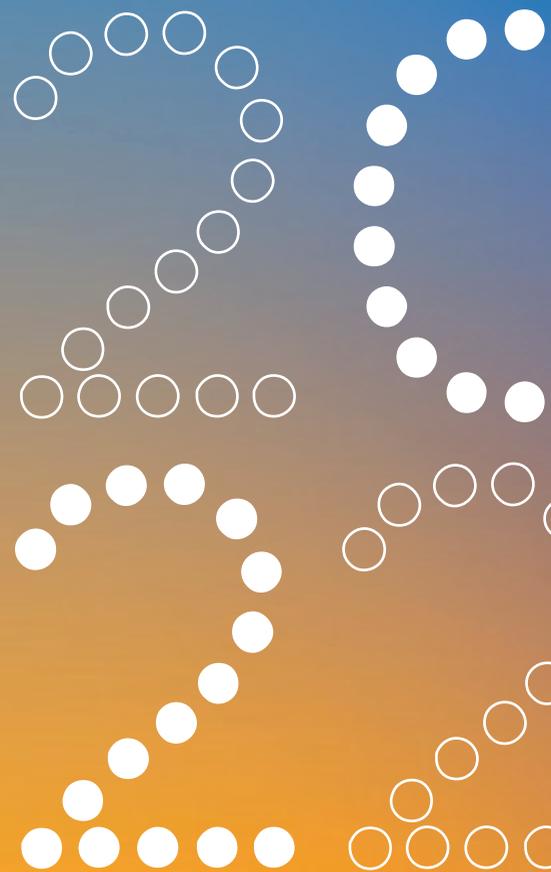




Rapport d'activité

AU COEUR
DES SYSTÈMES
& DE LA SANTÉ



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



SOMMAIRE

Edito	2
Vie du laboratoire	4
Nouveaux arrivants	6

/8\ **Publications**



/12\ **Événements**



/18\ **Prix**



/22\ **Innovations**



/30\ **Technologies**



Soutenances de thèse	34
----------------------	----



Édito

L'ENTRETIEN CROISÉ

Didier Wolf | **Gilles Millérioux**
Directeur du CRAN | Futur directeur du CRAN

Quel est votre regard sur l'année écoulée?

Didier Wolf : Une année riche en événements avec la préparation de la contractualisation, l'arrivée d'une nouvelle équipe politique à la tête de l'Université de Lorraine ainsi qu'une nouvelle direction à l'INS2I. 2022 a aussi été l'année d'une réflexion scientifique approfondie sur les thématiques de l'unité, réflexion animée et orchestrée par Gilles Millérioux porteur du projet du CRAN pour la mandature 2024-2028. Ce travail d'ampleur a abouti à un excellent projet scientifique, consensuel et très apprécié dans le laboratoire. Enfin, plus de 15 enseignants-chercheurs ont obtenu des promotions l'an dernier. Ce très beau résultat démontre la qualité des travaux menés au CRAN et récompense l'investissement et la ténacité de ces collègues. C'est aussi une satisfaction pour l'équipe de direction de l'unité.

Gilles Millérioux : Un double regard, celui associé à ma fonction de directeur adjoint, l'autre en tant que porteur du projet 2024-2028 de l'unité. Suite à la pérennisation

par le jury international IDEX / I-SITE de l'initiative Lorraine Université d'Excellence en juin 2021, un processus d'émergence de Pro-

« 2022 a aussi été l'année d'une réflexion scientifique approfondie sur les thématiques de l'unité, réflexion animée et orchestrée par Gilles Millérioux porteur du projet du CRAN pour la mandature 2024-2028. Ce travail d'ampleur a abouti à un excellent projet scientifique, consensuel et très apprécié dans le laboratoire. » **Didier Wolf**

grammes Interdisciplinaires a été lancé et a demandé une très forte mobilisation du laboratoire (présentations scientifiques, réunions stratégiques, etc.) pour défendre ses thématiques et être présent dans ce dispositif. Le processus global n'est pas encore totalement abouti, persévérons ! L'année 2022 a été très dense également

pour l'ensemble des membres du laboratoire, additionnant les efforts pour défendre le bilan et construire le projet 2024-2028.

Quel fait marquant retenir de 2022 ?

Didier Wolf : S'il faut n'en retenir qu'un, c'est évidemment l'excellente évaluation du laboratoire par le Haut Conseil de l'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres), qui écrit « Le CRAN est une excellente unité de recherche, reconnue au niveau national et international pour ses recherches disciplinaires en automatique, traitement du signal et de l'image, génie informatique, biologie, cancérologie, neurologie ... L'unité possède une visibilité mondiale la plaçant dans le top 50 du classement thématique de Shanghai en Automation and Control. Par ailleurs, plusieurs chercheurs sont reconnus internationalement, en particulier dans le classement des scientifiques les plus cités au monde »

Gilles Millérioux : En tant que porteur du projet du laboratoire, indéniablement la finalisation du projet et sa matérialisation au travers d'un document déposé en novembre, document support pour les évaluations qui s'en sont suivies, opérées par nos tutelles, l'Université de Lorraine et le CNRS. Cela a été un travail collectif, résultat d'innombrables réflexions, discussions, recherches de consensus conduites par tous les membres du CRAN, chercheurs, enseignants-chercheurs, personnels d'appui, doctorants. La future équipe de direction a dû être très réactive et efficace pour mener à bien les travaux.

Quelles sont les grandes orientations du projet 2024-2028 et comment s'effectue la transition ?

Gilles Millérioux : Le projet scientifique n'est pas en rupture avec la mandature précédente, le bilan était excellent mais on doit s'adapter aux évolutions. La signature rédactionnelle « Au cœur des systèmes et de la santé » est

toujours en parfaite adéquation avec les recherches invoquées dans le projet. Pour autant, l'importance des données, de la vision système sous des formats complexes comme les systèmes en réseau et interconnectés, seront certainement des marqueurs forts. Cela concerne tout autant les systèmes techniques que biologiques. Au-delà des aspects scientifiques, le projet intègre aussi une dimension humaine. Les procédures sont toujours plus complexes et demandent un investissement déraisonnable de la part des chercheurs et des personnels administratifs, on décèle encore les effets de la pandémie, la relation avec le travail et les pratiques avaient été bouleversées. La dimension sociale de la vie de et dans l'unité doit être prise en compte. La transition s'effectue naturellement depuis plusieurs mois et je tiens à remercier Didier Wolf pour tout l'accompagnement qu'il m'accorde. Nous avons défini une feuille de route avec la nouvelle équipe de direction afin d'être opérationnel et efficace dès le 1^{er} janvier prochain.

« Le projet scientifique n'est pas en rupture avec la mandature précédente, le bilan était excellent mais on doit s'adapter aux évolutions. L'importance des données, de la vision système sous des formats complexes comme les systèmes en réseau et interconnectés, seront certainement des marqueurs forts. Au-delà des aspects scientifiques, le projet intègre aussi une dimension humaine » **Gilles Millérioux**

Gilles Millérioux prendra la direction du laboratoire à compter du 1^{er} janvier 2024.

Vie du laboratoire

Commission parité

En 2022, la commission parité a mis en place différentes actions pour sensibiliser les membres à la parité.

En guise de première approche, le personnel du CRAN a été invité à répondre à un quiz sur le thème de l'égalité et de la parité dans le milieu scientifique. Plus de 90 personnes ont répondu au questionnaire avec 43% de femmes et 57% d'hommes.



KIT DE COMMUNICATION

En parallèle, les 9 sites du CRAN ont reçu un kit de communication composé d'affiches et de marques-pages pour sensibiliser ses membres à la parité et faire connaître les activités de la commission.





Nouveaux arrivants



RICARDO BORSOI
Chargé de recherche CNRS
BioSiS

Ricardo Borsoi a rejoint le projet SiMul en 2022 en tant que chargé de recherche CNRS. Ricardo a étudié le génie électrique au Brésil. Il a fait son doctorat en cotutelle entre Florianópolis au Brésil et Nice. Il a ensuite bénéficié du dispositif « post-doc d'excellence » du CRAN pour effectuer un séjour post-doctoral dans le projet SiMul avant d'être recruté au CNRS. Ses travaux portent sur la conception d'algorithmes de traitement du signal et d'apprentissage automatique pour résoudre des problèmes inverses, tels que la reconstruction d'images dégradées ou la séparation des données en composantes

interprétables. Ces méthodes trouvent des applications dans des domaines tels que la télédétection ou l'imagerie médicale. Il cherche à développer des méthodes interprétables et capables de traiter de grands volumes de données avec peu de supervision de la part de l'utilisateur. Pour répondre à ces défis, il combine des modèles issus de la physique et des solutions basées sur les données.



GUILLAUME HARLÉ
Maître de conférences
BioSiS

Guillaume Harlé a fait son doctorat à l'Université de Lorraine au laboratoire SIMPA de la faculté de Médecine, qu'il a obtenu en 2016. Il a étudié le rôle d'une neurohormone (CRH : corticotropin-releasing hormone), produite en condition de stress, sur les régulations du système nerveux central et du système immunitaire. Il a réalisé un postdoctorat à la faculté de médecine de Genève au sein du département PATIM (pathologie et immunologie) dans l'équipe du Professeur Hugues Stéphanie. Il a rejoint le département BioSiS du CRAN en 2020 comme ATER dans un premier temps jusqu'à l'obtention du concours.

Son domaine de recherche est l'immunologie et ses travaux portent sur la caractérisation d'un complexe organométallique sur le système immunitaire et la mise en place d'une réponse immunitaire antitumorale. Pour le moment, il focalise son attention sur l'action de ce composé sur les macrophages qui sont parmi les premières cellules du système immunitaire à infiltrer une tumeur. Ces macrophages peuvent avoir un rôle complexe à la fois pro- ou anti-tumoral. Guillaume s'intéresse au mécanisme d'action de ce composé pour savoir s'il peut booster les propriétés anti-tumorales des macrophages.



YINLING LIU
Maître de conférences
ISET

Yinling Liu est rattaché au projet SO2I du département ISET en tant que Maître de conférences. Il a effectué sa thèse en 2019 à l'INSA de Lyon en maintenance aéronautique. Ses domaines de recherche se rapportent aux systèmes multi-agents, aux jumeaux numériques et au data mining. Avant de rejoindre le CRAN, il a été postdoc au laboratoire IRIT de Toulouse pendant 2 ans. Ses travaux portent sur l'intégration de l'humain dans les systèmes cyber-physiques. Yinling cherche à vérifier la faisabilité théorique de l'intégration de l'humain dans les systèmes cyber-physiques. Ces méthodes trouvent application dans des domaines tels que l'industrie et l'hôpital.



LEMIA LOUAIL
Maître de conférences
ISET

Lemia Louail travaille dans le projet ARN du département ISET en tant Maître de conférence. Après une thèse en communication sans fil qu'elle a obtenu en 2016 à l'Université de Bourgogne, Lemia a rejoint le département informatique de l'université de Setif 1 en Algérie en tant que Maître de conférences. La communication sans fil, les réseaux IoT, le contrôle et l'évaluation des performances des réseaux sont ses domaines de recherche.

Publications



CID

Stable near-optimal control of nonlinear switched discrete-time systems: an optimistic planning-based approach

Mathieu Granzotto, Romain Postoyan, Lucian Buşoniu, Dragan Nešić, Jamal Daafouz
IEEE Transactions on Automatic Control, 2021

Cette étude illustre comment un algorithme issu de l'intelligence artificielle peut être adapté afin de répondre à un problème fondamental de l'automatique : la commande optimale stabilisante de systèmes non linéaires commutés.

