du cornet polaire. Wlodek Kofman a participé au projet à partir de 1973, initialement comme chercheur puis pendant sept années en tant que membre du Conseil scientifique et au sein du Conseil d'administration qu'il a présidé pendant 2 ans. Sa contribution au développement d'EISCAT tant sur le plan scientifique que technique fut très significative.

En 1976, il a proposé en collaboration avec le Stanford Research Institute une expérience de mesure des raies de plasma dans la zone aurorale, en utilisant comme appareil de mesure un corrélateur à large bande construit en France par le CEA-LETI en liaison avec le CNET-CRPE et le CEPHAG où il travaillait. Il a préparé et effectué deux séries d'expériences avec l'ISR à Chatanika (Alaska). Puis il a installé le corrélateur « plasma » sur le site d'EISCAT et a mené à bien les premières expériences de mesures des raies de plasma. Il a également travaillé avec les radars de Sondre-Stromfjord (Groenland) et d'Arecibo (Porto Rico). Enfin, il a participé au groupe de travail international qui a préparé, défendu au niveau international et piloté la construction du nouveau radar ISR au Spitzberg.

Au cours des vingt dernières années, Wlodek Kofman s'est consacré à la planétologie au travers notamment d'expériences spatiales, utilisant des techniques radar appliquées à l'étude des surfaces et des subsurfaces planétaires. Le projet PRISM a ainsi eu pour objet l'étude de la distribution et du volume de glace dans le pergélisol de Mars et a constitué l'un des projets scientifiques de la mission franco-soviétique Mars 96. Le guiderope traînant sur le sol pendant la nuit, devait permettre l'acquisition de profils continus du milieu de propagation (contrastes de permittivité). Wlodek Kofman a, de facto, dirigé, au Service d'aéronomie du CNRS, le développement d'un radar basse fréquence devant être intégré au guiderope d'un aérostat navigant dans l'atmosphère martienne pour l'acquisition de profils continus du milieu de propagation, qui a été testé en Antarctique et au Svalbard.

Bien que cette mission franco-russe ait été annulée, l'expérience acquise par Wlodek Kofman lui a permis de proposer l'expérience CONSERT pour la mission ROSETTA de l'ESA, reposant sur un radar imageur. Son objectif est la caractérisation de la structure interne du noyau cométaire par sondage radio entre l'orbiter ROSETTA et le lander PHILAE. Le succès majeur de la mission ROSETTA et de CONSERT ouvre la voie à la tomographie des petits corps et sera mise en œuvre aussi pour l'étude des astéroïdes.

Ses travaux ont fait l'objet de 144 publications dans des revues avec comité de lecture et ont été présentés lors de nombreux congrès scientifiques.

Au cours de sa carrière au CNRS il a rempli plusieurs fonctions d'intérêt collectif, comme la direction du Laboratoire de planétologie de Grenoble, le rôle d'éditeur en chef des Annales Geophysicae, ou le poste de Conseiller scientifique à la Direction de la recherche à l'Ecole polytechnique. Il est membre de nombreuses instances et sociétés scientifiques des plus renommées. Le nom « Wlodekofman » a été donné à l'astéroïde 13368. Enfin l'ensemble de ses travaux lui ont valu d'être promu Chevalier de la Légion d'honneur.

Wlodek Kofman est aujourd'hui Directeur de recherche au CNRS IPAG Grenoble et également professeur/chercheur invité au « Space Research Center, Polish Academy of Sciences », Varsovie (depuis 2012) et au « Jet Propulsion Laboratory », Caltech (depuis 2013)

Wlodek Kofman has developed and implemented signal-processing techniques and data analysis methods, together with theoretical models, intended for spatial observations. His research activities, multidisciplinary in nature and initially focused on signal processing, subsequently evolved towards the study of the earth environment, then to planetology over the last twenty years. Numerous measurement campaigns and research periods abroad have been milestones in his scientific career.

