

DOSSIER DE PRESSE RÉGIONAL – RENNES – 22 SEPTEMBRE 2022

Une nouvelle halle technologique pour les vingt ans de l'IETR



Plateau CAMILL © Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS Photothèque

Contacts

CNRS | Alexiane Agullo | T +33 02 99 28 68 85 | alexiane.agullo@cnrs.fr

Université de Rennes 1 | Typhaine Lambart-Diouf | T +33 6 49 09 06 20 | typhaine.lambart@univ-rennes1.fr



SOMMAIRE

<u>Communiqué de presse</u>	p.3
<u>Lexique</u>	p.5
<u>L'IETR en bref</u>	p.5
<u>Cacendra, Camill et Idem au cœur de la nouvelle halle technologique</u>	p.6
<i>La nouvelle halle technologique c'est aussi</i>	p.7
Le plateau technique bio-électromagnétisme :	p.7
<i>Fait marquant : rendre les capsules ingérables polyvalentes</i>	
Le plateau PE2M (prototypage électrotechnique et micromécanique)	p.8
<i>Fait marquant : Dlink, une antenne ultraplate à large bande pour les communications satellitaires</i>	
Le plateau COMET (conception d'outils métrologiques de télédétection)	p.9
Le plateau RFID.....	p.9
Le plateau STREAM (<i>Softwares and Tools for Radiation Estimation, Analysis and Modeling</i>).....	p.9
La plateforme Matrix : matériaux multifonctionnels pour dispositifs communicants.....	p.10
<i>Fait marquant : des antennes en matériaux composites discrètes, légères et robustes</i>	
<i>Les partenaires et le financement de la halle</i>	p.11
<u>Focus sur quelques résultats récents du laboratoire</u>	p.12
Pour une conception écoresponsable des circuits électroniques	p.12
<i>Plateforme NanoRennes</i>	
Réduire la consommation énergétique liée à la diffusion de vidéos	p.13
<i>Plateforme Diva</i>	
De nouveaux radars pour la télédétection spatiale	p.14
<i>Plateforme PIMA</i>	
Des ondes aux propriétés insoupçonnées	p.15
<i>Plateforme QOSC</i>	
<u>Sélection de photos</u>	p.17



COMMUNIQUÉ DE PRESSE REGIONAL – RENNES – 22 SEPTEMBRE 2022

L'IETR inaugure à Rennes une nouvelle halle technologique pour ses 20 ans

C'est un jour de fête pour l'IETR (CNRS/CentraleSupélec/Insa Rennes/Nantes Université /Université de Rennes 1), ce jeudi 22 septembre 2022. En clôture de son vingtième anniversaire, après des événements à Nantes (44), Saint-Brieuc (22) et Monterfil (35), le laboratoire inaugure une nouvelle halle technologique sur son site rennais, au cœur du campus de Beaulieu, en présence de David Alis, président de l'Université de Rennes 1, de Serge Verdeyme, délégué scientifique à l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes du CNRS, de Christophe Bidan, directeur du campus de Rennes de CentraleSupélec, d'Hervé Folliot, directeur de la recherche à l'Insa Rennes, de Jean-Luc Chenu, président du Conseil départemental d'Ille-et-Vilaine, d'Olivier David, vice-président du Conseil régional de Bretagne et d'Emmanuel Berthier, préfet de la région Bretagne, préfet d'Ille-et-Vilaine. Infrastructures numériques et cybersécurité mais aussi santé, énergie, environnement et mobilités, sont au cœur des recherches menées à l'IETR, notamment grâce à ses nombreuses plateformes, dont les trois chambres anéchoïques, de la nouvelle halle technologique.

Historiquement établi dans les domaines de l'électronique et des télécommunications, l'Institut d'électronique et des technologies du numérique (IETR - CNRS/Centrale Supélec/Insa Rennes/Nantes Université/Université de Rennes 1) se positionne résolument sur le développement des technologies du numérique. Aujourd'hui, cette forte dynamique permet à l'IETR de répondre à des enjeux sociétaux majeurs, notamment en matière d'infrastructures numériques, d'énergie, de santé, d'environnement, de cybersécurité et de mobilités.

L'IETR évolue au premier plan européen de la recherche, que ce soit dans le domaine des ondes électromagnétiques (antennes, radar, propagation, localisation, bio-électromagnétisme, compatibilité électromagnétique), des matériaux et micro-technologies, de l'image et des signaux, des systèmes embarqués et de l'électronique embarquée à fort enjeu de sécurité et de sobriété, ou des communications numériques. Il s'attaque à de multiples défis liés à la transformation numérique de la société mais aussi aux transitions à venir en termes d'environnement, d'écologie et de santé. Très largement impliqué dans de multiples partenariats industriels et de recherche collaborative, l'IETR mène ses projets de recherche de bout en bout : de l'analyse théorique à la preuve de concept.