CID

Necessary and sufficient conditions for harmonic control in continuous time

Nicolas Blin, Pierre Riedinger, Jamal Daafouz, Louis Grimaud, Philippe Feyel
IEEE Transactions on Automatic Control, 2022

Des résultats fondamentaux avec la définition d'un cadre mathématique rigoureux pour la modélisation et le contrôle harmonique de ces systèmes ont été obtenus et ont permis de combler une absence de théorie cohérente sur le sujet. Fondamentalement, la modélisation harmonique d'un système périodique conduit à un modèle équivalent invariant dans le temps de dimension infinie dont les états sont les coefficients obtenus en appliquant une décomposition de Fourier glissante. Un des principaux résultats de [R1.3] établit une équivalence stricte entre ces deux modèles (bijection entre espaces fonctionnels ad hoc). Dans ce cadre, l'analyse et la conception sont considérablement simplifiées puisque

toutes les méthodes établies pour les systèmes invariants dans le temps peuvent être appliquées a priori. Un brevet pour le contrôle et filtrage harmonique temps réel a été déposé.

ISET

Artificial-intelligence-based maintenance decision-making and optimization for multi-state component systems

Van-Thai Nguyen, Phuc Do, Alexandre Voisin and Benoit lung.
Reliability Engineering and System Safety, 2021, Volume 228

Cette publication traite d'une problématique émergente de la communauté scientifique en PHM et maintenance prévisionnelle qui est l'apport des techniques de *Machine Learning* pour l'optimisation de l'aide à la décision. En ce sens dans ce papier est proposé, dans un premier temps, un modèle original, sur la base de réseaux neurones à convolution (CNN), permettant d'estimer le coût de maintenance au niveau système à partir des données historiques sans connaître les coûts de maintenance au niveau composant. Il est ensuite développé un modèle d'aide à la décision en maintenance utilisant l'apprentissage par renforcement profond (*Deep Reinforcement Learning*). Par rapport aux modèles conventionnels d'aide à la décision en maintenance, le modèle proposé montre bien sa pertinence en recherche de la solution optimale, en particulier dans les contextes de forte dépendance entre composants et/ou de systèmes de grande dimension.

Transcranial electrical stimulation generates electric fields in deep human brain structures

Samuel Louviot, Louise Tyvaert, Louis G. Mailard, Sophie Colnat-Coulbois, Jacek Dmochowski, Laurent Koessler
Brain Stimulation, 2022

Contexte : L'efficacité de la stimulation électrique transcrânienne (TES) est liée à l'amplitude du champ électrique (EF) délivré sur la cible. Très peu d'études ($n = 4$) ont estimé les champs électriques intracérébraux *in vivo* chez l'homme. Elles se sont principalement appuyées sur des enregistrements électrocorticographiques, qui nécessitent une craniotomie ayant un impact sur la distribution du champ électrique, et n'ont pas étudié les structures cérébrales profondes : Mesurer le champ électrique dans les structures cérébrales profondes pendant le TES chez l'homme *in-vivo*.

Objectif : Mesurer le champ électrique dans les structures cérébrales profondes pendant la TES chez l'homme *in vivo*. En outre, étudier les effets des fréquences, intensités et montages de la TES sur la FE intracérébrale.

Méthodes : Une stimulation bipolaire transcrânienne à courant alternatif et des enregistrements intracérébraux (SEEG) ont été réalisés simultanément chez 8 patients épileptiques résistants aux médicaments. La TES a été appliquée à l'aide de petites électrodes haute définition (HD). Sept fréquences, deux intensités et 15 montages ont été appliqués sur un, six et un patient, respectivement.

Résultats : À une intensité de 1 mA, nous avons trouvé des amplitudes moyennes de FE de 0,21, 0,17 et 0,07 V-m-1 dans l'amygdale, l'hippocampe et le gyrus cingulaire, respectivement. Une moyenne de $0,14 \pm 0,07$ V-m-1 a été mesurée dans ces structures cérébrales profondes. Les amplitudes moyennes de la FE dans ces structures à 1 Hz étaient 11 % plus élevées qu'à 300 Hz ($+0,03$ V-m-1). La FE était en corrélation avec les intensités TES. Les montages TES qui ont produit la FE maximale dans les amygdales étaient T7-T8 et dans les gyri cingulaires étaient C3-FT10 et T7-C4.

Conclusion : La TES à faible intensité et avec de petites électrodes HD peut générer une FE dans les structures cérébrales profondes, indépendamment de la fréquence de stimulation. L'ampleur de la FE est corrélée à l'intensité de la stimulation et dépend du montage de la stimulation.

Toward digital twins for sawmill production planning and control: benefits, opportunities, and challenges

Sylvain Chabanet, Hind Bril El-Haouzi, Michael Morin, Jonathan Gaudreault & Philippe Thomas
International Journal of Production Research, 2022

Les scieries sont des éléments clés de la chaîne d'approvisionnement de l'industrie forestière et jouent un rôle économique, social et environnemental important. La planification et le contrôle de la production des scieries sont toutefois difficiles en raison de plusieurs facteurs, dont le plus important est l'hétérogénéité de la matière première. De plus, le concept émergent de jumeaux numériques introduit dans le contexte de l'industrie 4.0 a suscité un grand intérêt et a été étudié dans divers domaines, y compris la planification et le contrôle de la production. En ce sens, nous avons étudié, dans cet article, les avantages que les jumeaux numériques apporteraient à l'industrie de la scierie via une revue de la littérature sur le sujet plus large de la planification et du contrôle de la production des scieries. Les opportunités facilitant leur mise en œuvre, ainsi que les défis actuels, tant du point de vue académique qu'industriel, ont, également, été étudiés. Ce travail vient alimenter un axe de recherche fort du département ISET autour des jumeaux numériques et en particulier la vision qu'un jumeau ne devrait pas être conçu comme un unique modèle très complexe mais comme un ensemble de modèles en interaction, qu'ils soient relatifs à des composants différents de l'homologue physique ou servent des objectifs différents. Cela a donné naissance à plusieurs contributions sur les stratégies de couplage de modèles de simulation et de l'apprentissage automatique.

ISET

Digitalization and Control of Industrial Cyber-Physical Systems: Concepts, Technologies and Applications

Olivier Cardin, Damien Trentesaux, William Derigent

Ouvrage, ISTE - Wiley, 2022

Les systèmes cyber-physiques industriels fonctionnent simultanément dans les mondes physique et numérique de l'entreprise et constituent désormais la pierre angulaire de la quatrième révolution industrielle. De plus en plus, ces systèmes deviennent la voie à suivre pour les universitaires comme pour les industriels. Cependant, l'essence même de ces systèmes est souvent mal comprise ou mal interprétée. Cet ouvrage met donc en lumière les problématiques liées aux systèmes cyber-physiques et fournit au lecteur les principes clés pour les comprendre et les illustrer. Présenté de manière pédagogique, avec de nombreux exemples d'applications, cet ouvrage est l'aboutissement de plus de dix ans d'études menées par le groupe de recherche français Intelligent Manufacturing and Services Systems (IMS2), au sein du groupe de recherche MACS (Modélisation, Analyse et Contrôle des Systèmes Dynamiques) du CNRS. Il s'adresse aussi bien aux ingénieurs intéressés par les développements industriels émergents qu'aux étudiants de niveau master désireux de se former aux systèmes industriels du futur.

BioSiS

Fluorescence imaging analysis of distribution of indocyanine green in molecular and nanoform in tumor model

Dina Farrakhova, Yulia Maklygina, Igor Romani-shkin, Dmitry Yakovlev, Anna Plyutinskaya, Lina Bezdetnaya, Victor Loschenov
Photodiagnosis Photodyn Therapy 2022

Contexte : L'identification peropératoire efficace des tumeurs nécessite le développement de sondes dans le proche infrarouge (NIR) hautement spécifiques comme agents de contraste. Le vert d'indocyanine (ICG) est l'un des colorants les plus efficaces utilisés en clinique oncologique. Cependant, l'ICG est rapidement

excréte, ce qui exclut son accumulation prolongée dans les tissus pathologiques et limite donc ses applications cliniques. La solution colloïdale d'ICG (ICG NPs) se compose principalement d'agrégats J et, dans une moindre mesure, d'agrégats H et de monomères. Dans la présente étude, nous avons évalué les propriétés spectrales des nanoformes d'ICG dans des modèles précliniques.

Méthodes : Nous avons utilisé la spectroscopie optique et la navigation par fluorescence vidéo pour surveiller l'accumulation et la distribution des monomères d'ICG et des NP d'ICG dans divers tissus chez des souris atteintes d'un carcinome laryngopharyngé xénotransplanté après l'injection de médicaments par voie intraveineuse.

Résultats : Après l'injection i.v., la forme moléculaire de l'ICG n'a pas été retenue dans la tumeur et son cycle de circulation a été en moyenne de 5 minutes. En revanche, la nanoforme du médicament avait une pharmacocinétique différente, atteignant une accumulation maximale 24 heures après l'injection intraveineuse. De plus, une fois dans la circulation, nous avons observé une accumulation progressive dans la tumeur des agrégats H et des monomères d'ICG, mais pas des agrégats J.

Conclusion : Les caractéristiques spectrales des NP d'ICG ont indiqué la présence de plusieurs fractions, à savoir les agrégats J et H, ainsi que des formes moléculaires. Ces fractions avaient des spectres de fluorescence différents, ce qui nous a permis de suivre la transformation du médicament dans des conditions *in vivo*. Après l'administration de NPs ICG, les agrégats J induisent l'accumulation de formes monomériques dans la tumeur, ce qui permet un diagnostic peropératoire prolongé, et à ce titre, des études supplémentaires sur les agrégats J pour des applications théranostiques en chirurgie oncologique sont d'un grand intérêt.

BioSiS

Edition d'un numéro spécial Tissue Optics

Walter Blondel, Dan Zhu, Valery V. Tuchin
MDPI Photonics, section «Biophotonics and Biomedical Optics» : 22 articles publiés

Ce numéro spécial sur «l'optique tissulaire» accueillera des contributions de recherche fondamentale, méthodologique et appliquée de pointe, sous forme d'articles réguliers ou de synthèse, portant sur

- Le développement et la validation d'instruments spectroscopiques et/ou d'imagerie sur

des fantômes et sur des tissus *ex vivo* et *in vivo*

- La modélisation des interactions lumière-tissus, y compris la résolution de problèmes inverses et l'estimation des propriétés optiques
- Le traitement de données multidimensionnelles à l'aide de méthodes de classification et d'apprentissage automatique
- Le développement d'approches multimodales, multispectrales et/ou multi-échelles
- Les modifications des propriétés optiques des tissus, y compris la compensation optique
- La validation des méthodes et des outils développés dans le cadre d'études précliniques et cliniques.

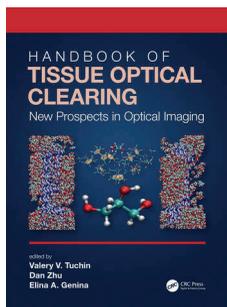
OUVRAGE

BioSiS

Handbook of Tissue optical clearing: New prospects in optical imaging Chapter 5: Human skin autofluorescence and optical clearing"

Walter Blondel, Marine Amouroux, Sergey M. Zaytsev, Elina A Genina, Victor Colas, Christian Daul, Alexander Pravdin, Valery Victorovich Tuchin

Publication d'un chapitre de livre : p.109-126, Valery Tuchin, Dan Zhu and Elina Genina Editors, First Edition, CRC Press 2022



La photonique biomédicale est actuellement l'un des domaines qui se développent le plus rapidement, reliant la recherche en physique, en optique et en génie électrique à des applications médicales et biologiques. Elle permet l'analyse structurelle et fonctionnelle des tissus et

des cellules avec une résolution et un contraste inaccessibles par d'autres méthodes.