The physics of the thermosphere, of the ionosphere and of the ionospheric plasma has been the major subject of his investigations for about twenty years. In his works, he tried to understand and predict the phenomena governing the auroral and polar ionosphere. These phenomena could be approached, in particular, thanks to EISCAT incoherent scatter radars (ISR) located in the auroral zone and at Svalbard in the polar region. Wlodek Kofman has taken part in the project from 1973, first as a researcher then as member of the Scientific Council for seven years, then within the Board, which he chaired over two years. His contribution to the development of EISCAT, both on scientific and on technical matters, was very significant.*

In 1976, he proposed to measure plasma spectral lines in the auroral zone, in collaboration with the Stanford Research Institute. The experiment was based on a wide band correlator built in France by CEA-LETI, together with CNET-CRPE and with his current laboratory at this time (CEPHAG). He prepared and carried out two series of experiments at Chatanika (Alaska), then settled the plasma correlator on the EISCAT site. He led the first experiments to measure the targeted plasma lines. He also worked with radars at Sondre-Stromfjord (Greenland) and at Arecibo (Puerto Rico). Finally, he took part in the international working group that has prepared, internationally promoted and directed the building of the new ISR radar on the Spitzbergen.

Along the last twenty years, Wlodek Kofman has dedicated himself to planetology, notably through space experiments using radar techniques applied to the study of surfaces and subsurfaces of planets. The PRISM project aimed at investigating the distribution of the volume of ice in the permafrost of Mars and has been one of the scientific projects intended for the French-Soviet mission Mars 96. The guiderope being dragged on the ground at night was assumed to allow acquiring continuous profiles of the propagation medium. Wlodek Kofman has, de facto, led in the Aeronomy Service of CNRS to the development of a low frequency radar that was to be integrated to the guiderope of an aerostat moving in the Martian atmosphere, which has been tested in Antarctica and at Svalbard.

Although this French-Russian mission was abandoned, the experience gained by Wlodek Kofman allowed him to propose the experiment CONSERT for the ROSETTA (ESA) mission, which rests on an imaging radar. Its goal is to characterize the internal structure of the comet nucleus through radio sounding between the Orbiter ROSETTA and the Lander PHILAE. The major success of the ROSETTA mission and of the CONSERT opens the way to the tomography of small bodies, which will also be implemented for the study of asteroids.

His works were disseminated to the scientific community through 144 publications in refereed journals and have been presented at many scientific symposia.

During his career in CNRS he took several responsibilities such as the direction of the "Laboratoire de Planétologie de Grenoble", the role of editor in chief of "Annales Geophysicae" or a position as scientific advisor at the Direction of Research in "Ecole polytechnique". He is member of many instances and societies of very high level. The name "Wlodekofman" has been given to asteroid 13368. Finally, the whole set of his professional activities motivated the authorities to deliver him the "Chevalier de la Légion d'honneur" medal, a high distinction in France.

Wlodek Kofman is currently Director of Research at CNRS IPAG Grenoble. He is also invited professor/scientist at "Space Research Center, Polish Academy of Sciences", Warsaw (since 2012) and at "Jet Propulsion Laboratory", Caltech (since 2013).

*EISCAT (European Incoherent Scatter Scientific Association)

La médaille du CNFRS, décernée sous l'égide de l'Académie des sciences, est destinée à honorer une personnalité scientifique qui contribue, ou a contribué au cours des 6 dernières années au moins, à des avancées remarquables dans le domaine des radiosciences, et a participé à l'animation scientifique de la communauté française et internationale.

Cette contribution peut concerner des progrès dans le domaine de la connaissance et/ou l'apport des radiosciences au monde socio-économique et/ou la dissémination vers la communauté des radiosciences, les jeunes scientifiques ou le grand public.

The CNFRS medal, awarded under the auspices of the Academy of Science, is intended to honour a scientist who contributes or has contributed in the past six years at least, to remarkable advances in the field of radio science and has been involved in the scientific animation of the French and international community. This contribution may relate to progress in the field of knowledge and/or the contribution of radio science to the socioeconomic world and/or the spread toward the radio science community, the young scientists or the general public.

PRIX URSI ETUDIANT, *STUDENT URSI PRIZE*

Un prix URSI de 500 euros sera attribué, mercredi 16 mars, par le comité scientifique, à la meilleure communication présentée par un doctorant.

A URSI prize of 500 euros will be awarded on Wednesday March 16, by the Scientific Committee, to the best paper presented by a doctoral student.

MODALITES PRATIQUES, PRACTICAL MODALITIES

PUBLICATIONS – EDITIONS

Les **textes des conférences invitées et des communications** seront consultables en ligne sur le site d'URSI-France : <http://www.ursi-france.org>

Après avis du Comité scientifique, certains auteurs seront invités à publier un article, soit dans un numéro thématique des Comptes rendus Physique de l'Académie des sciences, soit dans la Revue de l'électricité et de l'électronique (REE).