La nouvelle halle technologique, et notamment ses trois salles anéchoïques¹, renforcera l'offre du laboratoire en matière d'infrastructures expérimentales technologiques et métrologiques pour la caractérisation, en environnement contrôlé, de systèmes antennaires, à des fins de quantification ou de qualification. Elle permettra également de mettre en œuvre des expérimentations de pointe pour le bio-électromagnétisme (étude des interactions électromagnétiques avec le vivant), la RFID, les technologies très haut-débit sub-térahertz, le développement de systèmes radars pour l'observation et le suivi environnemental, ou encore l'imagerie électromagnétique et les études de propagation dans les milieux complexes.

¹ Une chambre anéchoïque est une salle d'expérimentation dont les parois absorbent les ondes sonores ou électromagnétiques. Elle ne produit pas d'écho pouvant perturber les mesures.



La construction de la halle technologique, inscrite au CPER immobilier 2015-2020, a bénéficié de financements à hauteur de 3.8 M€ répartis comme suit :
CPER 2015-2020 : 2.935 M€ de la part de l'Etat (1.159 M€), la Région Bretagne (454 k€), le Département Ille-et-Vilaine (661 k€) et Rennes Métropole (661 k€),
CPER équipements : 104k€ de participation pour installations spécifiques à la recherche dans les locaux Hors CPER : 430 k€ de la Région Bretagne, 210 k€ de la métropole, et 105 k€ de l'IETR.
Une partie significative des équipements recherche hébergés dans la halle technologique ont été acquis dans le cadre du CPER recherche 2015-2020 « STIC & Ondes ».



L'inauguration de la Halle a été organisé avec le soutien de la SATT Ouest Valorisation, du regroupement UniR et de la Fondation Rennes 1.



Plateau CAMILL © Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS Photothèque

Contacts

Presse CNRS | Alexiane Agullo | T +33 02 99 28 68 85 | alexiane.agullo@cnrs.fr
Université de Rennes 1 | Typhaine Lambart-Diouf | T +33 6 49 09 06 20 | typhaine.lambart@univ-rennes1.fr

Lexique :

Antenne : dispositif permettant d'émettre ou capter les ondes électromagnétiques. Les antennes sont les éléments fondamentaux de tous les systèmes radioélectriques.

Onde électromagnétique : catégorie d'ondes qui peuvent se déplacer dans un milieu de propagation, comme le vide ou l'air, avec une vitesse avoisinant celle de la lumière, soit près de 300 000 kilomètres par seconde. Elles correspondent aux oscillations couplées d'un champ électrique et d'un champ magnétique, dont les amplitudes varient au cours du temps. Les ondes électromagnétiques transportent de l'énergie mais elles sont aussi capables de transporter de l'information. C'est pourquoi elles sont utilisées dans le domaine des communications sans fils. Elles sont caractérisées par leur fréquence, c'est-à-dire le nombre d'oscillations en une seconde. La fréquence est exprimée en Hertz (Hz). Une autre de ses caractéristiques est la longueur d'onde, c'est-à-dire la distance qui sépare deux oscillations de l'onde. Elle peut être inférieure au millimètre (on parle alors de « submillimétrique ») et peut dépasser plusieurs centaines de mètre.

L'IETR en bref :

Structuré en 6 départements et 13 équipes thématiques de recherche, les travaux menés à l'IETR relèvent de multiples défis scientifiques, majoritairement liés à la transformation numérique de la société, mais aussi à ses transitions en environnement, en énergie et en santé.

Implanté en Bretagne (Rennes, Saint-Brieuc, Lannion, Coëtquidan) et en Pays de la Loire (Nantes, Angers, La Roche-sur-Yon), l'IETR rassemble plus de 350 collaborateurs issus des 5 établissements et organismes tutelles du laboratoire (CNRS, CentraleSupélec, INSA Rennes, Nantes Université et Université de Rennes 1).

Les principaux domaines d'expertises de l'IETR couvrent les domaines des ondes électromagnétiques du MHz au THz (antennes, radar, propagation, localisation, bio-électromagnétisme, compatibilité électromagnétique), des matériaux et micro-technologies, de l'image et des signaux, des systèmes embarqués et de l'électronique embarquée à fort enjeu de sécurité et de sobriété, ou des communications numériques. Il s'attaque à de multiples défis liés à la transformation numérique de la société mais aussi aux transitions à venir en termes d'environnement, d'énergie et de santé. Très largement impliqué dans de multiples partenariats industriels et de recherche collaborative, l'IETR mène ses projets de recherche de bout en bout : de l'analyse théorique à la preuve de concept. Les travaux de l'IETR s'appuient sur la démonstration de preuves de concepts, rendue possible grâce à un ensemble remarquables d'infrastructures expérimentales métrologiques et technologiques, parfois uniques dans le domaine académique à l'échelle nationale ou européenne.