Cependant, les principaux défis de nombreuses techniques biophotoniques sont liés à la nécessité d'améliorer la résolution de l'imagerie jusqu'au niveau subcellulaire et de les appliquer à des études *in vivo*. La méthode d'éclaircissement optique des tissus utilise l'immersion des tissus dans des agents d'éclaircissement optique (OCA) qui réduisent la diffusion des tissus et

les rendent plus transparents, et cette méthode a été utilisée avec succès depuis lors.

Ce livre est une introduction complète à la clarification optique des tissus, y compris les principes de base et les applications biologiques *in vitro*, des méthodes de clarification optique des tissus *in vitro* à *in vivo*, et la combinaison de la clarification optique des tissus et de diverses formes d'imagerie optique pour le diagnostic. Les chapitres couvrent un large éventail de questions liées au domaine de la clarification optique des tissus : mécanismes de la clarification optique des tissus *in vitro* et *in vivo* ; agents de clarification optique traditionnels et innovants ; réalisations récentes en matière de clarification optique de différents tissus (y compris les tissus pathologiques) et du sang pour l'imagerie optique à des fins de diagnostic et de thérapie.

Ce livre fournit un compte rendu complet des dernières recherches et des possibilités d'utilisation de la compensation optique en tant qu'instrument permettant d'améliorer l'efficacité des méthodes de diagnostic optique modernes.

Ce livre s'adresse aux chercheurs en biophysique, aux étudiants diplômés et aux postdocs des spécialités biomédicales, ainsi qu'aux ingénieurs biomédicaux et aux médecins intéressés par le développement et l'application des méthodes optiques en médecine.

/ Publication dans le cadre d'un projet international CNRS IEA (International Emerging Action) /



Événements

Le CRAN contribue à l'année de la biologie 2021-2022 du CNRS

Dans le cadre de l'année de la biologie organisée par le CNRS et le Ministère de l'Éducation Nationale, le CRAN a accueilli des professeurs des sciences de la vie et de la terre du secondaire mardi 17 mai pour une visite dans l'un des 9 sites du laboratoire au campus Brabois-Santé à la faculté de Médecine. Les 11 enseignants ont commencé l'après-midi par une présentation synthétique du CRAN, de ses thématiques de recherche et des divers champs d'action du département BioSiS.

Cette journée avait pour objectif de permettre aux enseignants de mettre en perspective leurs savoirs en biologie au regard des dernières découvertes scientifiques et d'améliorer leur connaissance de la recherche. La

visite a été organisée par Marine Amou-recherche plateforme Dumond, rences cellulaire



roux, Ingénieure de et responsable de la Photovivo, Hélène Maître de conférences HDR en biologie et moléculaire, Valérie Jouan-Hu-reaux, Ingénieure d'étude et responsable

du service d'appui à la recherche et Hélène Schneider, Maître de conférences en biochimie et biologie moléculaire du département BioSiS.

Par cette visite immersive, les enseignants du secondaire ont découvert les différents équipements

du CRAN utilisés dans le cadre de leurs activités de recherche : ils ont pu observer l'épiderme de leur main grâce à un dispositif de biopsie optique qui permet de détecter des cancers de la peau. Ils ont été invités à réaliser eux-mêmes des PCR et ont étudié le comportement des cellules tumorales à l'aide d'un microscope de fluorescence. Les chercheuses du CRAN leur ont également montré l'immunocytochimie, une technique d'histologie ainsi que le dispositif d'imagerie cellulaire ImageXpress.

La journée de formation à la culture scientifique s'est terminée par un temps d'échanges pour faire la synthèse et l'analyse des résultats des expériences réalisées par les professeurs.

Après leurs enseignants, les élèves lauréats des olympiades de la biologie ont eux aussi été accueilli pour une visite guidée du laboratoire et une expérience de PCR dans la matinée du 4 juillet. Par ces différentes actions, le CRAN s'implique dans la continuité de formation du niveau secondaire au supérieur.

61^{ème} Conference on Decision and Control (CDC)

La 61^{ème} édition de CDC, la conférence phare du domaine avec plus de 1200 présentations, s'est déroulée cette année du 6 au 9 décembre à Cancun au Mexique. Jamal Daafouz, Professeur au département CID, a été parmi les organisateurs de l'événement comme « registration chair ».

Workshop « *Data-driven and optimization-based control* » au CDC 2022

Romain Postoyan, Chargé de recherche au département CID avec Dragan Netic et Mathieu Granzotto de l'Université de Melbourne en Australie, ont organisé un workshop d'une journée intitulé « *Data-driven and optimization-based control* ». Préparé dans le cadre de l'*IEEE Conference on Decision and Control* à Cancun au Mexique, cet événement a réuni plus d'une quarantaine de participants et sept intervenants d'institutions prestigieuses (UCLA, UC Berkeley, Univ. of Groningen etc.)



/ Les professeurs des Sciences de la Vie et de la Terre en visite au CRAN - Campus Brabois /

La 28^{ème} édition du colloque GRETSI



La 28^{ème} édition de ce colloque a eu lieu du 6 au 9 septembre 2022 à Nancy. Expression d'une excellence scientifique qui ne se dément pas depuis 1967, le colloque GRETSI constitue un moment de rencontre convivial pour une communauté particulièrement active dans les domaines du traitement du signal et des images, et plus généralement des sciences de l'information et de la communication. Il réunit en moyenne 450 participants tous les 2 ans, issus des mondes académiques et industriels, et diffuse à cette occasion près de 300 articles édités dans des actes. Le comité d'organisation a été présidé par David Brie, Professeur au département BioSiS et Samson Lasaulce, Directeur de recherche au département CID. Parmi les membres de ce comité on retrouve également Marc Jungers, Directeur de recherche CNRS, Stéphanie Grandemange, Professeure, Julien Flamant, Chargé de recherche CNRS, Konstantin Usevich, Chargé de recherche CNRS, Sebastian Miron, Maître de conférences et El-Hadi Djermoune, Maître de conférences.

Session tutorielle sur la commande événementielle à l'European Control Conference 2022

Romain Postoyan, Chargé de recherche au département CID avec Maurice Heemels (TU Eindhoven, Pays-Bas), Dragan Nesic et Alejandro Maass (University of Melbourne, Australie) ont organisé une session tutorielle d'une demi-journée sur la commande événementielle lors de l'European Control Conference. Cette session a eu un grand succès en réunissant plus d'une trentaine de participants.

16th European Workshop on Advanced Control and Diagnosis - ACD 2022

La 16^{ème} édition de ce workshop a eu lieu du 16 au 18 novembre 2022 à Nancy. Son objectif principal est d'offrir une tribune aux jeunes chercheurs, principalement les doctorants, œuvrant dans le domaine de l'automatique et du diagnostic. Cet événement est régulièrement organisé par l'*European Advanced Intelligent Control and Diagnosis working group*. Il est soutenu par l'*International Federation of Automatic Control (IFAC)* à travers son comité technique 6.4 *Fault Detection, Supervision & Safety of Technical Processes*. Jean-Christophe Ponsart, Professeur à l'Université de Lorraine, Mayank Jha, Maître de Conférences et Didier Theilliol, Professeur, tous les trois membres du département CID, ont respectivement assuré la présidence du comité scientifique international et l'édition des actes. Le programme final a inclus 31 communications réparties en 6 sessions. Il a été complété par 3 conférences plénières : « *Cyberphysical Security of Critical Infrastructures* » par le Professeur Vicenç Puig de l'Université Polytechnique de Catalogne en Espagne, « *Dealing with uncertainty in learning-based control and optimization: the Set membership paradigm* » par Dr. Lorenzo Fagiano, Polytechnique de Milan, Italie et « *Damage compensation in robotics without diagnosis* » par Dr. Jean-Baptiste Mouret, INRIA Nancy, France. L'évènement, hébergé à Polytech Nancy a également permis aux élèves de 4^{ème} année en spécialité « *Management opérationnel, maintenance et maîtrise des risques* » de présenter des posters en lien avec leur stage en laboratoire international.

www.icd.cran.univ-lorraine.fr/home



/ Le tableau Saint Joseph Charpentier de Georges de La Tour permet d'illustrer les propriétés optiques des tissus biologiques. Il a été utilisé par Marine Amouroux lors de la conférence internationale LALS pour représenter très précisément la transparence des tissus biologiques à la lumière d'une bougie /

Conférence internationale LALS 2022 à Nancy

Les 1^{er} et 2 avril derniers, la conférence internationale LALS sur l'utilisation de la lumière en biologie et médecine s'est tenue à l'ENSIC à Nancy. Chercheurs, doctorants, enseignants-chercheurs, ingénieurs, personnel médical et industriels du monde entier se sont rassemblés autour des transferts d'innovations biophotoniques pour mieux diagnostiquer et traiter les différents cancers : de l'utérus, des voies digestives, du poumon, de la peau, du cerveau, etc. Plus de 150 personnes ont participé à cette 16^{ème} édition. LALS est une série de conférences biennales tenues dans différents pays, à commencer par Prague, en Tchécoslovaquie, en 1986. Organisé cette année sous un format hybride, 120 interventions dont 3 conférences plénières étaient au programme de ces 2 journées sur le thème des applications des lasers aux sciences de la vie. Ce colloque était synonyme de retrouvailles pour la majorité des participants, LALS2022 étant leur premier congrès en présentiel depuis le début de la pandémie.

Organisé par le CRAN et Progepi avec la collaboration de la SFP-Med, de l'ENSIC et de la société LMDC, Marine Amouroux, Muriel Barberi-Heyob, Christian Daul, Walter Blondel, Clarice Perrin-Mozet, Christine Pierson, Victor Colas, Maria Borozdova et Valentin Kupriyanov du département BioSiS faisaient partie du comité local d'organisation. La Ligue contre le Cancer, le Cancéropôle Est et 12 industriels présents (Hamamatsu, Becker et Hickl, SD Innovation, Lumibird, Damae Medical, NKT Photonics, Opton Laser, etc.) ont complété le soutien financier

du CRAN, de la Métropole du Grand Nancy et la collaboration de plusieurs sociétés savantes et réseaux (SFO, SPIE, IRN Fir-lab et IRN Photonet, EPIC et Photonics France) pour faire de LALS2022 un succès.

La veille de la conférence, Marine Amouroux, ingénieure de recherche du département BioSiS, a introduit la conférence Grand Public de Susana Gallego-Cuesta, directrice du Musée des Beaux-Arts de Nancy sur le thème : « Arts et médecine en lumière ». Une trentaine de personnes étaient présentes.

Au cours de cette conférence, Marine a montré au public 2 exemples d'utilisation des propriétés optiques du corps humain pour mieux diagnostiquer les cancers. La fluorescence est l'une des techniques employées pour détecter les cancers de la vessie qui restent invisibles à l'œil nu. L'analyse des couleurs du sang (sang désoxygéné, de couleur bleue, présent dans nos veines et sang oxygéné, de couleur rouge, présent dans

nos artères) permet de déduire par exemple le potentiel de cicatrisation de plaies chroniques.

L'artiste et le scientifique ont en commun des capacités d'observation et de description du monde qui nous entoure. Il fut un temps où les scientifiques étaient aussi des artistes et inversement comme Léonard de Vinci par exemple dont on ne décrit plus la Joconde ni les inventions (parachute, scaphandre, etc.). Afin d'illustrer les propriétés optiques des tissus biologiques, le tableau Saint Joseph Charpentier de Georges de La Tour est utilisé fréquemment car il représente très précisément la transparence des tissus biologiques à la lumière d'une bougie, transparence que Marine a montrée au public grâce à la lumière de son téléphone portable transmise au travers d'un doigt. Susana Gallego-Cuesta a également fait le lien entre les œuvres représentant la lumière visible au Musée des Beaux-Arts et les scientifiques qui ont ponctué l'histoire, de Aristote à Albert Einstein en passant par Newton.