Responsables des publications : **Prof. Smail Tedjini & Dr. Apostolos Georgiadis.**

The papers will be available online via the URSI-France website: <http://www.ursi-france.org>

*After selection by the Scientific Committee, some authors will be invited to publish a paper either in a special issue of the "Comptes rendus Physique" of the Academy of Sciences or in the "Revue de l'électricité et de l'électronique" (REE). Guest editors: **Prof. Smail Tedjini & Dr. Apostolos Georgiadis.***

ORGANISATION

COMITE SCIENTIFIQUE, SCIENTIFIC COMMITTEE	COMITE D'ORGANISATION, ORGANIZING COMMITTEE
Président : Smail Tedjini , LCIS, Université Grenoble-Alpes Emmanuel Bergeret , IM2NP, Polytech' Marseille Frédérique De Fornel , ICB, Université de Bourgogne, Dijon Yvan Duroc , Ampere, Lyon 1 Laurent Dussopt , CEA Grenoble Jean-Marc Laheurte , ESYCOM, Paris-Est Marne la Vallée Yves Louet , IETR, CentraleSupélec, Rennes Jacques Palicot , CentraleSupélec, Rennes Christian Person , LabSTICC, Telecom-Bretagne, Brest Nathalie Rolland , IRCICA, Université de Lille 1 Alex Takacs , LAAS, Université de Toulouse III Paul Sabatier Thierry Taris , IMS, IP Bordeaux	Président : Jacques Palicot , CentraleSupélec, Rennes Coprésident : Yves Louet , CentraleSupélec, Rennes Carlos Bader , CentraleSupélec, Rennes Karine Bernard , CentraleSupélec, Rennes Frédérique de Fornel , ICB, Université de Bourgogne, Dijon Vincent Gouldieff , CentraleSupélec, Rennes Joël Hamelin , URSI-France Christophe Moy , CentraleSupélec, Rennes Malek Naoues , CentraleSupélec, Rennes Alain Sibille , Télécom ParisTech Hervé Sizun , URSI-France Smail Tedjini , LCIS, Université Grenoble-Alpes

PARTICIPATION, REGISTRATION FEE

Une **participation aux frais de 220 €** est demandée à tous les participants. Elle comprend les déjeuners et pauses café. Un **tarif réduit de 125 €** sera accordé aux étudiants et aux seniors.

Un **dîner de gala** rassemblera le **15 mars au soir** les participants aux Journées, une **participation de 30 €** est demandée.

Pour **47 €** supplémentaires le **numéro thématique** des Comptes rendus Physique de l'Académie des sciences, reprenant les principales contributions de ces Journées, sera adressé à l'acquéreur dès parution au début 2017.

A registration fee of 220 € will be asked to each participant. It includes, among other, lunches and coffee breaks. A 125 € reduced fee will be applied to students and seniors.

March 15 evening, a Gala dinner will bring together the Workshop participants; a € 30 fee will be requested.

With an additional 47 € you will receive the special issue of the "Comptes rendus Physique" of the Academy of Sciences, which will gather the key contributions of the Workshop. It will be sent to you when released, early 2017.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES, MISCELLANEOUS

Vous pourrez trouver toutes informations utiles relatives aux Journées scientifiques 2016 sur le site d'URSI-France : <http://www.ursi-france.org>

You can find all relevant information on 2016 Workshop on the site of URSI-France: <http://www.ursi-france.org>.

AVEC LE SOUTIEN DE :



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences



CentraleSupélec

ENENSYS



COMITÉ NATIONAL FRANÇAIS DE RADIOÉLECTRICITÉ SCIENTIFIQUE UNION RADIO SCIENTIFIQUE INTERNATIONALE

Siège social : Académie des Sciences, 23 quai de Conti, Paris 6^{ème}

Site Internet : <http://ursi-france.mines-telecom.fr>

Adresse postale : Alain Sibille, Secrétaire général d'URSI-France,
Télécom ParisTech, 46 rue Barrault, 75634 Paris Cedex 13
Téléphone : 01 45 81 70 60

Courriel : ursi-france@mines-telecom.fr