Le mot du directeur : Ronan Sauleau, professeur à l'Université de Rennes 1

« Nous sommes particulièrement fiers de la forte attractivité que les réussites et le dynamisme de l'IETR exercent sur les doctorants et doctorantes, post-doctorants et post-doctorantes et jeunes chercheurs et jeunes chercheuses, nombreux à nous rejoindre chaque année et ce du monde entier. Plus d'une trentaine de nationalités sont ainsi représentées dans nos équipes. L'Europe est également au cœur de nos activités, des projets FEDER² nous ayant permis de compléter nos plateformes pour l'ingénierie aéroportée et le photovoltaïque. Et avec, en moyenne par an, 75 nouveaux projets engagés avec une entreprise, une start-up créée et 10 brevets déposés, la recherche partenariale et la valorisation à l'IETR sont particulièrement intenses ! »

Contact : ronan.sauleau@univ-rennes1.fr

² Le Fonds européen de développement régional ou FEDER est l'un des fonds d'investissement de l'Union européenne. Il vise à renforcer la cohésion économique et sociale au sein des différentes régions de l'Union européenne.

CACENDRA, CAMILL et IDEM au cœur de la nouvelle halle technologique

La nouvelle halle technologique de l'IETR rassemble les huit plateaux techniques de la plateforme M²ARS (*Manufacturing, Measurement, Analysis of Radiating Systems*). Cette plateforme propose de nombreux outils scientifiques permettant la caractérisation et le prototypage indispensables aux activités de recherche autour des systèmes antennaires de l'IETR et de ses partenaires.

M²ARS se positionne comme une plateforme d'envergure internationale, mettant à disposition de ses partenaires institutionnels ou privés cet ensemble unique de plateaux techniques et de compétences pour la caractérisation en environnement contrôlé du rayonnement de systèmes antennaires, de 100 MHz à 500 GHz. Ses activités comprennent également le développement de systèmes de mesures pour l'étude du rayonnement électromagnétique ou de ses effets en environnement contrôlé, réaliste ou naturel.

Les principaux plateaux de M²ARS sont constitués de trois grandes chambres anéchoïques :

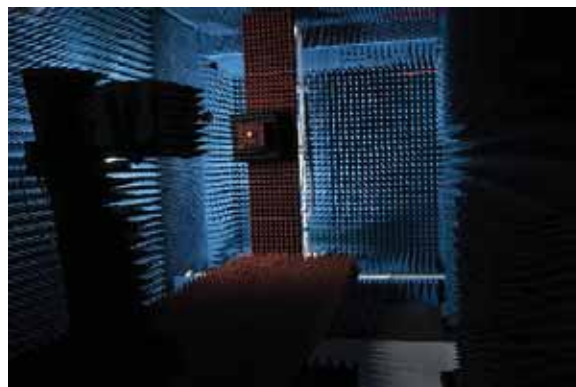
Idem : imagerie et diagnostic électromagnétique

Au sein d'une chambre anéchoïque de 4m x 4m x 14m, Idem est doté d'un scanner plan permettant de cartographier la répartition du champ à proximité des antennes afin de produire des images électromagnétique de systèmes rayonnants et de procéder à son diagnostic. Idem dispose également de bancs de mesure quasi-optiques en espace libre pour la caractérisation de matériaux naturels ou artificiels (métamatériaux, méta-surfaces).

Camill : caractérisation d'antennes en bande millimétrique et submillimétrique

Depuis 30 ans, l'IETR développe un savoir-faire unique dans le domaine des systèmes antennaires en bandes millimétriques. Camill constitue le versant expérimental de cet axe de recherche de l'IETR. Elle est dimensionnée pour répondre aux besoins spécifiques de la caractérisation d'antennes de 18 GHz à 500 GHz.

N'utilisant initialement qu'une technique de mesure champ lointain³ par illumination directe, Camill s'est dotée d'un système d'illumination de type base compacte en 2014. Ce système est basé sur un réflecteur à bord roulé, dont les précisions d'usinage permettent son exploitation jusqu'à 300 GHz. Au sein de la halle technologique, Camill étend ses capacités de mesures et s'est dotée d'un nouveau système de positionnement dans une nouvelle enceinte anéchoïque de 4m x 4m x 14m. Une nouvelle base compacte sera installée dans Camill dès 2023. Camill dispose aussi d'équipements spécifiques de spectroscopie THz pour l'étude de nouvelles architectures antennaires à formateurs de faisceaux photoniques.



Plateau technique Camill (à gauche) et plateau technique Idem (à droite) © Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS Photothèque

³ Une antenne émet des champs électriques et magnétiques qui diffèrent selon la distance existante entre l'antenne et le point d'observation. On parle alors de zone de champ proche ou de zone de champ lointain.

Cacendra : caractérisation en bande centimétrique de dispositifs rayonnants

Cacendra offre des capacités de mesures champ lointain ou champ proche (mono-sonde sphérique, cylindrique, planaire), dans une enceinte anéchoïque de 6m x 6m x 15m. Elle est capable de prendre en charge des systèmes antennaires pouvant atteindre 3m de diamètre. L'intégralité des procédés de caractérisation des antennes sont développés en interne ; cela permet ainsi une maîtrise totale et une adaptabilité des outils aux besoins des équipes de recherche de l'IETR, et des partenaires académiques ou privés.