Rencontres Franco-Siciliennes pour une collaboration durable

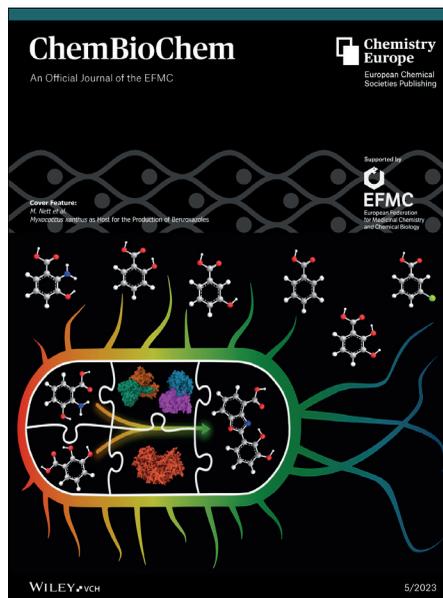
Dans le cadre du projet Sticmo, le département BioSiS et le laboratoire de chimie de l'université de Palerme en Sicile ont mis en place une thèse en cotutelle financée par le gouvernement Italien.

Pour soutenir le développement de relations internationales fortes, une subvention de l'INS2I a été attribuée au Professeur Stéphanie Grandemange. Cette subvention a permis d'organiser une première réunion scientifique à Palerme en Sicile du 9 au 13 mai 2022 pour laquelle 4 membres du CRAN, 1 membre du laboratoire de chimie et physique théorique (LPCT, Université de Lorraine, Nancy) et 1 membre du laboratoire ITODYS (Université Paris Diderot) se sont déplacés à Palerme. Cette réunion a permis de faire une synthèse des différents sujets de recherches des équipes présentes afin de discuter de projets de recherches communs. Enfin, une seconde réunion a été organisée à Paris du 30 novembre au 1^{er} décembre 2022 dans le but de faire un état des avancées sur les projets discutés préalablement. Cette collaboration a notamment permis la publication d'une revue et la rédaction conjointe d'un article scientifique dans le *Journal of the American Chemical Society*. Un second est en cours de préparation.

Leurs projets visent à déterminer l'impact de nouveaux composés dans la stabilisation de structures particulière de l'ADN, appelée G quadruplexes dans différents modèles de cancer. En effet, ce type de stabilisation permet de réguler négativement l'expression des gènes ayant ce type de structures dans leur région promotrice ce qui pourrait permettre de réduire les capacités prolifératives des cellules cancéreuses.

Understanding the Interactions of Guanine Quadruplexes with Peptides as Novel Strategies for Diagnosis or Tuning Biological Functions

Tom Miclot, Aurane Froux, Luisa d'Anna, Emmanuelle Bignon, Stéphanie Grandemange, Giampaolo Barone, Antonio Monari, Alessio Terenzi
ChemBioChem, January 2023



Comité d'organisation

Jean-Philippe Georges (General Chair
TA'22, Vice-chair TC3.3)

Thierry Divoux
(IPC Co-Chair)

Francis Lepage

Éric Rondeau (EDucation Chair)

Loic Desgeorges

Guilain Leduc

Paul Ortiz

6th IFAC Symposium on Telematics Applications TA'2022 est organisé à Nancy

Le *6th IFAC Symposium on Telematics Applications - TA'2022* - a été coordonné par le département ISET à Nancy du 15 au 17 juin 2022. TA est un symposium tri-annuel sponsorisé par le TC3.3 Telematics : Control via Communication Networks de l'IFAC avec le soutien de 10 autres Comités Techniques, le support de la SAGIP et de la Région Grand Est. Organisé dans un format hybride, le symposium s'est déroulé au Centre Prouvé de Nancy et en ligne pour un total de 76 participants. Le comité international de programme a retenu 20 articles pour publication dans les actes. Le programme de TA'2022 comprenait 4 sessions régulières, 1 session invitée et 2 sessions spéciales. La 2^{ème} école d'été du master commun Erasmus Mundus GENIAL (*GrEen NetworkIng And cLoud computing*) a pris part à l'organisation de cette édition. Le prix *IFAC Young Award* a été décerné à Alexandre Martins de l'Université de Lund, en Suède, pour son article intitulé « *Vickrey-Clarke-Groves Auction-Based Storage Allocation for Distributed Camera Systems* ». ta22.cran.univ-lorraine.fr

Prix



Bruno Rossion obtient une bourse ERC Advanced pour mieux comprendre la reconnaissance des visages

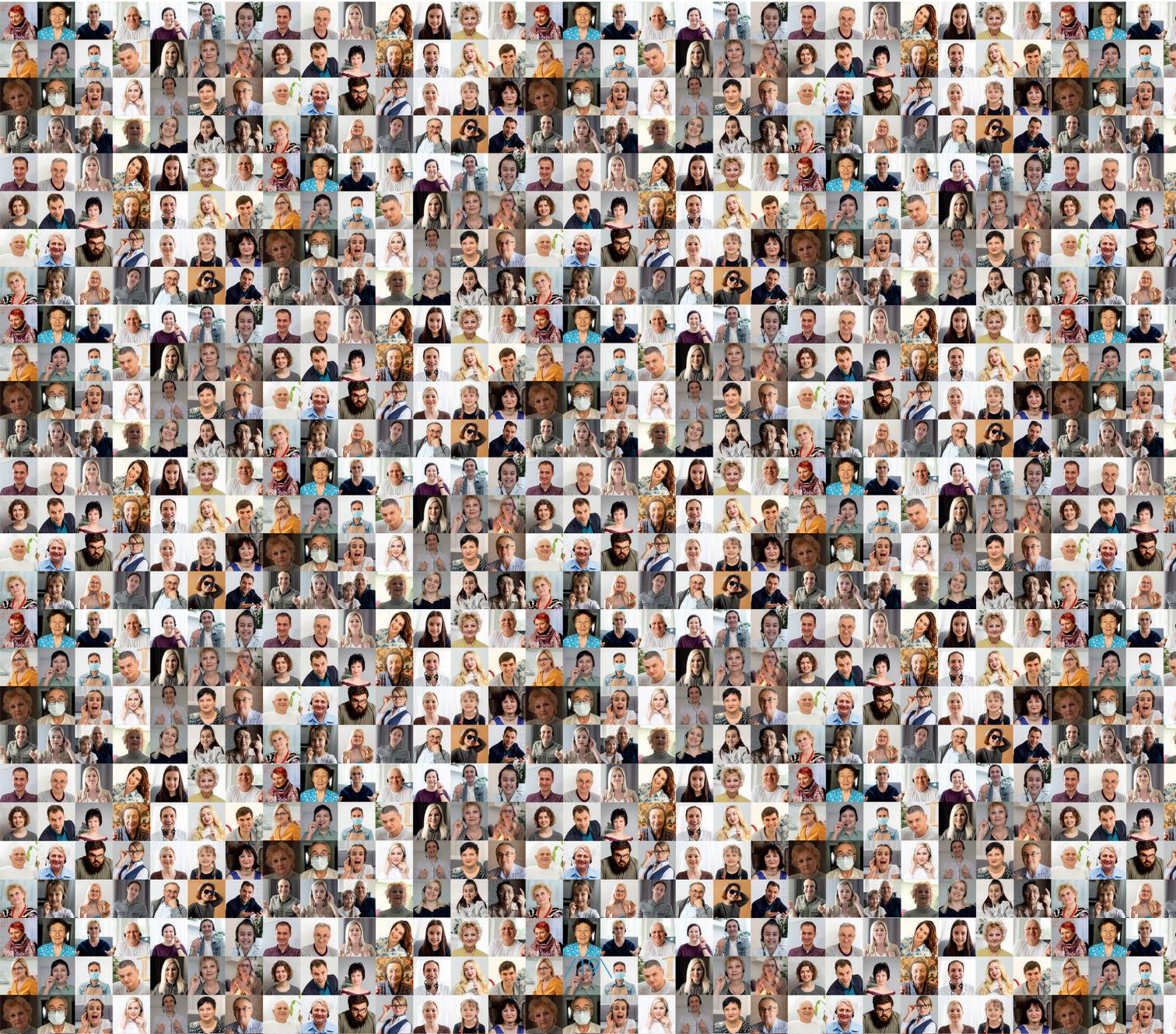
Ce projet vise à comprendre le fonctionnement du cerveau humain, l'un des défis scientifiques les plus importants de l'humanité. Ne me demandez pas à quoi ça sert sur un plan appliqué, ce n'est pas le but du projet – même si je suis évidemment convaincu qu'à terme ce type de recherche mènera à des développements technologiques et des avancées médicales importantes. Le projet part de l'idée que la fonction principale du système nerveux central, la raison pour laquelle il est apparu dans l'évolution biologique, est de reconnaître. Le cerveau (comme le système immunitaire) est avant tout un organe de reconnaissance, il doit pouvoir répondre de façon distincte à une multitude de signaux de l'environnement, fondamentalement ambigus, les classer en catégorie, et pouvoir répéter ces réponses (fonction de mémoire). Pour l'être humain, parmi toutes les formes de reconnaissance, la reconnaissance de l'identité faciale est la plus aboutie, la plus complexe : un être

Directeur de recherche au CRAN depuis 2018, **Bruno Rossion** anime un groupe de recherche en neurosciences des systèmes et de la cognition. Il est également en contrat d'interface avec le CHRU Nancy, au sein duquel est localisé son groupe de recherche. Son domaine scientifique est la compréhension des mécanismes cérébraux de la reconnaissance faciale, domaine dans lequel il a publié plus de 250 articles dans des revues internationales. Ses indices de citations le classent parmi les 0.01% des chercheurs les plus influents toutes disciplines confondues (Stanford University ranking, career-long impact).

humain adulte peut reconnaître des milliers de visages, en un clin d'œil et automatiquement. Cela ne veut pas dire que c'est facile, mais la reconnaissance faciale – qui en intelligence artificielle, contrairement aux idées reçues, n'atteint pas du tout le niveau du cerveau humain – offre donc un modèle idéal pour comprendre le cerveau. Le projet est novateur parce qu'il se base sur l'idée d'une spécificité humaine concernant les mécanismes et circuits cérébraux en reconnaissance d'identités faciales, et sur l'idée que la perception faciale se base sur la mémoire sémantique pour son développement et son fonctionnement. À partir de ce nouveau cadre théorique, je propose une série de sous-programmes de recherche qui viseront à tester cette théorie, notamment avec des enregistrements électrophysiologiques du cerveau, à partir du scalp (EEG) jusqu'à l'enregistrement de neurones unitaires.



« Le jour où l'on aura compris comment fonctionne la reconnaissance faciale, on aura accompli un grand pas vers la compréhension du cerveau humain. »



Clémence Prevost a obtenu le prix de thèse de l'école doctorale IAEM

Au cours de la cérémonie des docteurs qui a eu lieu en décembre, Clémence Prevost a reçu le prix de thèse de l'école doctorale IAEM. Elle a effectué sa thèse en traitement du signal au sein du projet SiMul du département BioSiS sous la direction de David Brie et Konstantin Usevich.

Elle portait sur la fusion de données multimodales par approximations tensorielles couplées de rang faible.



Ma Thèse en 180 secondes : Clémence Prevost remporte le 3^{ème} prix du jury

Clémence Prevost a obtenu le 3^{ème} prix du jury lors de la finale régionale Ma Thèse en 180 secondes qui s'est déroulée le 10 mars 2022 à l'Arsenal de Metz.