Contact : Laurent Le Coq (Université de Rennes 1) - Laurent.Le-Coq@univ-rennes1.fr

La nouvelle halle technologique c'est aussi :

Le plateau technique bio-électromagnétisme :

Le plateau technique de bio-électromagnétisme de l'IETR contient des équipements dédiés à la dosimétrie électromagnétique et thermique, essentiellement en bande millimétrique et plus récemment en bandes haute fréquence et ultra haute fréquence.

Ce plateau est utilisé pour un large spectre d'expérimentations allant de l'exposition des cellules *in vitro* et la dosimétrie multi-physique associée, jusqu'à la caractérisation des interactions antenne / corps, par exemple pour les réseaux corporels sans fil, les vêtements communicants, l'humain connecté, etc. Ces travaux impliquent, pour certains, le développement, la réalisation et la caractérisation de nouveaux modèles électromagnétiques et thermiques du corps humain et des tissus. Les travaux dosimétriques s'appuient également sur l'utilisation de plusieurs stations de calcul hautes performances dotées de la dernière génération de cartes graphiques pour la modélisation multi-physique des scénarios d'exposition et/ou d'antennes sur le corps, de la bande haute fréquence (quelques MHz) jusqu'aux ondes millimétriques.

Fait marquant : rendre les capsules ingérables polyvalentes

La température interne d'un individu est un indicateur clé de son état physiologique. Actuellement, seuls quelques dispositifs invasifs (notamment des sondes œsophagiennes et rectales) permettent de suivre la température centrale en continu. Le développement de capsules endoscopiques polyvalentes, capables de supporter les extrêmes et imprévisibles des conditions internes de l'être humain, est donc un enjeu majeur de la télémétrie humaine. Problème : ces capsules ne peuvent exister sans la connexion sans fil, donc elles nécessitent des antennes miniatures et performantes. Or il est très difficile de transmettre un signal depuis l'intérieur du corps humain. En collaboration avec l'entreprise BodyCap, l'équipe de Denys Nikolayev (CNRS) à l'IETR a pourtant relevé le défi : deux brevets ont été déposés autour de la capsule e-Celsius de la société, qui communique en temps réel, et en continu, les données de température centrale⁴. Etudes théoriques sur la physique des ondes, calculs haute performances pour la simulation numérique du fonctionnement de l'antenne et surtout expérimentation dans la version précédente de Cacendra, l'équipe de Denys Nikolayev développe ces antennes adaptées au corps humains de bout en bout. Ils travaillent actuellement, en collaboration avec l'université de Singapour (NUS) et l'EPFL (Suisse) sur les nouvelles méthodes de transfert d'énergie sans fil, afin de pouvoir enlever les batteries de ces dispositifs, qui occupent plus de 90% de l'espace dans les capsules ingérables.

Contact : denys.nikolayev@univ-rennes1.fr

Capsule e-Celsius © BodyCap



⁴ La capsule est à usage unique. Elle est éliminée par les voies naturelles et permet donc un suivi de la température centrale sur une période correspondant au temps de transit (24-48h en moyenne).

Le plateau PE2M (prototypage électrotechnique et micromécanique) : PE2M regroupe un vaste parc matériel constitué de machines complémentaires, donnant accès à différentes technologies et permettant le dimensionnement de cycles de prototypages originaux basés sur une hybridation des technologies disponibles : prototypage mécanique (usinage à grande vitesse, électro-érosion par enfonçage, fabrication additive), prototypage électronique (instrumentation, équipements de report et câblage, ablation laser).



Plateau technique PE2M, plateforme M²ARS © Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS Photothèque

Fait marquant : Dlink, une antenne ultraplate à large bande pour les communications satellitaires



Des méga-constellations de milliers de satellites connecteront des milliards de personnes dans des zones reculées et fourniront des services de communication en tout point et à tout instant. L'un des éléments clés pour le déploiement massif de tels systèmes seront des terminaux utilisateurs faciles à déployer, à faible coût, et fonctionnant sur de larges bandes de fréquence et un large champ de vision pour garantir une connectivité optimale en mobilité. DLink est une antenne développée à l'IETR afin de répondre à ce défi. En un seul terminal, elle couvre les liaisons d'émission et de réception des communications par satellite en bande Ka⁵. Le succès de Dlink repose sur une réduction drastique du nombre de composants actifs des terminaux actuels. L'innovation repose sur l'utilisation de formateurs de faisceaux quasi-optiques pilotant un cœur d'antenne haute performance. Porté par Mauro Ettore (CNRS) et Ronan Sauleau (Université de Rennes 1), le projet Dlink a été sélectionné par le programme de prématuration du CNRS en 2021 et par le programme Rise du CNRS, destiné à l'accompagnement pour la création de start-up. Dans un avenir « au-delà de la 5G », les réseaux spatiaux coopéreront avec les réseaux terrestres pour fournir une connectivité sans couture. Le terminal de Dlink peut bénéficier de cette transition et assurer le lien d'accès aux réseaux spatiaux. Il a été développé en lien avec le plateau PE2M de M²ARS. L'équipe utilisera dans un future proche Camill et Cacendra.

Contact : mauro.ettore@univ-rennes1.fr

⁵ La bande K est une bande de fréquences du spectre électromagnétique allant de 18 à 27 GHz.

Le plateau COMET (conception d'outils métrologiques de télédétection) : COMET est spécialisé dans la conception, le développement et le déploiement de systèmes instrumentaux, y compris en environnements sévères (systèmes radars notamment) pour la télédétection, l'observation et le suivi environnemental.

Le plateau RFID : dédié aux applications RFID/NFC, ce plateau technique permet la mise en place de configurations réalistes de communication entre tags et lecteurs RFID pour la caractérisation de scénarios RFID complexes et non contrôlés, le test et validation de systèmes antennaires adaptés aux scénarios RFID, le test et l'évaluation de nouveaux protocoles RFID.

Le plateau STREAM (*Softwares and Tools for Radiation Estimation, Analysis and Modeling*) : l'objectif du plateau technique STREAM est de proposer et développer des méthodes numériques afin d'accroître les capacités des plateaux techniques de la plateforme M²ARS et soutenir les équipes de recherche avec lesquelles M²ARS interagit. Pour cela, des études sont menées sur des méthodes de traitements de données et des stratégies d'optimisation afin de tirer le meilleur parti des équipements.



Traitement des données de mesure acquises dans une des chambres anéchoïques de la plateforme M²ARS © Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS Photothèque

La plateforme Matrix : matériaux multifonctionnels pour dispositifs communicants

Matrix est une plateforme de l'IETR dédiée à l'étude de matériaux aux propriétés innovantes. Elle offre plusieurs moyens scientifiques et technologiques d'élaboration, de caractérisation et d'intégration de matériaux multifonctionnels allant de la recherche fondamentale jusqu'aux dispositifs démonstrateurs de niveau TRL 3 à 4⁶ pour des applications électroniques, hyperfréquences, autour des antennes (pour le civil et la défense), des capteurs intelligents, de la récupération et du stockage d'énergie. Plusieurs filières technologiques organiques et inorganiques sont étudiées par Matrix (matériaux composites, matériaux transparents, ferroélectriques, piezoélectriques, oxydes et oxynitrides complexes, etc.). Matrix dispose aussi d'un plateau de spectrométrie de masse haute résolution spécialisé en métabolomique⁷.

Fait marquant : des antennes en matériaux composites discrètes, légères et robustes

Intégrer des antennes en matériaux composites directement au sein de panneaux de navires ou d'éléments de carrosserie de véhicules, pour les rendre plus discrètes, robustes et légères, tel est l'objectif de la start-up Arcotenn, née au sein de l'IETR en lien avec le projet de recherche collaborative SAMCOM (systèmes antennaires en matériaux composites). Les membres de la start-up ont ainsi développé une antenne omnidirectionnelle, qu'ils ont intégré au toit d'un camping-car pour la réception de la Télévision Numérique Terrestre (TNT). Leur antenne permet une réception de qualité, et ce quelle que soit la direction de l'antenne-relais, même lors des phases de roulage du véhicule. Ce concept innovant va être décliné pour d'autres fonctions telles que la réception de la radio numérique, la localisation GPS ou la réception WiFi et pour d'autres types de véhicules (bus, cabine de camion, automobile).

Pour en savoir plus : <https://www.univ-rennes1.fr/actualites/une-antenne-tnt-integree-au-toit-dun-camping-car>

Contacts : xavier.castel@univ-rennes1.fr | mohamed.himdi@univ-rennes1.fr



Fabrication du toit du démonstrateur (toit de camping-car) avec la face extérieure gel-coatée (en blanc) de l'élément de toit intégrant les 8 antennes en matériaux composites © projet Samcom

⁶ Les TRL forment une échelle d'évaluation du degré de maturité atteint par une technologie. Le niveau 3 concerne la preuve analytique ou expérimentale des principales fonctions et/ou caractéristiques du concept et le niveau 4 la validation de composants et/ou de maquettes en laboratoire.

⁷ La métabolomique est l'étude de l'ensemble des métabolites (petites molécules) présents dans un organisme, une cellule, un tissu, un organe ou un organisme à un temps donné et dans des conditions données. L'ensemble de ces métabolites est nommé métabolome.



Les partenaires et le financement de la halle :

La construction de la halle technologique, inscrite au CPER immobilier 2015-2020, a bénéficié de financements à hauteur de 3.8 M€ répartis comme suit :

CPER 2015-2020 : 2.935 M€ de la part de l'Etat (1.159 M€), la Région Bretagne (454 k€), le Département Ille-et-Vilaine (661 k€) et Rennes Métropole (661 k€),

CPER équipements : 104k€ de participation pour installations spécifiques à la recherche dans les locaux
Hors CPER : 430 k€ de la Région Bretagne, 210 k€ de la métropole, et 105 k€ de l'IETR.

Une partie significative des équipements recherche hébergés dans la halle technologique ont été acquis dans le cadre du CPER recherche 2015-2020 « STIC & Ondes ».



L'inauguration de la Halle a été organisée avec le soutien de la SATT Ouest Valorisation, du regroupement UniR et de la Fondation Rennes 1.