« Depuis plusieurs années, je m'intéresse à la médiation scientifique en vidéo ou à travers la Fête de la science. Malheureusement, le traitement de signal est souvent peu représenté. Participer au concours était donc l'occasion de présenter cette discipline qui me passionne au public. J'ai pu également prendre du recul sur ma thèse et la voir sous l'angle de la simplicité. Je garde un excellent souvenir du soir de la finale. L'événement était somptueusement orchestré et je suis honorée d'avoir pu en faire partie. Le travail de la communication, de la régie, mais également l'encouragement du public ont rendu l'expérience très galvanisante, et m'ont même aidé à surmonter mon trac ! »

Clémence Prevost

/ Propos recueillis lors d'un interview à la suite du prix remporté à ma Thèse en 180 secondes /

/ Regardez en replay la prestation de Clémence Prevost à la finale régionale **Ma thèse en 180 secondes** en cliquant sur l'image /



BioSiS obtient le prix du meilleur article de la revue IET Signal

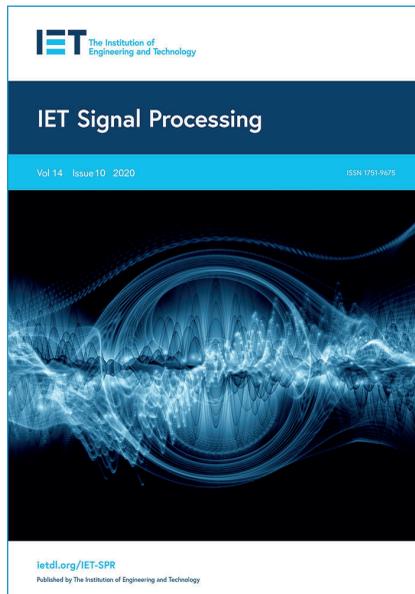
Le département BioSiS a reçu l'*IET Signal Processing Premium Award 2022* pour l'article **Tensor methods for multisensor signal processing**

Sebastian Miron, Yassine Zniyed, Remy Boyer, André L F de Almeida, Gérard Favier, Davie Brie, Pierre Comon

IET Signal Processing, 2021, 14 (10), pp.693-709.

Ce prix récompense le meilleur article publié dans la revue *IET Signal Processing* sur une période de 2 ans.

Dans ce travail, nous proposons une vue d'ensemble des modèles et méthodes basés sur les tenseurs pour le traitement des signaux multicapteurs. Nous illustrons l'efficacité des concepts méthodologiques et algorithmiques introduits, dans le contexte de trois applications importantes en traitement du signal : l'estimation de la direction d'arrivée, l'estimation harmonique multidimensionnelle et les systèmes de communication MIMO.



La revue ETRI décerne le Best Paper Award 2022 au département ISET

L'article **Can Energy Optimization Lead to Economic and Environmental Waste in LPWAN Architectures?**

Mina Rady, Jean-Philippe Georges et Francis Lepage

ETRI Journal, 2021, 43 (2), pp.173-183 a reçu le *Best Paper Award Winner 2022* par la revue *ETRI Journal (Q2 Computer Science (misc) et Q2 Electrical and Electronic Engineering)*. Cet article est paru en avril 2021 dans la revue numéro 2 du volume 43.

Avec le déploiement massif des dispositifs d'extrémité des réseaux étendus à faible consommation d'énergie, les coûts économiques et environnementaux de leur fonctionnement deviennent trop importants pour être ignorés et trop difficiles à estimer. Alors que les architectures et les protocoles LPWAN sont conçus pour économiser l'énergie, cette étude montre que l'économie d'énergie n'entraîne pas nécessairement une réduction des coûts ou de l'empreinte environnementale du réseau. En conséquence, un cadre théorique est proposé pour estimer les dépenses opérationnelles (OpEx) et l'empreinte environnementale des réseaux étendus LPWAN. Un modèle étendu d'optimisation sous contrainte est fourni pour l'affectation des liens ED aux passerelles (GW) sur la base de configurations ED hétérogènes et de spécifications matérielles. Sur la base des modèles, un cadre de simulation est développé qui démontre que l'OpEx, la consommation d'énergie et l'empreinte environnementale peuvent être en conflit les uns avec les autres en tant qu'objectifs d'optimisation contraints. Nous démontrons différentes manières de réaliser des compromis dans chaque dimension pour améliorer la performance globale du réseau.

Avec le déploiement massif des dispositifs d'extrémité des réseaux étendus à faible consommation d'énergie, les coûts économiques et environnementaux de leur fonctionnement deviennent trop importants pour être ignorés et trop difficiles à estimer. Alors que les architectures et les protocoles LPWAN sont conçus pour économiser l'énergie, cette étude montre que l'économie d'énergie n'entraîne pas nécessairement une réduction des coûts ou de l'empreinte environnementale du réseau. En conséquence, un cadre théorique est proposé pour estimer les dépenses opérationnelles (OpEx) et l'empreinte environnementale des réseaux étendus LPWAN. Un modèle étendu d'optimisation sous contrainte est fourni pour l'affectation des liens ED aux passerelles (GW) sur la base de configurations ED hétérogènes et de spécifications matérielles. Sur la base des modèles, un cadre de simulation est développé qui démontre que l'OpEx, la consommation d'énergie et l'empreinte environnementale peuvent être en conflit les uns avec les autres en tant qu'objectifs d'optimisation contraints. Nous démontrons différentes manières de réaliser des compromis dans chaque dimension pour améliorer la performance globale du réseau.

Hervé Panetto a été nommé en 2022 :

- Editor of the *Engineering Applications of Artificial Intelligence journal (EAAI)*, Elsevier, en janvier
- Member of the International Advisory Board of the *Digital Twin International Journal (DTIJ)*, Taylor & Francis, ISSN 2752-5783
- Member of the AENEAS Technical Expert Group (Association for European NanoElectronics Activities) - aeneas-office.org



Innovations



Projet 5GiLabB : Le 5G en action pour l'Industrie 4.0 dans le ferroviaire

Le projet franco-allemand 5GiLabB - 5G Industrial Lab Bischheim, porté par SNCF, réunit les partenaires français SNCF, NOKIA, CRAN, et allemands Fraunhofer IIS, Evocortex. 5GILABB a été sélectionné en réponse à l'appel à projets 2022 Franco-Allemand « 5G for Industry » (MINEFI relance - DGE et Ministère Fédéral de l'économie et du Climat Allemand) avec le double objectif :

- 1) Inciter les industriels français et allemands à déployer des cas d'usage de réseaux privés 5G et à adopter la technologie au sein de leurs usines
- 2) Encourager le développement des solutions 5G françaises et allemandes pour le secteur manufacturier.

Dans le cadre de sa stratégie « Usine du Futur », la SNCF a priorisé des problématiques de visibilité, d'accessibilité, de servicisation des actifs mobiles et des opérations industrielles qui sont essentielles à l'amélioration de la qualité, la télé-opération, la maintenance et le suivi des opérations dans ses technicentres de maintenance.

Le technicentre SNCF Bischheim près de Strasbourg, accueille les opérations de grand carénage des rames TGV et constitue le cœur d'application du projet. Ces opérations consistent au démontage total des voitures et locomotives avant et arrière d'une rame TGV complète, au contrôle de chaque pièce et à son remplacement et réglage si nécessaire. Le remontage complet pour une remise en service de la rame TGV après essais est la dernière étape des opérations. Avec une surface de 24Ha, les réseaux et services 5G sont des opportunités sans précédent pour la transformation numérique des opérations industrielles. Ils fournissent une QoE (*Quality of Experience*) et des services distribués à très haut débit et faible latence inouï pour les fonctions industrielles complexes. Déployés à grande échelle, ils offrent un large éventail de cas d'usage actuels et futurs.

Le projet 5GILABB est destiné à analyser, concevoir et expérimenter un cadre et un environnement de services sur les actifs mobiles

dans le technicentre SNCF de Bischheim (chariots automoteurs, produits, outils, personnels, ressources, ...) en s'appuyant sur les capacités d'un réseau 5G local, et dédiés à la gestion de la qualité par la supervision, l'automatisation, la télé-exploitation et le tracking des actifs mobiles et des processus.

Le CRAN apportera sa contribution au projet grâce à son expertise des systèmes distribués et des objets communicants autonomes en interaction intelligente. Les travaux englobent la spécification, la modélisation, et la conception de Compagnon-Produit Intelligent IoT 5G autonome pour la supervision, le contrôle, le tracking, et l'évaluation des risques des actifs mobiles dans le technicentre SNCF. Les actifs compagnon-intelligent seront intégrés à une architecture de jumeau numérique s'appuyant sur les services avancés 5G dont la performance et la qualité de service seront analysées et optimisées. Piloté par Eddy Bajic, responsable scientifique, une équipe du département ISET sera mobilisée

sur ce projet.

L'entreprise NOKIA valorisera son savoir-faire par le dimensionnement et le déploiement d'une infrastructure 5G privée 3,8Ghz. Le centre de recherche allemand Fraunhofer Institute IIS réalisera la géolocalisation <1 m des équipements communicants 5G. D'une durée de 36 mois, le financement du projet s'élève à 2,3 millions d'euros.



/ Le technicentre SNCF de Bischheim /

Un ÉcoSystème de Régénération de produits basé sur leurs usages

Le projet RegEcoS - ÉcoSystème de Régénération de produits basé sur leurs usages - a été sélectionné dans le cadre de l'appel à projet ANR Axe H19 : « Industrie et Usine du futur : Homme, organisation, technologies ». A travers ce projet, 3 laboratoires : CRAN, G-Scop et IMS et un industriel : Décathlon vont collaborer autour des problématiques de régénération industrielle.

En effet, les industries manufacturières européennes doivent faire face, ces dernières années, à plusieurs problèmes liés à l'approvisionnement en matières premières, relevant d'une part de causes environnementales, épuisement des ressources naturelles, augmentation des quantités de déchets, changements climatiques de plus en plus rapide, et d'autre part de causes géopolitiques, vulnérabilité des approvisionnement face, aux crises sanitaires liées au Covid, et aux conflits.

La mise en œuvre de l'économie circulaire est une piste d'action pour faire face à ce challenge de régénération. Ainsi il est nécessaire de se focaliser sur notre manière de produire, d'utiliser et de mieux revaloriser les produits à la fin d'utilisation, afin de consommer moins d'énergie et moins de matières premières. La régénération, ensemble des processus qui permettent de revaloriser un produit en fin d'utilisation (reuse, remanufacturing, recycling, ...), impose une vision globale, intégrée et transversale au cycle de vie du produit, puisqu'elle peut être envisagée plusieurs fois dans la vie d'un même produit et de tout ou partie de ses sous-ensembles, composants. Il est donc nécessaire de rendre les produits plus robustes, capables de durer plus longtemps, d'être maintenu et d'envisager plusieurs cycles d'usages. Cela passe par le fait de concevoir conjointement un produit et l'écosystème industriel et informationnel.

La régénération ne peut être abordée comme un processus de fabrication, du fait de la spécificité du flux de produits traités (déchets, flux non constants en quantité et qualité), des informations disponibles pour prendre la décision (natures hétérogènes, incomplètes, incertaines, ...) et de l'effet escompté de la régénération, dépendant de l'état de santé du produit. De plus, pour envisager plusieurs phases de régénération dans la vie d'un produit, il est nécessaire que le

produit ait été conçu avec des aptitudes à la régénération et que son potentiel de régénération soit maintenu durant son usage.

Pour répondre à ces problématiques, le projet RegEcoS a pour objectif de proposer une méthodologie pour la conception intégrée d'un produit et de son écosystème de régénération. L'écosystème de régénération regroupe les supports au suivi de l'usage d'un produit durant son utilisation (système d'information, jumeau numérique...), et les méthodes pour aider à la décision de régénération, en vue de prolonger la durée de vie du produit.