Focus sur quelques résultats récents du laboratoire :

Pour une conception écoresponsable des circuits électroniques

Les activités du département OASIS (*Organic And Silicon Systems*) sont principalement liées au développement de procédés de fabrication pour la micro et nano électronique, pour l'élaboration de dispositifs intégrés (transistors, capteurs, etc.). Une partie de leurs activités se focalise sur une conception écoresponsable des circuits électroniques. La principale voie explorée est celle de la fabrication additive pour limiter le gaspillage des matériaux pendant la production. Cette technique a permis de développer des dispositifs sur des substrats biosourcés, voire directement sur des objets (électronique 3D). À plus long terme, leur objectif est de concevoir des dispositifs à partir de matériaux à faibles impacts environnementaux. Ces travaux ont déjà fait l'objet de publications et de dépôts de trois brevets ayant donné lieu à trois contrats de maturation (avec le CNRS et la SATT Ouest Valorisation). L'ensemble des actions menées est accompagné par la plateforme technologique NanoRennes.

Contact : emmanuel.jacques@univ-rennes1.fr

NanoRennes : plateforme régionale portée par le CNRS (Réseau RENATECH+), NanoRennes mutualise des moyens technologiques de l'IETR et de l'Institut FOTON (CNRS/Insa Rennes/Université de Rennes 1). En tant que plateforme, NanoRennes se veut ouverte à la réalisation d'études dans le cadre de contrats de collaborations ou de prestations. Elle accueille plus d'une vingtaine de projets par an pour le compte d'industriels (grands groupes, PME, start-ups, etc.) et d'académiques. Leur spectre de compétences permet d'accueillir tous types de demandes liées aux micro et nanotechnologies. Les moyens techniques couvrent un large éventail d'activités par exemple pour le développement de transistors et circuits à base de matériaux organiques ou le dépôt et la croissance de couches minces, avec un large spectre en termes de matériaux et de température.



Plateforme NanoRennes © Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS Photothèque

Réduire la consommation énergétique liée à la diffusion de vidéos

La vidéo représente environ 80 % du trafic de données sur internet. Ce trafic a quadruplé entre 2016 et 2021. Les raisons ? L'apparition des nouveaux services utilisant la vidéo tels que la vidéo à la demande (Netflix, Amazon Prime, etc.), les sites de partage de vidéo (YouTube, TikTok), les diffusions en direct à la télévision mais aussi les types de vidéos : une plus grande résolution (4k, 8k), plus de couleurs (*High Dynamic Range*), plus d'images par seconde (*High Frame Rate*) ou encore l'apparition de vidéos immersives, à 360°. Ces services utilisent les serveurs dans les datacenters, les réseaux (ADSL, fibre, 4G, 5G) et des terminaux pour la visualisation, ce qui consomme énormément d'électricité⁸. L'équipe de Daniel Ménard et Wassim Hamidouche (tous les deux INSA Rennes), en lien avec la plateforme Diva de l'IETR, met en œuvre différentes solutions pour réduire la consommation d'énergie de la diffusion vidéo, en collaboration étroite avec les industriels de l'écosystème vidéo à travers des projets collaboratifs ou des thèses CIFRE. Ils participent notamment au projet NESTED 5G, qui rassemble Ateame, Orange, Viaccess-Orca et ENENSYS Technologies afin de développer une solution plus verte pour la diffusion vidéo. Leur solution de streaming, dont le développement a été soutenu par la région Bretagne, a été testée en condition réelle par France Télévision lors du dernier tournoi de Roland Garros, en mai 2022.

Pour en savoir plus : <https://www.francetvpro.fr/contenu-de-presse/34980730>

Contacts : Daniel.Menard@insa-rennes.fr | Wassim.Hamidouche@insa-rennes.fr

La plateforme Diva : *Design Implementation & Validation of image, vision and signal embedded Application*

Il existe deux façons d'estimer la qualité d'une vidéo. La première consiste à définir des métriques dites objectives pour estimer la distorsion, notamment en reproduisant mieux le comportement du système visuel humain. L'autre méthode consiste à réaliser des mesures dites subjectives à travers des tests utilisateurs. L'idée est de demander à un groupe d'observateurs de noter la qualité pour différentes séquences d'images et de vidéos. Pour que ces mesures puissent être considérées comme valides, les tests doivent être menés rigoureusement, en respectant notamment des normes quant aux conditions de tests (éclairage, distance d'observation, protocole, nombre d'observateurs, etc.). Les résultats des tests subjectifs peuvent ensuite être utilisés comme référence pour notamment évaluer et valider des métriques objectives. Pour les applications de réalité augmentée, pour lesquelles le confort visuel est un critère nécessaire de réussite, il faut non seulement s'équiper d'un dispositif d'affichage mais aussi de capteurs toujours plus performants en précision, rapidité et portabilité pour permettre un recalage adéquat entre le contenu réel et le contenu ajouté dans les images ou vidéos. Ces capteurs peuvent également être utilisés pour développer des algorithmes de perception embarquée pour les véhicules intelligents. La plateforme Diva rassemble tous ces équipements, nécessaire à la réalisation des travaux de recherche sur la conception, l'implémentation et la validation d'applications de traitement du signal, vidéo et de vision par ordinateur.



Plateforme DIVA ©Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS
Photothèque

⁸ La vidéo est un support d'information dense : 10h de film haute définition entraîne davantage de données que l'intégralité des articles en anglais de Wikipédia en format texte. Le visionnage de vidéos en ligne a généré en 2018 plus de 300 méga tonne de CO₂, soit autant de gaz à effet de serre que l'Espagne, ou près de 1 % des émissions mondiales.

De nouveaux radars pour la télédétection spatiale

La télédétection spatiale utilisant des radars micro-ondes, fournit des données de radiométrie, de distance et de vitesse. L'exploitation de ces données exige une bonne connaissance de la physique de la mesure pour la conversion des paramètres de mesures en produits pour l'application concernée. Le CNES est le co-leader du programme *Surface Water Ocean Topography* (SWOT, programme Europe-Etats-Unis d'Amérique) et souhaite alimenter les simulateurs et analyses de performances en données les plus représentatives des terrains d'expérimentation. Il faut donc associer les mesures radar à des données précises des paramètres physiques des zones illuminées dans des conditions d'observation similaires à celles de l'instrument spatial. De la même manière, des mesures basées sur un traitement dit *pulse pair*, intègrent la connaissance de la dynamique des surfaces de l'océan (vagues, houles, courant). Ces mesures sont des données incontournables pouvant renseigner sur les états de surface de mer et l'évolution des courants sur le long terme.

C'est ainsi que le CNES a initié avec l'IETR des premières études de faisabilité de capteur radar en bande Ka. L'équipe Polaris de l'IETR vient de finaliser la première version du capteur radar SWALIS⁹, embarqué sur la plateforme Pima. Le capteur SWALIS doit fournir des mesures radar pour alimenter ces simulateurs. De même, l'IETR a participé à une première campagne de mesure en se basant sur une évolution de SWALIS : KaRADOC⁵ pour des mesures de la surface des océans.

Contacts : Stephane.Meric@insa-rennes.fr | eric.pottier@univ-rennes1.fr

Pima : Plateforme d'ingénierie multimodale aéroportée

Pima a été créée en 2015 avec pour objectif principal le développement d'une plateforme aéroportée pouvant accueillir des systèmes d'acquisition ou de mesures ainsi que des capteurs et systèmes d'observation couvrant l'ensemble du spectre électromagnétique (de l'optique jusqu'aux micro-ondes). Elle participe à la préparation de futures missions spatiales de télédétection ou à la calibration et validation des nouveaux systèmes spatiaux d'observation de la Terre. Elle permet également d'explorer des pistes instrumentales pouvant à terme être transférées vers l'opérationnel (transfert de technologie vers l'industrie) avec la possibilité d'avoir une instrumentation adaptée aux besoins. Cette plateforme dispose, entre autres, d'un aéronef de catégorie ULM de classe 3 et d'une zone aviation localisée à Monterfil (Ille-et-Vilaine) et comportant une aire d'atterrissage et de décollage agréée. Labellisée plateforme de recherche de l'Université de Rennes 1 en 2017, elle est à ce jour unique au sein de la communauté scientifique européenne.



Vol de l'ULM de la plateforme d'ingénierie multimodale aéroportée (PIMA) dans la baie du Mont-Saint-Michel © Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS Photothèque

⁹ pour *Still WAter Low Incidence Scattering et Ka RADar* pour OCeanography

Des ondes aux propriétés insoupçonnées

Rendre les murs « transparents » ou encore calculer la dérivée d'une fonction. Voici des propriétés insoupçonnées des ondes électromagnétiques. L'équipe de Matthieu Davy (Université de Rennes 1) a démontré, dans un article publié en juillet 2022 dans *Nature*, qu'un obstacle, même de structure désordonnée, peut être rendu transparent aux ondes en plaçant devant lui un second obstacle, précisément optimisé afin d'annuler la réflexion globale. Ce résultat contre-intuitif ouvre de nouvelles perspectives notamment pour les télécommunications 6G. De son côté, l'équipe de Philipp del Hougne (CNRS) a démontré la possibilité de faire des calculs analogiques avec des ondes. Elle a pour cela conçu un système de diffusion aléatoire des ondes, à partir duquel elle a réalisé le calcul de la dérivée d'une fonction de manière fiable et ultra-rapide. Point fort du système : il est programmable, ce qui lui donne une grande flexibilité. Les applications potentielles concernent la compression et l'analyse d'images, ou encore le traitement de signaux radar. Ces résultats s'appuient sur des expérimentations dans le domaine des ondes électromagnétiques réalisées grâce au soutien des plateformes QOSC et M²ARS de l'IETR pour la fabrication et la mesure des dispositifs de mesure.

Pour en savoir plus : <https://www.bretagne-pays-de-la-loire.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/rendre-les-murs-transparents-aux-ondes>

<https://www.insis.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/programmer-le-calcul-de-la-derivee-dune-fonction-avec-des-ondes>

Et retrouvez Mathieu Davy à l'espace des sciences pour une conférence le 27 septembre 2022 :

← LES MARDIS DE L'ESPACE DES SCIENCES / CONFÉRENCES

Des ondes qui traversent les murs

Avec Matthieu Davy



RENNES | Mardis de l'Espace des sciences

Date(s) - Horaire(s)
Mardi 27 septembre 2022
20:30

Lieu
Auditorium Hubert Curien
Les Champs Libres
Rennes

Tarif(s)
Entrée libre, dans la limite des places disponibles

Conférencier(s)
Matthieu Davy
Maître de conférences à l'Université de Rennes 1 et membre de l'Institut Universitaire de France (IUF), il réalise ses recherches à l'Institut d'Électronique et des Technologies du numérique (IETR) sur le contrôle des ondes dans des milieux complexes.

Cette conférence est consacrée aux ondes et plus précisément à la façon dont on peut les modéliser afin de communiquer et transmettre leur énergie dans des environnements toujours plus complexes.

Cette conférence est consacrée aux ondes et plus précisément à la façon dont on peut les modéliser afin de communiquer et transmettre leur énergie dans des environnements toujours plus complexes. On mettra en valeur la capacité étonnante de la lumière à franchir des obstacles, même en présence d'un désordre qui tend à la réfléchir et détruire son information spatiale. Les techniques exposées permettent notamment de nombreuses avancées pour les télécommunications 5G/6G avec des ondes radio-fréquences et l'imagerie en optique dans les milieux biologiques épais.

PARTAGER [f](#) [t](#) [✉](#)

En partenariat avec le CNRS.
Dans le cadre des 20 ans de l'IETR.

Contacts : matthieu.davy@univ-rennes1.fr | philipp.del-hougne@univ-rennes1.fr

La plateforme QOSC : quantification orientée systèmes complexes

Ce plateau technique permet la mesure de la « Surface équivalente radar »¹⁰ entre 8,2 GHz et 12,4 GHz. Il permet également la détermination de la matrice de diffractions (signature polarimétrique) et l'obtention d'images radar en 1D et 2D. L'exploitation de la salle « SER » a permis entre autres de réaliser des mesures de dispositifs de rétrodiffusion et des mesures de cibles dans le cadre de réalisation de contrats, ou pour des réponses à des appels d'offres du type ANR. Le plateau QOSC comprend également une base champ proche, qui repose sur une acquisition extrêmement rapide du champ électrique tangentiel à l'aide d'une arche sur laquelle sont disposées des sondes. Elle permet le test de nombreux concepts d'antennes élaborés à l'IETR dans la bande 800 MHz à 18 GHz. La chambre réverbérante est au cœur de nombreuses voies de recherche dédiées à la compréhension des phénomènes et à la mise en œuvre de protocoles de mesures exploitant les propriétés fondamentales de la réverbération électromagnétique. L'objectif poursuivi est de proposer des protocoles de mesure pour des applications très variées comme la caractérisation d'antennes ou même de matériaux. La plateforme QOSC étendra ses capacités expérimentales dès 2023 avec la mise en place de nouveaux moyens métrologiques dédiés à la cybersécurité électromagnétique.



Antenne en matériau composite placée sur un mât au sein de la base de mesure en champ proche électromagnétique © Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS Photothèque

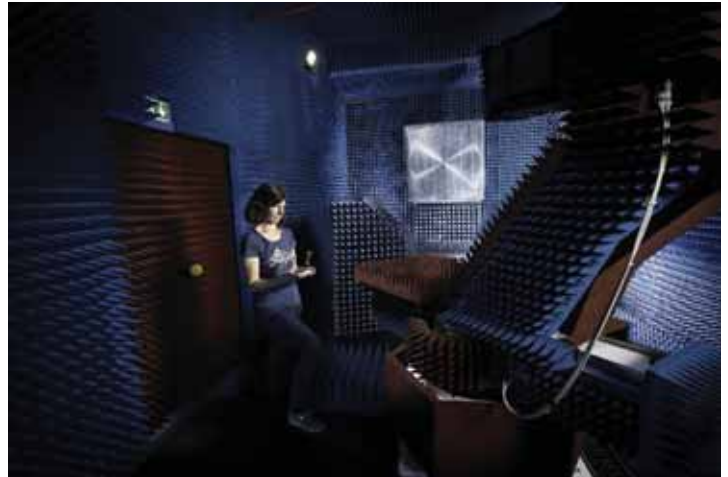
¹⁰ SER, *Section Efficace Radar*, est une propriété physique inhérente des objets, indiquant l'importance relative de la surface de réflexion du faisceau électromagnétique qu'ils provoquent.

Sélection de photos :

Reportage complet sur : <https://images.cnrs.fr/reportage-photo/rep001112>

Crédit photo à indiquer : © Jean-Claude MOSCHETTI / IETR / CNRS Photothèque

Plateforme M²ARS



Plateforme QOSC



Plateforme NanoRennes :



Plateformes DIVA et PIMA :