Porté par le CRAN, le projet RegEcoS a débuté en janvier 2023 pour une durée de 48 mois et permettra de financer deux thèses en collaboration entre deux des trois partenaires universitaires, un an de post-doctorant, et un an d'ingénieur. Le montant total du projet RegEcoS est de 450 750€

Pour répondre à cela, les gouvernements au niveau national et européen promulgent des lois pour inciter les entreprises à mettre en place des processus de revalorisation de leurs produits déjà vendus. Ainsi, par exemple, Décathlon doit déployer des dispositifs pour répondre à la loi AGECE de février 2020 permettant la régénération des équipements sportifs en fin d'utilisation.



Des logiciels 2D et 3D innovants pour faciliter et améliorer le diagnostic précoce de lésions inflammatoires chroniques ou cancéreuses

Le projet VISCOMI - Visualisation de Scènes COMplexes par Mosaïquage d'Images - a pour but d'apporter deux solutions logicielles innovantes de traitement d'images facilitant le diagnostic de lésions inflammatoires ou cancéreuses.

Le logiciel de cartographie 2D propose d'offrir une vue étendue d'une partie de l'estomac, grâce à l'assemblage d'images haute résolution, mais à champ de vue réduit. Il permet de guider l'acquisition des données lors de la gastroscopie pour visualiser en temps réel les zones suspectes.

Le logiciel de cartographie 3D permet de construire des représentations étendues de différentes surfaces épithéliales (parois internes de la vessie, parois internes de l'estomac, ou surfaces cutanées). Complémentaire au logiciel 2D dans le cas de l'estomac, il autorise un deuxième diagnostic après l'examen. Ces nouveaux dispositifs ouvrent la voie à de vastes possibilités dont bénéficient à la fois le patient et le médecin :

Ils rendent possible un deuxième diagnostic par le médecin qui a acquis les données ou par un autre médecin.

Ils permettent de suivre l'évolution d'un cancer ou d'une inflammation.

Ils garantissent une meilleure prise en charge des patients dans le cadre d'un diagnostic précoce.

Inexistantes à ce jour, les cartographies 2D et 3D sont des supports d'échanges entre différents spécialistes (gastroentérologues ou urologues, radio-physiciens, oncologues, etc.).

En dermatologie, la cartographie 3D peut être un outil de télé-médecine, les séquences d'images étant acquises au domicile et transmises au cabinet médical. Par rapport aux colonnes endoscopiques, les outils logiciels sont peu coûteux pour un bénéfice médical important.

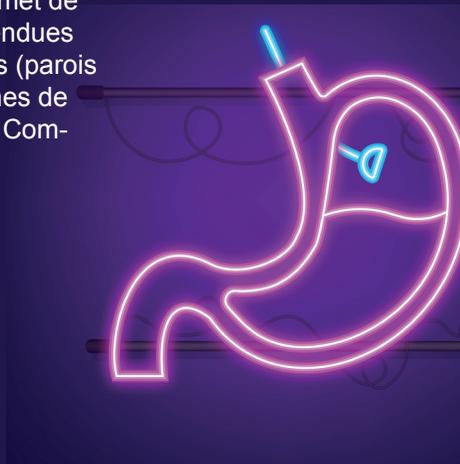
Il n'existe actuellement aucune solution de cartogra-

phie de vidéo-séquences endoscopiques pour une utilisation clinique, notamment à cause de la complexité des scènes. D'une part, l'estomac et la vessie sont des organes mouvants qui présentent peu de structures contrastées. D'autre part, la trajectoire de la caméra peut être difficilement contrôlable et les conditions d'éclairage varient fortement selon le point de vue.

Les solutions proposées au CRAN permettent de cartographier en 2D et 3D des images ne contenant que très peu d'informations et acquises sous des conditions d'illuminations changeantes. Elles permettent aussi de sélectionner automatiquement les images dont les points de vue conduisent aux cartes les plus précises. Des premiers résultats obtenus à l'aide de données patient ont montré que les algorithmes proposés sont suffisamment robustes pour pouvoir traiter des images de différents examens (gastroscopie, cystoscopie ou dermatologie) et de différentes modalités (lumière blanche,

fluorescence ou lumière NBI verte-bleue). L'objectif du projet VISCOMI est d'obtenir des démonstrateurs 2D et 3D fiables et ergonomiques qui permettent d'évaluer le potentiel des algorithmes sur une grande quantité de données cliniques.

Christian Daul et Clément Fauvel du département BioSiS sont impliqués dans ce projet financé par le CNRS d'une durée de 18 mois. Il est le fruit de 18 années de recherche dans le traitement d'images médicales dont l'initiateur est François Guillemin. Un brevet a été déposé en 2021 pour la cartographie 2D, qui a été accepté en 2022 au niveau français. Une demande d'extension à l'international est en cours de dépôt.



Améliorer la prise en charge des patients au service d'accueil des urgences grâce au jumeau numérique

Le Service d'Accueil des Urgences (SAU) est un maillon critique dans la logistique hospitalière, dans lequel le temps d'attente des patients est considéré refléter la maturité de l'établissement en ce qui concerne la gestion de ses processus, le pilotage de son activité, et la gestion de ses données. Dans ce contexte, l'ambition du projet JUNEAU - JUmeau Numérique pour un sErvice d'Accueil des Urgences - est de proposer un Jumeau Numérique pour le SAU permettant à la fois de remonter les données nécessaires pour visualiser le comportement du service en temps quasi-réel mais aussi de prévoir et d'anticiper son comportement, en ajoutant un moteur de simulation couplé à de l'optimisation permettant de répondre aux aléas inhérents à ce type de service, ceci afin « d'asservir » et de contrôler l'indicateur

« temps de passage aux urgences des patients ». Cet indicateur a été particulièrement observé par de nombreux travaux recherche sur la modélisation et la simulation de services des urgences. Les expertises scientifiques de l'équipe ISET dans les architectures holoniques, le contrôle hybride des systèmes de décision, et l'intégration de l'humain dans ces systèmes sont centrales pour lever les verrous scientifiques identifiés dans le cadre de ce projet.



Signature d'un partenariat de recherche international sur les neurosciences cognitives



L'Université de Lorraine a signé un partenariat de recherche international (International Research Partnership, IRP) impliquant le CRAN et le groupe de recherche en neurosciences cognitives (CNS) de l'institut des sciences cognitives et d'évaluation de l'université du Luxembourg (COSA).

Cet IRP, d'une durée de 4 ans, s'inscrit dans le domaine des neurosciences cognitives. Les recherches menées au CRAN et au COSA/CNS bénéficient déjà d'une grande complémentarité : le CRAN poursuit une recherche fondamentale en neurosciences avec une forte composante en traitement de signal tandis que le COSA/CNS au Luxembourg développe une recherche davantage axée sur les sciences cognitives, le développement et l'éducation. COSA/CNS s'intéresse notamment aux questions liées aux apprentissages dans une société multilingue et multiculturelle. Dans ce cadre, le projet porte sur l'évaluation optimale par l'électrophysiologie de la reconnaissance des mots écrits chez l'adulte, l'enfant et les patients épileptiques temporaux.

Ce partenariat a notamment pour ambition d'évaluer les différentes méthodes d'apprentissage de la lecture

et l'impact des différences d'opacité des langues (français, allemand) sur l'apprentissage de la lecture chez l'enfant. Le projet portera sur le développement d'outils simples d'enregistrement EEG et l'analyse des signaux à visée clinique et éducative.

La méthodologie utilisée consiste à mesurer l'activité cérébrale du cerveau à l'aide de l'électroencéphalogramme (EEG) lors de la présentation de stimuli à fréquence fixe et rapide. Cette technique développée au CRAN par Bruno Rossion, permet d'analyser les signaux de façon implicite, objective et très sensible. Elle a été appliquée récemment à la reconnaissance visuelle des mots et de la numérosité, en collaboration avec Christine Schiltz et Aliette Lochy au COSA/CNS.

Depuis plus de 20 ans, Bruno Rossion, directeur de recherche CNRS du département BioSiS et Christine Schiltz, professeure au département des sciences comportementales et cognitives de l'Université du Luxembourg, entretiennent une collaboration scientifique étroite. Ensemble, ils ont déjà co-écrit 20 publications dans des revues scientifiques internationales. Le projet bénéficiera également de l'expertise d'Aliette Lochy, chercheuse au COSA/CNS et spécialiste de l'évaluation de la lecture. Les moyens financiers de démarrage du projet sont modestes mais la structuration de l'IRP devrait permettre d'obtenir des fonds de recherche régionaux, inter-régionaux ou nationaux pour donner une dimension plus ambitieuse au programme scientifique. Plusieurs séjours de recherche prolongés dans l'institution partenaire seront programmés. Le partage de plate-formes techniques et le recrutement de deux doctorants en co-tutelle seront mobilisés dans le cadre de ce projet dont la proximité géographique des partenaires est un atout. Ce partenariat vise à renforcer leur collaboration et leur complémentarité dans le but de conforter leur visibilité internationale.

Un convertisseur de puissance pour alimenter un électrolyseur au sein d'une chaîne de production d'hydrogène

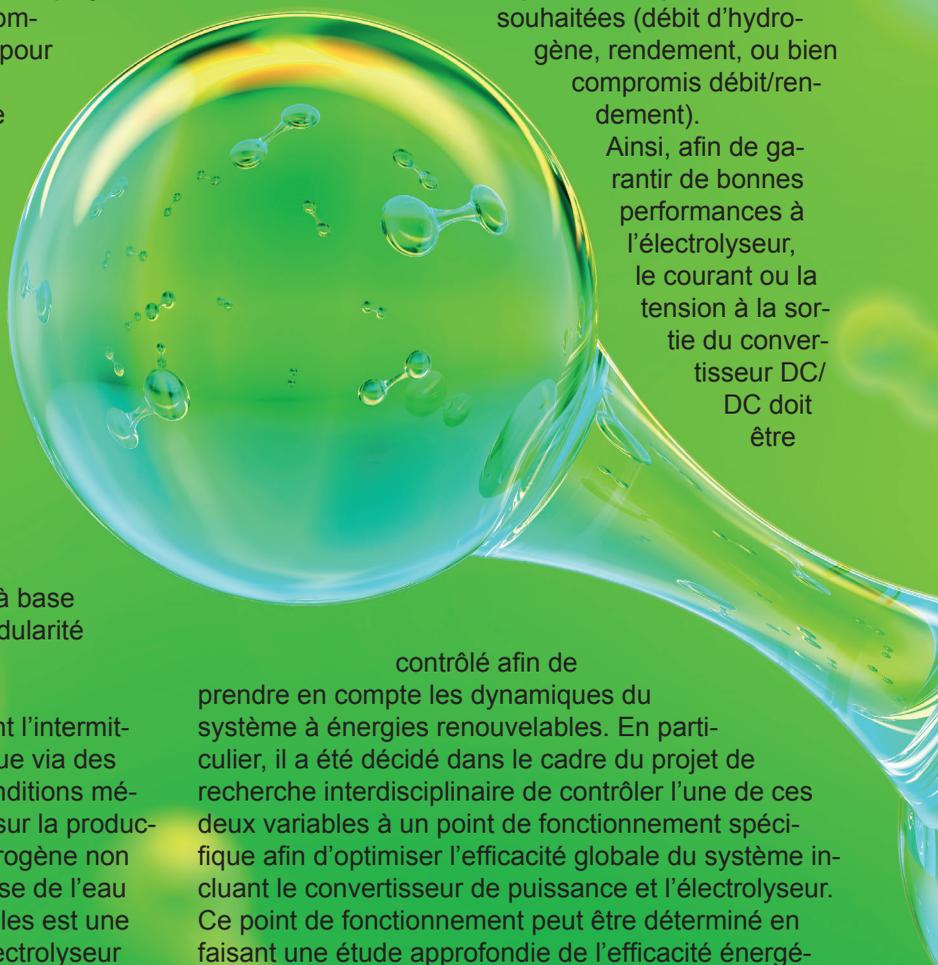
Deux équipes de recherche, issues du CRAN et du Groupe de Recherche en Énergie Électrique de Nancy (GREEN), localisées dans les locaux de l'IUT de Longwy, ont décidé de s'unir au sein d'un projet interdisciplinaire : la modélisation et la commande d'un convertisseur de puissance pour alimenter un électrolyseur au sein d'une chaîne de production d'hydrogène basée sur une source d'énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque). Dans le cadre de l'élaboration de stratégies technologiques pour s'opposer au réchauffement climatique, il est important de développer des solutions non carbonées permettant de stocker l'énergie électrique, puis de la distribuer en fonction des besoins, car cette énergie ne peut pas être conservée sur le réseau électrique. L'hydrogène représente ainsi une solution attractive et prometteuse pour stocker et fournir une énergie électrique déjà produite. De plus, les technologies à base d'hydrogène sont bien adaptées à la modularité des sources d'énergies renouvelables.

Leur principal inconvénient est cependant l'intermittence de la production d'énergie électrique via des sources renouvelables en raison des conditions météorologiques, ce qui a un impact direct sur la production d'hydrogène. Pour produire de l'hydrogène non carboné (c'est-à-dire « vert »), l'électrolyse de l'eau alimentée avec des énergies renouvelables est une solution pertinente. Étant donné que l'électrolyseur doit être alimenté avec une tension plus faible que la source d'énergie renouvelable, un convertisseur DC/DC d'interface présentant un haut rapport de conversion doit être inséré.

Le volume d'hydrogène produit dépend fortement de la quantité d'énergie apportée à l'électrolyseur. Plus l'apport d'énergie est conséquent, plus l'électrolyseur produit de l'hydrogène. Toutefois, cet apport d'énergie engendre des échauffements au sein de l'électrolyseur, conduisant à la réduction de son rendement. En d'autres termes, une bonne partie de l'énergie apportée à l'électrolyseur est perdue et ne peut donc pas

être convertie en hydrogène. Le choix de la stratégie de dimensionnement et de contrôle de l'ensemble formé par l'électrolyseur et le convertisseur DC/DC doit dépendre des performances souhaitées (débit d'hydrogène, rendement, ou bien compromis débit/rendement).

Ainsi, afin de garantir de bonnes performances à l'électrolyseur, le courant ou la tension à la sortie du convertisseur DC/DC doit être



contrôlé afin de prendre en compte les dynamiques du système à énergies renouvelables. En particulier, il a été décidé dans le cadre du projet de recherche interdisciplinaire de contrôler l'une de ces deux variables à un point de fonctionnement spécifique afin d'optimiser l'efficacité globale du système incluant le convertisseur de puissance et l'électrolyseur. Ce point de fonctionnement peut être déterminé en faisant une étude approfondie de l'efficacité énergétique de l'ensemble du convertisseur de puissance et de l'électrolyseur.

La problématique scientifique à laquelle les chercheurs s'attaquent concerne deux technologies d'électrolyseurs, à savoir la technologie alcaline et celle à Membrane échangeuse de protons (PEM). L'enjeu est de déterminer laquelle est la mieux adaptée pour permettre un fonctionnement efficace et, si possible, rentable, de l'électrolyseur avec une alimentation électrique via des énergies renouvelables (éolien et panneau photovoltaïque). De plus, il faut noter que le

coût de l'hydrogène produit dépend également du type et de la puissance de la source d'énergie, ce qui est un point clé lorsque l'on utilise des énergies renouvelables.

Dans le cadre de cette action de recherche interdisciplinaire, une plateforme expérimentale, appelée H2-ENR1, a été développée. Elle est dédiée à l'utilisation de l'hydrogène dans le cadre des énergies renouvelables et du stockage de l'énergie. Cette plateforme est actuellement utilisée pour caractériser et synthétiser des lois de commande pour deux technologies d'électrolyseurs, alcalins et PEM.

Les activités de recherche sur cette plateforme permettront notamment le développement de convertisseurs de puissance pour électrolyseurs et porteront sur la gestion d'énergie des systèmes multi-sources composés de sources d'énergie renouvelables, et de technologies à hydrogène (pile à combustible et électrolyseur), ainsi que l'élaboration de modèles et de lois de commande pour ces systèmes.



Des jumeaux numériques interopérables pour des systèmes industriels flexibles

Le projet Européen MODAPTO cherche à développer des systèmes cyber-physiques de production flexibles, reconfigurables et résilients basé sur des modules de production intelligents qui se coordonnent pour former des lignes de fabrication. Ainsi, ce projet vise à déployer des systèmes de fabrication modulaires et reconfigurables s'appuyant sur des modules de production enrichis d'une intelligence distribuée via des jumeaux numériques interopérables basés sur des normes industrielles.

Dans ce projet, le CRAN apportera son expertise en maintenance prédictive pour, d'une part, adapter et développer une approche d'apprentissage fédérée distribué sur les modules pour le diagnostic et le pronostic, et d'autre part, proposer une approche basée sur le « *Machine Learning and Reasoning* » pour l'optimisation de la maintenance de ces systèmes reconfigurables. Ces approches seront validées sur des cas d'utilisation des sites pilotes du projet, dont l'usine de Brumath de SEW USOCOME.

MODAPTO a débuté en janvier 2023 pour une période de 3 ans. Coordonné par l'*Athens Technology Center*, le projet réunit 13 partenaires pour un financement total de 5,5 millions d'euros. Le recrutement de 2 doctorants et d'un post-doctorant est prévu pour renforcer l'équipe sur ce projet.

Technologies



Inauguration de la plateforme PhotoVivo du département BioSiS

Le CRAN a inauguré en août 2022 la plateforme PhotoVivo en présence d'Hélène Boulanger, Présidente de l'Université de Lorraine, d'Edwige Helmer-Laurent, Déléguée régionale du CNRS Centre-Est, Thomas Hauet, Chargé de mission Infra+ à l'Université de Lorraine, Christophe Choserot, Vice-Président de la Métropole du Grand Nancy en charge de l'Enseignement supérieur, Recherche et Innovation, Gilles Millérioux, Directeur adjoint du CRAN et Muriel Barberi-Heyob, Co-responsable du département BioSiS du CRAN. Plus de 48 personnes ont répondu présentes à l'événement qui s'est déroulé dans l'un des 9 sites du CRAN à la Faculté de médecine à Vandœuvre-lès-Nancy. Hélène Boulanger a rappelé que « les plateformes, comme l'ensemble des activités des personnels universitaires, sont concernées par l'enjeu environnemental et qu'elles doivent à ce titre contribuer à l'effort global de sobriété ». En ce sens, PhotoVivo met en ligne publiquement sur la plateforme DOREL les données innovantes qu'elle génère pour permettre leur utilisation par d'autres équipes de recherche, sans nécessiter de les générer de nouveau.

Après les prises de parole institutionnelles, Marine Amouroux, responsable scientifique de la plateforme, a présenté les fondements scientifiques de PhotoVivo. Cette plateforme est unique par son caractère translationnel qui lui permet de transférer les innovations qu'elle développe « de la paillasse au lit du patient » avec 3 essais cliniques à son actif. À cette occasion, Grégoire Khairallah, chirurgien plasticien au CHR Metz-Thionville, a partagé son expérience suite à l'évaluation clinique du dispositif SpectroLive sur 140 patients. Cet équipement de spectroscopie optique aide au diagnostic des cancers de la peau en analysant les tissus biologiques sans nécessité de prélèvement.

En fin de matinée, les participants qui le souhaitaient ont pu assister à une démonstration de 2 dispositifs de la plateforme :

- Deeplive, dispositif d'imagerie optique par méthode LC-OCT fourni par la société Damae Medical qui collabore avec le CRAN dans le cadre d'un projet ANR pour optimiser leur dispositif d'imagerie
- Un banc optique à double sphères intégrantes qui permet de

mesurer les coefficients optiques des tissus biologiques *ex vivo* pour les utiliser comme critères diagnostiques du cancer.

La plateforme PhotoVivo a été cofinancée, d'une part, par le CPER IT2MP 2015-2020 dont les financeurs sont l'État, la région Grand Est, le FEDER, et d'autre part, par la Ligue contre le cancer. Le CRAN via ses tutelles (CNRS/Université de Lorraine) et le CNRS via son appel à projet dédiés aux équipements de sécurité LASER ont également contribué à l'émergence de cette plateforme. Elle a également bénéficié du soutien, à ses projets scientifiques, de l'Institut de Cancérologie de Lorraine, du CHRU de Nancy, du CHR Metz-Thionville, du Cancéropôle Est et de France Life Imaging (FLI).

Présentation de la plateforme

PhotoVivo est un centre de ressources optiques au service du tissu socio-économique régional, de la formation des étudiants et de projets de recherche translationnels de haut niveau intégrés dans des réseaux de collaboration nationaux et internationaux.

Rattachée au CRAN, la plateforme développe et met en œuvre des

méthodes optiques innovantes. Elle regroupe 3 types de dispositifs : de paillasse pour la caractérisation métrologique de solutions médicales, des dispositifs médicaux de référence et des dispositifs conçus par le CRAN dont certains sont brevetés. Elle met au service des entreprises de la région ses équipements. PhotoVivo participe également au programme ORION qui a pour but de faire acquérir aux étudiants et doctorants des compétences transverses au-delà de leurs champs disciplinaires. Depuis septembre 2022, elle propose aux étudiants de s'initier à la caractérisation optique du vivant.

Page web dédiée sur le site du CRAN

www.cran.univ-lorraine.fr/francais/plates_formes/26-photovivo.php

Page sur Plug in Labs

pluginlabs.univ-lorraine.fr/fr/results/keywords/text/photovivo

Dépliant de présentation des équipements de la plateforme



PhotoVivo est labellisée STAR-LUE...

La plateforme PhotoVivo a été labellisée en fin d'année 2022 par le programme Infra +. L'ambition de LUE est d'augmenter l'efficacité, la visibilité et la pérennité des infrastructures de recherche.

Cette démarche qualité basée sur l'organisation et l'amélioration a pour but d'atteindre les caractéristiques d'une infrastructure de recherche ouverte et reconnue pour ses prestations de haut niveau.

...et référencée sur Plug in Labs

Accessible gratuitement, ce portail présente sous la forme de fiches synthétiques les expertises, les équipements et certains brevets issus des infrastructures et des unités de recherche. La recherche peut se faire par mots-clés, par thématiques-phares du site lorrain ou par type de service recherchés. Plug in labs Lorraine cartographie les compétences dans le but de les promouvoir pour favoriser les échanges avec l'entreprise et les communautés scientifiques nationales, européennes et internationales.



/ Démonstration de la solution DeepLive, dispositif d'imagerie optique par méthode LC-OCT, qui permet de visualiser des images 3D des différentes couches de la peau à l'échelle cellulaire /

Le département ISET se dote d'une salle immersive 3D sur le campus bois

Le département ISET développe depuis quelques années une activité de recherche autour de la transition numérique de la construction. En effet, par sa nature pluridisciplinaire, le domaine de la construction regroupe des métiers différents et donc des données de nature différentes qu'il est nécessaire de regrouper au sein d'un même environnement de modélisation. Actuellement 3 thématiques principales sont étudiées :

- Reconstruction 3D de bâtiments pour la rénovation : cet axe thématique vise à prototyper des solutions logicielles pour la reconstruction 3D de bâtiments à partir de l'acquisition de nuages de points par scanner Lidar terrestre. Ce dernier aspect induit des problèmes de reconstruction automatique de modèles, de reconnaissance de forme et d'enrichissement de modèles géométriques par des modèles sémantiques.
- Systèmes d'aide à la décision pour l'optimisation de la consommation énergétique et la qualité de

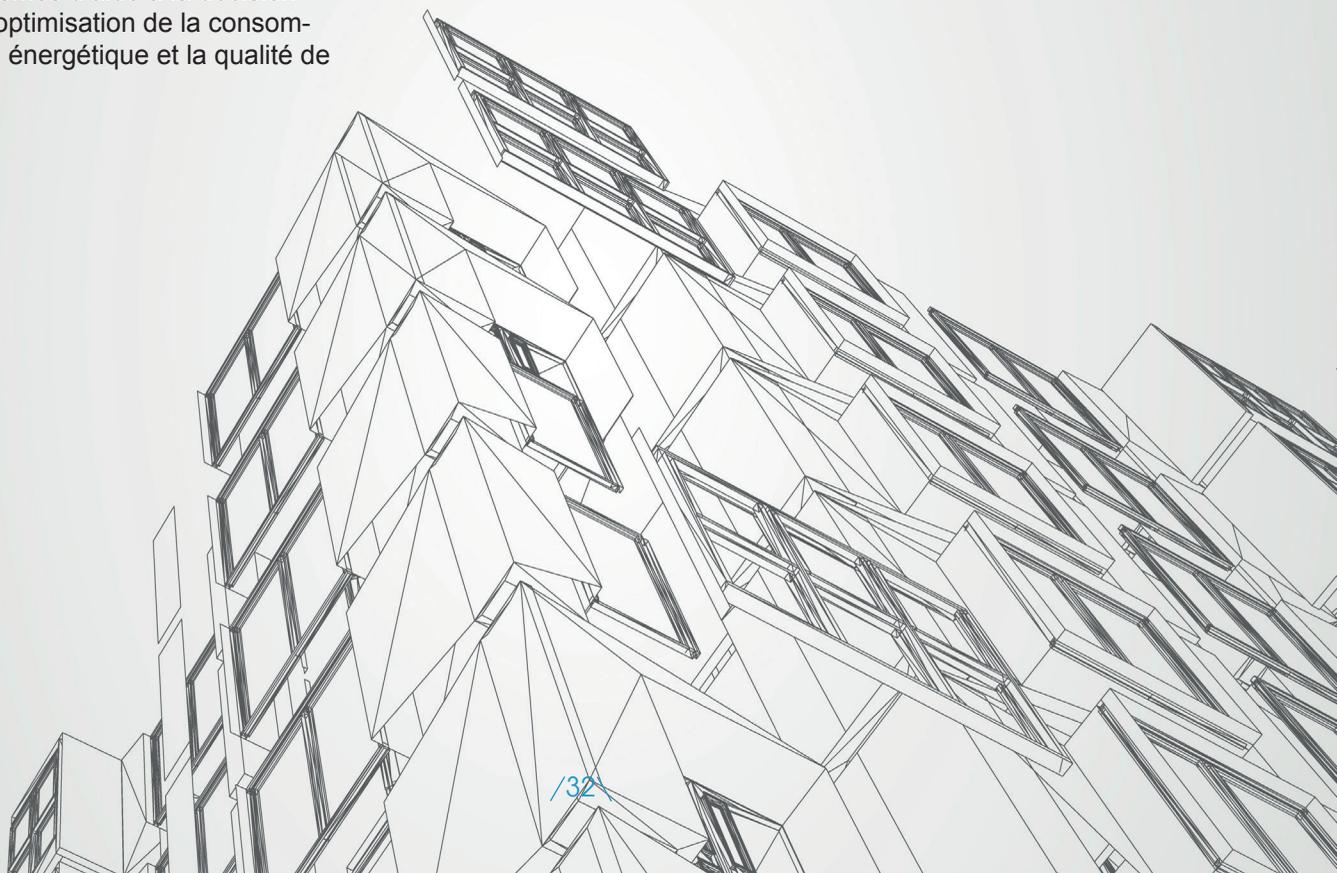
l'air via la maquette numérique et des algorithmes d'intelligence artificielle. Cela pose des problèmes de fusion de modèles hétérogènes relative à la nécessité d'enregistrer les données recueillies des capteurs (température, COV, CO₂, consommation électrique, ...) avec des données géométriques et temporelles ainsi que des modèles de simulation de comportements des utilisateurs.

- Systèmes d'aide à la décision pour la gestion de projets de rénovation énergétique par le développement de processus collaboratifs basés sur les paradigmes Lean et BIM. Dans ce cadre, le but est de proposer des méthodologies de couplage du BIM et en particulier la simulation 4D avec des processus de planification collaborative basés sur les principes du LEAN.



/ La nouvelle salle immersive 3D du campus bois à Epinal /

En lien avec le projet ANR IsoBIM coordonné par Hind Bril El Haouzi, le département ISET a mis en place un démonstrateur pour l'apprentissage des pratiques BIM et la validation des algorithmes collaboratifs de planification. Cet outil vise à concrétiser physiquement les nouveaux processus de développement de



Pilotage d'un four de brasage d'échangeurs

projets de construction et à démystifier le BIM collaboratif, en particulier, dans le domaine de la rénovation énergétique des bâtiments. L'objectif étant d'ouvrir cette salle d'expériences et de formation pour rendre les concepts et les méthodes BIM accessibles à plus d'utilisateurs. En effet, un aménagement particulier avec des outils d'immersion et de simulation permet de se projeter dans la maquette BIM avec une représentation en taille réelle des projets. En outre, la réalité virtuelle offre une expérience utilisateur riche avec la possibilité de se déplacer au sein de projets de construction et de tester divers scénarios en temps réel. Les étudiants, chercheurs et professionnels peuvent ainsi se familiariser avec ce type d'outils numériques pour simplifier la compréhension des projets et faciliter les échanges entre les différents acteurs.

Fives Cryo est une filiale de la société Fives spécialisée dans la conception de produits et de services de cryogénie à la pointe de la technologie. Elle est basée à Golbey en banlieue de la ville d'Epinal. Elle conçoit et fabrique en particulier des échangeurs de chaleur en aluminium brasés BAHX (Brazed Aluminium Heat Exchangers) qui sont largement utilisés pour les applications de traitement des hydrocarbures, du gaz naturel liquéfié (GNL) et du gaz, et qui offrent une grande fiabilité tout en limitant la consommation d'énergie. Ces échangeurs ont une compacité et une légèreté exceptionnelles, avec une surface commune par unité de volume d'environ 2 000 m²/ m³ ; c'est 4 à 5 fois plus que les échangeurs classiques. La fabrication de ces échangeurs passe par une étape de brasage, en une seule opération, d'un ensemble de plus de 10 000 pièces élémentaires ayant un poids total de plus de 20 tonnes. C'est alors 1000 km de joint brasé qui sont fabriqués et dont la qualité est garante de la tenue en pression de l'équipement et donc de son bon fonctionnement. L'opération de brasage réalisée dans un four sous vide de grande taille est donc essentielle afin de minimiser les pièces rebutées. Une pré-étude, conduite de mars à août 2022 a permis de proposer un plan d'action visant à renouveler le système de contrôle-commande du four. Un projet de demande de financement rassemblant Fives Cryo, la société Process Ingénierie, le Laboratoire Energies & Mécanique Théorique et Appliquée (LEMETA) et le CRAN a été déposé auprès de BPI France dans le cadre du plan d'investissement d'avenir France

2030. Ce projet ayant été accepté, 2 thèses seront engagées à la rentrée universitaire 2023-2024. L'une d'elle portera sur la conception de lois de commande robustes à la présence de défaillance des capteurs de températures et s'appuyant sur un protocole de consensus. Elle sera dirigée conjointement par Pierre Riedinger et Jamal Daafouz, Professeurs au sein du département CID.



Thèses

BioSiS

Marine Lemesle
5-04-2022

La claudine 1 : une piste pour sensibiliser les cellules cancéreuses mammaires triples-négatives à la chimiothérapie

ISET

Romain Duponnois
31-01-2022

Contribution à l'identification de situations dangereuses et à leurs détections par l'analyse des dérives de l'équipement de production

BioSiS

Samuel Louviot
8-06-2022

Études biophysiques et électrophysiologiques de la stimulation électrique trans-crânienne chez l'Homme in-vivo à l'aide d'enregistrements stéréoelectroencéphalographiques simultanés dans l'épilepsie focale pharmacoresistante et en reconnaissance des visages

BioSiS

Maxime Durand
5-04-2022

Capacités invasives des glioblastomes : intérêt des nanoparticules hybrides or/gadolinium, seules ou en association avec la radiothérapie

ISET

Etienne Valette
10-05-2022

Vers une approche anthropocentrée des architectures de contrôle pour les systèmes intelligents de production

BioSiS

Sergey Zaytsev
27-06-2022

Combinaison de la spectroscopie multimodale tissulaire et des méthodes de dégagement optique pour améliorer la sensibilité à la profondeur dans le diagnostic et la caractérisation des carcinomes cutanés in vivo

BioSiS

Alex Hirtz
13-12-2022

Expression et fonctionnalité des récepteurs aux oestrogènes dans la gliomagenèse des astrocytomes et leur progression maligne

BioSiS

Rafael Bayareh-Mancilla
5-10-2022

Vers un outil de diagnostic du pied diabétique utilisant une modélisation 3D basée sur des images thermographiques et du lumière blanche

CID

Baparou Danhane
15-12-2022

Contrôlabilité en sortie

ISET

Guilain Leduc
14-12-2022

Performance et sécurité
d'une Blockchain auto-adap-
tative et innovante

CID

Louis Massucci
8-12-2022

Théorie de l'apprentissage
et identification des sys-
tèmes dynamiques hybrides

ISET

Marion Toussaint
12-09-2022

Une contribution à l'industrie
4.0 : un cadre pour sécuri-
ser l'échange de données
standardisées

BioSiS

Grégoire Khairallah
8-12-2022

Spectroscopie optique tissua-
ire pour la caractérisation
photobiologique de l'enve-
loppe cutanée à destination
d'un usage clinique

CID

Bikash Adhikari
18-07-2022

Phénomène d'échelle de
temps dans la synchroni-
sation d'un système mul-
ti-agent

CID

Minh Tuan Truong
14-09-2022

Méthodologie d'optimisation
de plan de test pour l'éva-
luation de la fiabilité de com-
posants optoélectroniques

ISET

Paul Ortiz
12-12-2022

Conception d'un système
hybride de stockage de
l'énergie pour la réduction
des émissions carbone dans
l'habitat individuel

BioSiS

Victor Colas
27-09-2022

Modélisation et estimations
des propriétés optiques de
la peau humaine à l'aide de
spectroscopie d'autofluores-
cence et reflectance diffuse
résolues spatialement

ISET

Loïc Desgeorges
17-11-2022

Détection d'anomalies,
de sûreté et de sécurité,
d'un contrôle centralisé de
réseau

ISET

Lorenzo Vianello
12-12-2022

Vers l'adaptation dans la
collaboration homme-robot

CID

Amadou Cissé
13-12-2022

Observation et commande
d'une classe d'équations aux
dérivées partielles couplées:
Application à l'équation de
Vlasov-Poisson

CID

Imed Jabbari
2-12-2022

Commandes non linéaires
sous contraintes pour les
Robots Parallèles à Câbles

CID

Axelle Hego
21-10-2022

Analyse de sensibilité sur
un modèle hydrologique de
toiture végétalisée

CID

Dyhia Bouhadjra
15-12-2022

Modélisation, et estimation
pour des systèmes biolo-
giques



Rapport d'activité
2022

AU COEUR
DES SYSTÈMES
& DE LA SANTÉ



cran.univ-lorraine.fr



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE