

CRAN

2023
C R
A N
FAITS MARQUANTS



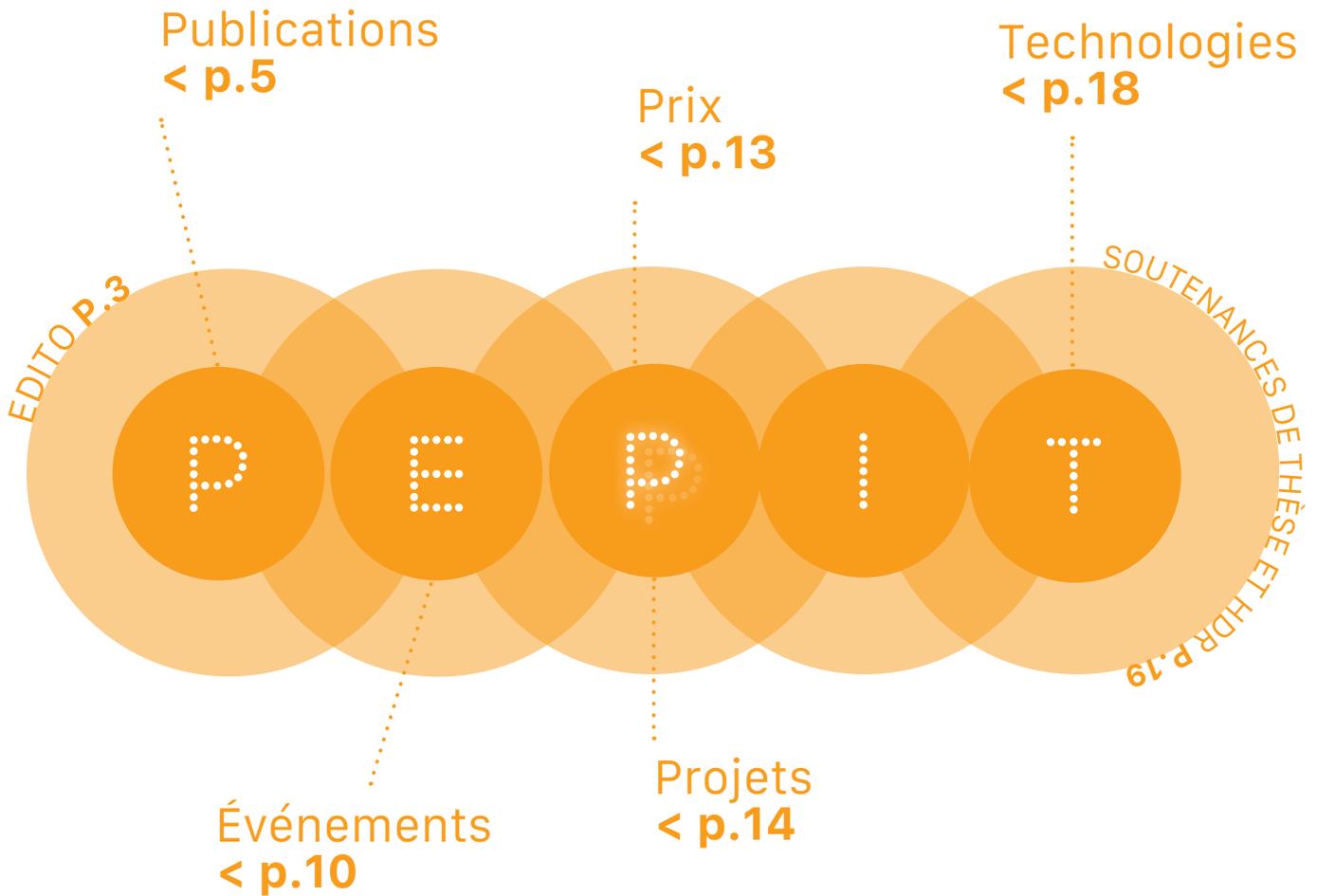
UNIVERSITÉ
DE LORRAINE

PEPIT 2023

Robot à câbles pour étudier le vol des insectes



SOMMAIRE



Édito par Gilles Millérioux



Directeur du CRAN depuis le 1^{er} janvier 2024

Comme chaque année, le laboratoire affiche des faits marquants de ses recherches dans des registres variés. Ces « morceaux choisis » démontrent la richesse et la diversité des activités inscrites dans une partition commune signée « Au cœur des systèmes et de la santé ». On dénote clairement des travaux de nature amont, publiés dans des revues internationales de très haut niveau. La politique de publication du laboratoire se veut exigeante, la production de connaissances étant une des préoccupations premières de ses recherches. Ces faits marquants mettent aussi en lumière le continuum des recherches en santé, depuis des aspects méthodologiques jusqu'au transfert clinique, une force du laboratoire. Tout en se remémorant le passé de l'année 2023, à ce stade de l'écriture, on a connaissance du futur ! Ceci nous permet de saluer une dynamique positive d'engagement dans des projets d'envergure avec de très belles réussites, résultats de l'investissement des chercheuses et chercheurs dans un exercice de réponses à appels à projet difficile,

chronophage et parfois ou trop souvent frustrant. Le spectre des domaines abordés démontre une volonté du laboratoire de s'inscrire dans des enjeux sociétaux d'importance, en s'appuyant sur des partenariats académiques et industriels de très belle tenue. Les



Ces « morceaux choisis » démontrent la richesse et la diversité des activités inscrites dans une partition commune signée « Au cœur des systèmes et de la santé ».



recherches évoluent, prenant en compte notamment l'ubiquité des données pour la commande, la modélisation, le pilotage, l'aide au diagnostic. Un regard vers le passé, de l'ambition pour le futur.



Liste des publications

ISET

Data-driven invariant modelling patterns for digital twin design

Concetta Semeraro, Mario Lezoche, Hervé Panetto, Michele Dassisi

Journal of Industrial Information Integration (I.F. 15,7), 2023, 31, pp.100424. [10.1016/j.jii.2022.100424](https://doi.org/10.1016/j.jii.2022.100424).

.....
Consulter l'article

doi.org/10.1016/j.jii.2022.100424

A collaborative network of digital twins for anomaly detection applications of complex systems. Snitch Digital Twin concept.

Pablo Calvo-Bascones, Alexandre Voisin, Phuc Do Va, Miguel Sanz-Bobi
Computers in Industry, 2023, 144, pp.103767.

.....
Consulter l'article

doi.org/10.1016/j.compind.2022.103767

Constructing a network digital twin through formal modeling : Tackling the virtual-real mapping challenge in IIoT networks

Mehdi Kherbache, Arsalan Ahmed, Moufida Maimour et Eric Rondeau
Internet of Things, 24:101000, décembre 2023.

.....
Consulter l'article

doi.org/10.1016/j.iot.2023.101000

Industry 5.0 and its technologies : a systematic literature review upon the human place into IoT- and CPS-based industrial systems

Etienne Valette, Hind Bril El-Haouzi, Guillaume Demesure
Computers & Industrial Engineering. Année : 2023.

Consulter l'article

doi.org/10.1016/j.cie.2023.109426

Cet article représente une contribution intéressante pour le domaine des systèmes industriels en explorant de manière systématique l'intégration de l'humain dans les systèmes IoT et CPS sous l'angle de l'Industrie 5.0. Parmi ses contributions majeures, l'étude identifie les technologies clés qui permettront de recentrer les systèmes industriels sur l'humain, notamment les jumeaux numériques et la cobotique. L'article propose une classification originale des modèles d'interaction humain-système, soulignant l'importance des interfaces de communication, des relations sociales inspirées des

réseaux humains, et des réseaux de communication basés sur les services de réseaux sociaux. En abordant les défis cruciaux d'interopérabilité, de cybersécurité, et de gestion des données, l'article offre un cadre systémique précieux pour développer des systèmes socio-techniques où l'humain est au centre. Enfin, ce travail met en évidence l'importance de l'acceptabilité sociale et des impacts sociétaux des technologies émergentes, fournissant ainsi une base théorique solide pour des recherches futures sur des systèmes industriels durables et résilients.

CID

Transmission power policies for energy-efficient wireless control of nonlinear systems

Vineeth Varma, Romain Postoyan, Daniel Quevedo et Irinel-Constantin Morarescu
IEEE Transactions on Automatic Control, 68(6):3362–3376, 2023.

Consulter l'article

doi.org/10.1109/TAC.2022.3190061

.....

Model-free optimal tracking over finite horizon using adaptive dynamic programming

Mayank Shekhar Jha, Didier Theilliol, Philippe Weber
Optimal Control Applications and Methods, 2023, 44 (6), pp.3114–3138. 10.1002/oca.3028 . hal-04200216

Consulter l'article

doi.org/10.1002/oca.3028

.....

Adaptive observer design for a class of nonlinear descriptor systems

Marouane Alma, Mohamed Darouach et Harouna Souley Ali
Automatica, 155:111143, 2023.

Consulter l'article

doi.org/10.1016/j.automatica.2023.111143

.....

Solving infinite-dimensional harmonic Lyapunov and Riccati equations

Pierre Riedinger et Jamal Daafouz
IEEE Transactions on Automatic Control, 68(10):5938–5953, 2023.

Consulter l'article

doi.org/10.1109/TAC.2022.3229943

.....

Explaining the «mystery» of periodicity in inter-transmission times in two-dimensional event-triggered controlled systems

Romain Postoyan, Ricardo Sanfelice et Maurice Heemels
IEEE Transactions on Automatic Control, 68(2):912–927, 2023.

Consulter l'article

doi.org/10.1109/TAC.2022.3147009

.....

De nos jours, les lois de commande communiquent périodiquement avec le système à piloter en pratique. Ce paradigme consomme ainsi des ressources, en termes de communication et de calcul, quel que soit l'état et donc les besoins du système. Le contrôle événementiel se positionne en alternative : l'idée est de ne communiquer que lorsque cela est nécessaire. Il existe aujourd'hui pléthore de techniques pour concevoir des contrôleurs événementiels. Toutefois, nous ne disposons généralement que de très peu d'informations sur la quantité de transmission ainsi générée quand bien même celle-ci est une caractéristique fondamentale. Cet article propose pour la première fois des garanties sur les temps entre deux transmissions pour une des lois de commande événementielles les plus populaires. L'un des principaux résultats est l'explication du comportement oscillatoire des temps inter-transmissions, un phénomène fréquemment observé en simulations mais jamais expliqué jusqu'à présent. Plus généralement, les résultats proposés permettent de comprendre et d'analyser le comportement des temps inter-transmissions, au lieu de s'appuyer exclusivement sur des simulations numériques, et peuvent être exploités pour évaluer rigoureusement la quantité moyenne de transmission.

A Bayesian approach for simultaneous spike/LFP separation and spike sorting

Steven Le Cam, Pauline Jurczynski, Jacques Jonas, Laurent Koessler, Sophie Colnat-Coulbois and Radu Ranta
Journal of Neural Engineering 20(2), March 2023.

Consulter l'article

doi.org/10.1088/1741-2552/acc210

Quaternions in signal and image processing

Sebastian Miron, Julien Flamant, Nicolas Le Bihan, Pierre Chainais, and David Brie
IEEE Signal Processing Magazine, 2023, 40 (6), pp.26-40.

Consulter l'article

doi.org/10.1109/MSP.2023.3278071

Dynamical hyperspectral unmixing with variational recurrent neural networks

Ricardo A. Borsoi, Tales Imbiriba, Pau Closas
IEEE Transactions on Image Processing, 2023, 32, pp.2279-2294.

Consulter l'article

doi.org/10.1109/TIP.2023.3266660

Current Approaches to Salvage Surgery for Head and Neck Cancer: A Comprehensive Review

Romina Mastronicola, Pauline Le Roux, Aurore Casse, Sophie Cortese, Emilie Beulque, Marco Perna, Gilles Dolivet.
Cancers (Basel). 2023 May 5;15(9):2625. doi: 10.3390/cancers15092625. PMID: 37174091.

Consulter l'article

doi.org/10.3390/cancers15092625

CRISPR/Cas9-mediated knock-in of BRCA1/2 mutations restores response to olaparib in pancreatic cancer cell lines

Andréa Witz, Julie Dardare, Aurélie Francois, Marie Husson, Marie Rouyer, Jessica Demange, Jean-Louis Merlin, Pauline Gilson, Alexandre Harlé.
Scientific Reports, 2023, 13 (1), pp.18741.

Consulter l'article

doi.org/10.1038/s41598-023-45964-w

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, 2023, vol. 24, no 6, p. e202200624.

Consulter l'article

doi.org/10.1002/cbic.202200624

Le CRAN a déposé son premier jeu de données

Publié sur l'entrepôt national data.gouv.fr, le jeu de données correspond à des spectres lumineux optiques acquis sur des patients porteurs de cancers de la peau. Concrètement ces « spectres » prennent la forme de tableaux de données au format Excel. Ils ont été acquis sur 132 patients pendant 5 ans entre novembre 2016 et mars 2021 au sein du bloc opératoire du service de chirurgie plastique du CHR Metz-Thionville. L'objectif de l'acquisition de ces données est de constituer une base d'entraînement de méthodes d'intelligence artificielle. Il s'agit de développer un nouveau dispositif médical pour aider le chirurgien à mieux diagnostiquer et optimiser la chirurgie des cancers de la peau (aide au diagnostic en temps réel).

Ce jeu de données est accompagné d'un datapaper.

SpectroLive : optical spectra (autofluorescence and diffuse reflectance) acquired on human skin carcinomas

Thomas Elsen, Clément Fauvel, Ahmed Zghal, Valentin Kupriyanov, Alain Delconte, Grégoire Khairallah, Walter Blondel, Marine Amouroux, 2023, Université de Lorraine.

Consulter l'article

doi.org/10.12763/EYVX3P



Radiosensitization with Gadolinium Chelate-Coated Gold Nanoparticles Prevents Aggressiveness and Invasiveness in Glioblastoma

Maxime Durand, Alicia Chateau, Justine Jubréaux, Jérôme Devy, Héna Paquot, Gauthier Laurent, Rana Bazzi, Stéphane Roux, Nicolas Richet, Aurélie Reinhard-Ruch, Pascal Chastagner, Sophie Pinel. *Int J Nanomedicine*. 2023 Jan 13;18:243-261.

Consulter l'article
doi.org/10.2147/IJN.S375918

.....

This study aimed to evaluate the radiosensitizing potential of Au@DTDTPA(Gd) nanoparticles when combined with conventional external X-ray irradiation (RT) to treat GBM.

Complementary biological models based on U87 spheroids including conventional 3D invasion assay, organotypic brain slice cultures, chronic cranial window model were implemented to investigate the impact of RT treatments (10 Gy single dose; 5×2 Gy or 2×5 Gy) combined with Au@DTDTPA(Gd) nanoparticles on tumor progression. The main tumor mass and its

infiltrative area were analyzed. This work focused on the invading cancer cells after irradiation and their viability, aggressiveness, and recurrence potential were assessed using mitotic catastrophe quantification, MMP secretion analysis and neurosphere assays, respectively. In vitro clonogenic assays showed that Au@DTDTPA(Gd) nanoparticles exerted a radiosensitizing effect on U87 cells, and in vivo experiments suggested a benefit of the combined treatment “RT 2×5 Gy + Au@DTDTPA(Gd)” compared to RT alone. Invasion assays revealed that invasion distance tended to increase after irradiation alone, while the combined treatments were able to significantly reduce tumor invasion. Monitoring of U87-GFP tumor progression using organotypic cultures or intracerebral grafts confirmed the anti-invasive effect of Au@DTDTPA(Gd) on irradiated spheroids. Most importantly, the combination of Au@DTDTPA(Gd) with irradiation drastically reduced the number, the viability and the aggressiveness of tumor cells able to escape from U87 spheroids. Notably, the combined treatments significantly reduced the proportion of escaped cells with stem-like features that could cause recurrence.

Conclusion Combining Au@DTDTPA(Gd) nanoparticles and X-ray radiotherapy appears as an attractive therapeutic strategy to decrease number, viability and aggressiveness of tumor cells that escape and can invade the surrounding brain parenchyma. Hence, Au@DTDTPA(Gd)-enhanced radiotherapy opens up interesting perspectives for glioblastoma treatment.

Caractérisation moléculaire de lésions précancéreuses de la peau : identification de deux sous-classes de Keratoses actiniques

Hélène Dubois-Pot-Schneider, Grégoire Khairallah, Cyril Brzenczek, François Plénat, Frédéric Marchal, Marine Amouroux.

Forum du Cancéropôle Est, Nov 2021, Dijon, France.

Consulter l'article

doi.org/10.3390/ijms24065937

Une Keratose Actinique (KA), causée en majorité par une exposition chronique aux rayons du soleil, est considérée comme une lésion « pré-cancéreuse » pouvant évoluer en carcinome épidermoïde (CE) cutané. Le praticien (dermatologue, chirurgien) chargé de réséquer ces lésions est confronté au problème de leur évaluation clinique : vont-elles régresser spontanément ou au contraire évoluer et devenir des CE potentiellement invasifs ? A l'heure actuelle, aucune méthode, aucun marqueur,

identifié une dizaine de gènes différentiellement exprimés entre ces 2 sous-classes de KA, qui codent pour des enzymes du métabolisme utilisant des cofacteurs d'oxydoreduction (NAD⁺, FAD). La spectroscopie optique étudiée dans le groupe-projet Photodiag dans le cadre de l'essai clinique « SpectroLive » est sensible à ces cofacteurs appelés par les spécialistes d'optique tissulaire : « fluorophores endogènes ». L'étude transcriptomique ainsi réalisée par l'équipe-projet « Syranno »

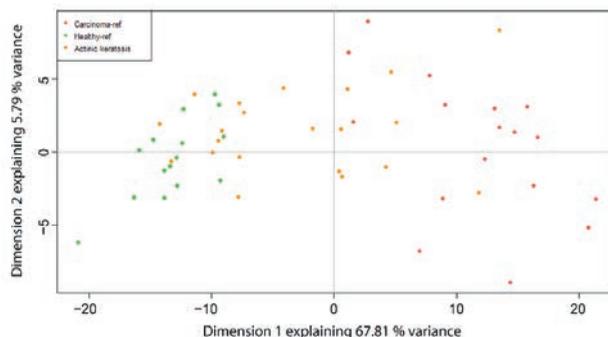


Figure : Classification (PCA) réalisée avec les données transcriptomiques d'échantillons de CE, KA et tissus sains, inclus dans l'essai clinique « SpectroLive ». Identification de 2 sous-classes moléculaires de KA.

ne permet de répondre à cette question et de prédire l'évolution d'une KA. L'étude que nous avons menée a permis de caractériser au niveau moléculaire ces lésions. Ainsi, 23 CE, 21 KA et 28 tissus sains ont été isolés à partir de 24 patients inclus dans l'essai clinique « SpectroLive » (CHR Metz-Thionville 2016-2021), faisant de notre étude la plus robuste référencée à ce jour. Nous avons montré, pour la première fois, que les KA se distinguent selon 2 profils transcriptomiques différents : un profil proche de celui caractérisant la peau saine, et correspondant aux KA non évolutives, et un profil proche de celui des carcinomes épidermoïdes, et correspondant aux KA qui évoluent vers un CE.

De façon intéressante, nous avons

apporte pour la première fois une classification de référence qui n'est actuellement proposée par aucune autre méthode et qui permettra à l'avenir d'évaluer la capacité de la spectroscopie optique à apporter une aide au diagnostic, basée sur la signature optique des KA en temps réel, au chirurgien pour lui indiquer si la KA qu'il est en train de diagnostiquer doit être réséquée (profil évolutif) ou suivie (profil non-évolutif).

Événements

Conférence annuelle IEEE-EMBC R9 Brain Electrical Responses to Fast Periodic Visual Stimulation

Octobre 2023

Guadalajara - Mexique

Radu Ranta a été invité à donner un exposé à la conférence internationale IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBS) en octobre 2023. Cet événement rassemble, depuis 1960, les universitaires, les cliniciens, l'industrie, les étudiants et les chercheurs de la communauté de l'ingénierie biomédicale et de la technologie médicale. Sa conférence, intitulée **Brain Electrical Responses to Fast Periodic Visual Stimulation** portait sur l'EEG à l'échelle macroscopique.

Les techniques actuelles permettent d'explorer l'activité électrique cérébrale à différentes échelles spatiales, telles que l'EEG de surface, le SEEG ou les enregistrements de micro-électrodes. L'EEG/SEEG offre une vue de l'activité à l'échelle macroscopique, largement dominée par l'activité synaptique de populations de neurones synchronisés, plus ou moins éloignés des électrodes. Au niveau micro, l'activité est un mélange de potentiels d'action (PA) des neurones très proches de l'électrode et des signaux dits LFP (principalement d'origine synaptique) générés par des populations environnantes ainsi que par des populations éloignées, par propagation volumique. L'identification des différentes contributions qui s'additionnent pour former le signal de chaque électrode est un prérequis pour étudier les relations entre ces composants. Au niveau macroscopique, cette identification se résume à la résolution d'un problème inverse dont le but est de séparer/estimer les sources propagées par conduction volumique. Au niveau microscopique, outre la propagation, une séparation entre les activités de différentes échelles doit également être effectuée. Dans cet exposé, Radu a présenté les derniers résultats pour ces problèmes dans le cas spécifique des signaux à bande étroite qui sont l'activité dominante lors des protocoles FPVS (Fast Periodic Visual Stimulation).

Workshop international ArtISMO

19 & 20 octobre 2023

Longwy

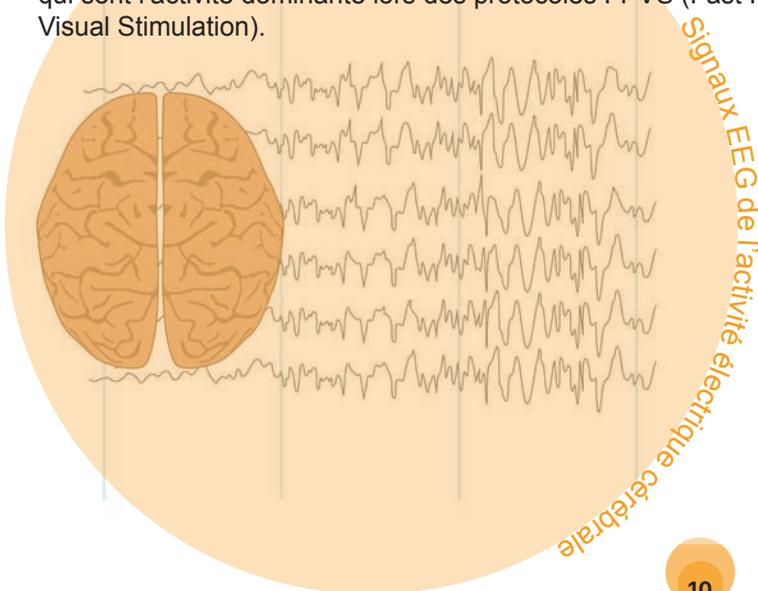
Dans le cadre de l'ANR ArtISMO, Ali Zemouche a organisé le deuxième workshop international qui portait sur le développement des algorithmes d'estimation efficaces pour reconstruire les variables d'état non mesurables, nécessaires à la conception de contrôleurs et de stratégies de diagnostic de défauts.

12^{ème} conférence internationale IMA sur la modélisation en maintenance industrielle et en fiabilité

4-6 juillet 2023

Nottigham

La 12^{ème} édition de la conférence MIMAR a réuni plus de 90 chercheurs académiques et industriels du monde entier avec 60 présentations scientifiques sur des thématiques en fiabilité, maintenance et PHM (Prognostics & Health Management). Phuc Do, enseignant-chercheur au département ISET a été impliqué dans l'organisation comme co-chair.



Forum international de la cybersécurité

5 au 7 avril 2023

Lille

Marion Gilson, Professeure, Vincent Lecuire, Maître de conférences et Nicolas Krommenacker, Maître de conférences étaient invités sur le stand de la région Grand Est pour présenter leurs activités dans le domaine et leur implication dans l'événement Cyber Humanum Est. Ce dernier permet chaque année aux étudiants et aux enseignants chercheurs, issus de différentes formations en cybersécurité et de laboratoire de l'Université de Lorraine, de développer leurs compétences lors d'un exercice de cyberguerre, et de confronter leurs expériences avec celles des enseignants-chercheurs et des réservistes du ComCyber qui animent l'exercice.



Pint of science

24 mai 2023

Pub Mc Carthy / Nancy

Hélène Dumond, Professeure au département BioSiS à participé à la dernière édition de Pint of science qui s'est déroulée à Nancy du 22 au 24 mai 2023.

Elle a donné une conférence grand public sur le lien entre les hormones et le développement des cancers lors de la soirée thématique « Tumeurs : de l'exploration à l'imitation ». Pour la première fois, sa conférence a été intégralement traduite en langue des signes.



Sexe cancer, quand les hormones s'en mêlent

Cauchemars de l'adolescence, complices de nos plaisirs intimes, les hormones modèlent notre corps et nos émotions. Mais savez-vous que de subtils équilibres sont essentiels pour que ces molécules ne basculent pas du côté obscur ? Au travers de différents exemples, cette conférence expliquera comment les hormones peuvent tour à tour freiner ou favoriser le développement des cancers et comment les chercheurs explorent l'environnement hormonal des tumeurs pour améliorer la prise en charge des patients.



La parité au CRAN : une réflexion collective

9 novembre 2023

La Commission Parité du CRAN a organisé un événement d'envergure pour sensibiliser ses personnels et leur faire découvrir une première approche de la parité au travail. L'invitation a également été étendue aux laboratoires du pôle AM2I pour mener une réflexion collective autour des stéréotypes du genre.

L'objectif : communiquer pour éduquer et informer sur l'importance de la parité. Plus de 80 personnes ont répondu présentes à ce premier rendez-vous. L'évènement a débuté avec la Compagnie théâtrale Entrées de Jeu, spécialisée dans les débats théâtraux, où cinq acteurs ont interprété treize saynètes reflétant des situations quotidiennes dans lesquelles les questions de parité émergent, parfois à notre insu. Les spectateurs, qui se sont reconnus dans l'une ou l'autre de ces saynètes, ont ensuite été invités à rejouer certaines scènes en modifiant les dialogues pour montrer comment ils auraient réagi dans cette situation.



Marion Monnet, Maîtresse de Conférences à l'Université de Bourgogne au sein de l'Institut de Recherche en Economie de l'Éducation (IREDU), a ensuite présenté ses recherches sur l'impact des stéréotypes de genre dans les choix d'orientation universitaire. Elle a exposé les différents leviers d'actions efficaces pour changer les perceptions et le choix d'orientation universitaire des élèves.

Cette demi-journée s'est clôturée par un moment d'échanges et de partage de bonnes pratiques. Les membres de la Commission Parité de l'Institut Élie Cartan de Lorraine (IECL) ont été invités à faire un retour d'expériences sur les actions qu'ils mènent depuis 2018 au sein de leur laboratoire. La Présidente de l'Université de Lorraine, Hélène Boulanger, ainsi que le Vice-Président en charge de l'Égalité-Diversité-Inclusion, Pascal Tisserant, sont intervenus pour rappeler que la parité fait partie des causes défendues par l'Université de Lorraine.

Prix

Alex Hirtz, lauréat du prix de thèse de l'école doctorale BioSE

Novembre 2023
Nancy



Alex Hirtz a obtenu le prix de thèse 2023 de l'école doctorale BioSE. Sa thèse, soutenue le 13 décembre 2022 sous la direction d'Hélène Dumond et d'Hélène Dubois-Pot-Schneider est intitulée : **Expression et fonctionnalité des récepteurs aux oestrogènes dans la gliomagenèse des astrocytomes et leur progression maligne.**

Le principal objectif de sa thèse était de déterminer si les hormones sexuelles, en particulier les oestrogènes sont impliquées dans l'apparition et dans la progression des gliomes. Alex Hirtz s'est intéressé aux gliomes qui sont des tumeurs primaires du cerveau pour lesquelles la survie des patients dépend en grande partie du grade de la tumeur. La forme la plus répandue et de plus mauvais pronostic est le glioblastome. Plus précisément, la thèse comportait deux axes de recherche distincts : le premier visait à évaluer si l'ex-

pression de certains récepteurs aux hormones, en particulier aux œstrogènes, pouvait être de bon ou mauvais pronostic chez les patients ; et le second se focalisait sur l'utilisation potentielle du G-1, un agoniste du récepteur aux œstrogènes membranaires GPER, en tant que nouveau traitement des glioblastomes. Ces recherches ont ouvert de nouvelles perspectives sur la compréhension du rôle des hormones dans la survie des patient(e)s et ont conduit au financement d'un dossier de prématurité par la SATT Sayens. Depuis Janvier 2024, Alex Hirtz est chef de projet dans l'entreprise Silab à Brive, qui développe, fabrique et commercialise auprès des grands noms de l'industrie cosmétique, des ingrédients actifs naturels, brevetés, à l'efficacité et à l'innocuité démontrées. Son prix lui a été remis lors de la cérémonie des docteurs le 24 novembre 2023.



Lorenzo Vianello nommé au prix des meilleures thèses du GDR MACS

Novembre 2023
Nancy

Lorenzo Vianello a été nommé au prix des meilleures thèses du GDR MACS, section automatique, pour ses travaux réalisés au département ISET du CRAN et au Loria. Sa thèse, intitulée, vers l'adaptation dans la collaboration homme-robot, a été réalisée sous la direction d'Alexis Aubry et de Serena Ivaldi.

Découvrez son portrait dans un article publié par Factual sur les enjeux et la naissance de son sujet de thèse **en cliquant ici.**



Prix

Hervé Panetto, Professeur au département ISET a reçu en juillet 2023 l'*IFAC TC Award for Systems Integration and Interoperability* avec la mention «The winner has contributed uniquely, significantly and in long term for research and technological progress within the scope of technical committee 5.3. The research work supplied for the nomination demonstrates deep insight and systematically produced results in an outstanding quality.» Cette distinction a été créée en 2020 et est délivrée tous les 3 ans.

Hervé Panetto a été nommé membre du Technical Board de l'IFAC, en liaison avec le Publications Committee.

Benoît lung, Professeur au département ISET, a été nommé président du groupe de suivi du département IET - Ingénierie des Equipements de Travail de l'INRS. Il est membre du conseil scientifique de l'INRS.

Benoît lung a été sélectionné par la Commission Européenne pour faire partie des panels d'experts pour les calls TWIN-TRANSITION-01 pour la bio-industrie.

Projets

Une isolation thermique innovante et écoresponsable

Projet ADEME BYWall

Dans le cadre du projet ADEME BYWall, Bouygues Construction, ARaymond, le CRAN et le LS2N ont pour ambition de lever plusieurs verrous scientifiques et technologiques pour développer un processus global et intégré d'isolation thermique par l'extérieur (ITE). Le processus devra couvrir les principales activités de l'ITE partant du scan de la façade jusqu'à une pose robotisée, en passant par un système constructif innovant

et un modèle de préfabrication sur mesure.

En mobilisant ses expertises en génie industriel et du numérique appliquées à la construction, la Professeure Hind Bril El Haouzi du département ISET pilote le lot 3 « Organisation production & Logistique ». L'objectif de ce lot est de proposer un nouveau modèle organisationnel de type usine éphémère permettant de combiner les avantages du hors-site classique et une préfabrication à proximité du site de construction.

Une recherche interdisciplinaire sur l'Industrie du futur

5 au 7 avril 2023

Lille

Dans le cadre de l'initiative « Lorraine Université d'Excellence » (LUE), Hind Bril El Haouzi, Professeure du département ISET, a coordonné le travail sur la maturation d'un projet ambitieux autour de l'Industrie du futur avec une double vocation : soutenir des actions de recherche, formation, innovation et transfert et se mettre en situation de décrocher des projets de recherche ambitieux, de l'ANR à Horizon Europe.

En 2023, une série de 4 workshops a permis de regrouper plus de 40 personnes issus de 14 laboratoires et 5 pôles

scientifiques de l'Université de Lorraine dans le but de développer une problématique commune et interdisciplinaire qui positionne le site lorrain aux niveaux national et international. Il s'agit également d'explorer conjointement les volets recherche, formation, innovation, transfert et territoire avec l'ambition de soumettre un projet pour les évaluateurs externes au printemps prochain.

Pourquoi une recherche interdisciplinaire sur l'industrie du futur ? est un des thèmes abordés.

Il concerne aussi le partage de regards disciplinaires sur l'Industrie du Futur.

Clap de fin pour le projet Européen AI-PROFICIENT en maintenance prédictive

13 & 14 décembre 2023
Continental Sarreguemines

Tous les partenaires du projet européen AI-PROFICIENT, dont l'Université de Lorraine est coordinatrice, se sont rassemblés les 13 et 14 décembre 2023 pour la dernière revue qui s'est tenue à Sarreguemines sur le site de CONTINENTAL. L'objectif de cette dernière réunion était de dresser un bilan des 3 années du projet et de défendre les résultats à la fois scientifiques et applicatifs obtenus, face aux représentants de la Commission Européenne et de deux experts. Au final, ces derniers ont souligné la qualité des résultats obtenus aussi bien sur l'axe de la Recherche que de l'Innovation, pour leurs richesses et leurs originalités dans le domaine de l'IA appliquée au déploiement de nouveaux systèmes cyber-physiques de production (CPPS).

Porté par Benoît Iung, Professeur à l'Université de Lorraine et membre du département ISET au CRAN, le projet a eu comme objectif global la mise en œuvre de solutions innovantes d'IA dans l'industrie manufacturière et de nouveaux



CPPS pour améliorer la planification et l'exécution de la production et de la maintenance. Ces solutions, afin de répondre aux défis d'adaptabilité, d'agilité et de résilience des nouveaux CPPS, s'appuient, en autres, sur une distribution des capacités d'autonomie au niveau edge (ex. dans les composants) en interaction avec les niveaux cloud et stratégique pour assurer la convergence des performances. En complément de cette vision technologique, une

des originalités du projet a été aussi de prendre en compte des aspects éthiques au plus tôt dans la mise en place de stratégies de contrôle et de maintenance proactives, par la promotion du concept de « Ethics by Design ». Vis-à-vis de la Commission Européenne, AI-PROFICIENT se positionne dans un cluster regroupant tous les projets acceptés dans le cadre du call ICT38 « AI for Manufacturing ».

Malgré des débuts difficiles dû au contexte de pandémie mondiale dans lequel le projet a débuté en 2020, l'ensemble des travaux prévus a été mené à bien en cohérence avec le planning initial. Ceci est dû en grande partie à l'engagement fort de chacun des partenaires et à la complémentarité des compétences de l'ensemble des membres du projet. Un des résultats majeurs concerne le développement d'une plate-forme intégrée en support des

Dernière revue de direction à Continental Sarreguemines

algorithmes et capacités/ services d'IA pour l'analyse du comportement, la détection d'anomalies, le diagnostic, le pronostic et l'aide à la décision. Cette plate-forme couvrant différents niveaux d'abstraction des CPPS a été instanciée et déployée en conditions opérationnelles sur les sites industriels de CONTINENTAL Sarreguemines (la machine Combiline, une extrudeuse en début de ligne) et INEOS Geel (site de production de polymère en Belgique). Mieux contrôler la qualité

mance matérialisant ces bénéfices. Ils ont pu être montrés (sous la forme d'un tableau de bord générique) et expliqués en dynamique (accès aux données en temps réel aussi bien sur le processus que sur le produit) au cours d'une démonstration sur la machine Combiline en exploitation durant la dernière revue. Plus spécifiquement les algorithmes développés par les chercheurs du CRAN et du Loria et implantés sur cette plate-forme concernent

expertise en développant de nouveaux outils.

La mise en œuvre opérationnelle de ces algorithmes mais aussi de l'ensemble des développements réalisés est consécutive à la finalisation et l'expérimentation de l'approche innovante « Ethics by Design » issus principalement de travaux de recherche du Loria. Ces travaux sur l'éthique ont permis au final de proposer une instanciation des guidelines HLEG (The High-Level Expert Group on Artificial Intelligence) et des recommandations applicables génériquement dans le cas manufacturier. Les détails des différents éléments du projet au sujet de la plate-forme, des algorithmes, de l'approche « Ethics by Design » etc. sont consultables sur le site web du projet à l'adresse ai-proficient.eu/public-deliverables, certains livrables étant totalement publics.

tion et menées sur deux sites (englobant 7 cas d'usage), la finalisation et mise au point de 9 services d'IA et l'identification de 7 KER (Key Exploitable Results) qui vont être exploités et commercialisés par différents partenaires. Côté recherche, le projet a donné lieu à 5 soutenances de thèses dont 3 sont prévues en 2024 et à la publication d'au moins 20 articles scientifiques dont 7 dans des revues internationales de premier rang. A partir de ces résultats, certains partenaires ont décidé de déposer ensemble de nouveaux projets Européens pour étendre l'étude des capacités de l'IA au service de l'industrie manufacturière. Deux ont été acceptés et sont en cours : MODAPTO en 2022 impliquant l'Université de Lorraine et Tec4MaaSEs en 2023.



Le projet AI-PROFICIENT a donné lieu à la création d'une plate-forme logicielle/matérielle intégrant des composants intelligents et des services IA couvrant les niveaux edge-cloud-decision. Les expérimentations réalisées en situation opérationnelle d'exploitation et menées sur deux sites ont permis la finalisation et la mise au point de 9 services d'IA qui vont être exploités et commercialisés par différents partenaires.



des produits fabriqués (pneus et polymère), optimiser les changements de configurations, minimiser les rebuts, réduire les arrêts inutiles par une anticipation des défaillances, faciliter les prises de décisions etc. étaient les bénéfices espérés par ces déploiements.

Les premiers résultats, *in situ*, sont prometteurs en regard de l'évaluation qualitative et quantitative des indicateurs de perfor-

majoritairement l'utilisation de l'apprentissage par renforcement pour modéliser les dépendances d'un système multi-composants. De plus, des capacités de self-pronostic ont été testées pour un composant complexe par l'estimation de ses conditions opérationnelles en exploitant l'apprentissage profond. Pour déployer de façon optimale une stratégie de maintenance prédictive, le CRAN a apporté son

Au global, parmi les résultats marquants du projet à retenir, il y a la plate-forme Logicielle/ Matérielle intégrant des composants intelligents et des services IA couvrant les niveaux edge-cloud-decision, les expérimentations réalisées en situation opérationnelle d'exploita-

L'aboutissement du projet REDWOLF sur l'impact carbone des maisons

13 & 14 décembre 2023
Sarreguemines



Le projet InterReg 2019, Nord-Ouest Europe sur l'axe prioritaire Low carbon, porté par le Dr. Giuseppe Colantuono de l'Université de Leeds Beckett s'est terminé en septembre 2023. Il réunissait des chercheurs, des compagnies d'électricité et des bailleurs sociaux de six pays différents. Le but était de déporter dans des habitations individuelles une intelligence permettant de réduire l'impact carbone

induit par la consommation d'énergie des maisons. Les investigations ont été réalisées à partir d'installation de panneaux solaires et de systèmes de stockage d'énergie couplées avec des données multiples (les usages des habitants, la météo, l'émission carbone pour produire de l'électricité, etc.) permettant de prédire des stratégies pour s'approvisionner ou non sur le Grid. Paul Ortiz, doctorant du département ISET, a soutenu sa thèse dans ce cadre montrant un bénéfice de l'ordre de

20% de réduction d'émission carbone. Ses résultats ont été publiés dans deux articles de revues. Il a aussi participé à des implémentations réelles dans une quarantaine de maisons en France, Angleterre et Irlande.



Cap vers la transformation numérique de l'industrie navale en Europe

Projet EDINAF

Le projet EDINAF - European Digital Naval Framework - est un projet européen de grande envergure composé de 31 partenaires issus de 8 pays et qui dispose d'un budget de 43,5 millions d'euros. Il a pour objectif ambitieux de lancer la révolution numérique pour l'industrie navale à l'échelle européenne en développant les fondamentaux à travers :

- Le développement d'une architecture numérique de référence pour les navires offrant un ensemble cohérent de ressources, de services et de solutions de données soutenant les opérations de base des navires de guerre ;

- La spécification d'une plateforme numérique en tant qu'infrastructure informatique normalisée dérivée de l'architecture de référence, prenant en compte les services de base communs à offrir aux applications des utilisateurs dans le cadre du développement de la nouvelle génération de navires de guerre ;
- Une nouvelle ingénierie numérique adaptant les processus, les méthodologies et les outils requis par un système de systèmes interdépendants hautement complexe et en constante évolution au cours du projet.

Le rôle du CRAN dans ce projet concerne l'identification, la défini-

tion et la mise en œuvre d'approches ayant recours à l'Ingénierie Système Basée sur les Modèles (Model-Based Systems Engineering) afin de faciliter l'adaptation de l'ingénierie numérique dans l'industrie navale militaire à l'échelle européenne. Le projet, d'une durée de 3 ans, a débuté en décembre 2022. Les personnes impliquées au CRAN sont Alexis Aubry, Pascale Marangé, Benoît lung et Eric Levrat, le porteur du projet.

Technologies

Un robot à câbles pour une agriculture de précision éco-responsable

L'agriculture de précision repose sur une stratégie de gestion visant à optimiser les rendements. Pour répondre à ce besoin, les chercheurs étudient un nouveau dispositif autonome pour effectuer la surveillance des cultures. L'objectif est d'aider l'utilisateur à combattre les mauvaises herbes, les maladies des plantes et les insectes ravageurs de façon sélective en limitant l'usage des pesticides. Ce nouveau dispositif permet d'informer de façon permanente de l'état de santé des cultures afin de prodiguer les soins nécessaires de façon précoce et ciblée.

Les recherches portent sur la réalisation d'une plateforme robot à câbles comprenant un dispositif à trompe flexible, une caméra embarquée et un système de traitement de données basé IA capable de détecter en temps réel et de reconnaître les insectes ravageurs, les maladies des plantes et les mauvaises herbes.

Le CRAN intervient sur le développement de stratégies de contrôle du robot. Financé par la SATT Sayens, Mohamed Boutayeb, Lati-fa Baddas-Boutat et Rémi Pannequin collaborent ensemble sur ce projet.



Accueil des premiers TP d'excellence « Lumière sur le vivant » Orion au CRAN

19 & 20 octobre 2023

Vandoeuvre-lès-Nancy

Le TP d'Excellence « Lumière sur le Vivant » est composé de quatre ateliers thématiques d'une durée de 8 heures chacun : imagerie cellulaire, histologie, spectroscopie optique *in vivo* et métrologie optique. Ils ont lieu sur la plateforme d'imagerie PTIBC de l'UMS IBSLor et la plateforme PhotoVivo du CRAN.

Ce TP permet de former les étudiants à la recherche sur des équipements innovants qui ne peuvent pas être mis à leur disposition dans des salles conventionnelles de TP. Ce label est une reconnaissance des compétences et des connaissances que les person-



Soutenances de thèse

BioSiS

**Viviana Del Rocio
Hernandez Castanon**

8 février 2023
Localisation de sources
oscillatoires cérébrales à
partir d'enregistrements
(S)EEG

Manon Douyère

10 février 2023
Implication de la neuropi-
line-1 dans la progression
du médulloblastome

Pauline Jurczynski

14 juin 2023
Étude de relations entre
activités aux échelles
cellulaires et macroscopiques. Application au
système visuel de recon-
naissance des visages

ISSET

Antonin Gay

6 juin 2023
Pronostic de défaillance
basé sur les données
pour la prise de déci-
sion en maintenance
: Exploitation du prin-
cipe d'augmentation de
données avec intégration
de connaissances à
priori pour faire face aux
problématiques du small
data set

Van-Thai Nguyen

14 juin 2023
Optimisation de la
maintenance basée sur
l'intelligence artificielle
pour des systèmes à
dépendances multiples

Radouan Dahbi

19 septembre 2023
Conception d'une chaîne
de traitements pour la
segmentation texture
d'images multimodales
de pièces de bois en
chêne. Application à la
détection des singularités
et la discrimination du
grain du bois

CID

Simone Mariano

27 mars 2023
Outils méthodologiques
pour la modélisation et
l'analyse de systèmes
hybrides interconnectés

Hamid Boukerrou

4 avril 2023
Synthèse de nouveaux
automates à états finis
décrits par une représen-
tation matricielle : appli-
cation à la cryptographie

Athénaïs Vaginay

7 juillet 2023
Sélection et analyse de
modèles pour les réseaux
biologiques : utilisation
des connaissances du do-
maine et application aux
réseaux perturbés dans
les pathologies

**Mohammed Amine
Miloud Brakna**

20 juillet 2023
Positionnement optimal
de capteurs et d'action-
neurs pour la synthèse de
correcteurs dynamiques.
Application à la réduction
de vibrations dans un pro-
cédé de galvanisation

Julie Dardare

13 décembre 2023
Rôles de la protéine
Damaged DNA Binding
2 dans la progression
tumorale et dans la
réponse aux traitements
dans l'adénocarcinome
canalaire pancréatique

Victorine Lacroix

18 décembre 2023
Étude des effets d'un
sevrage *in vitro* sur la ré-
ponse à la chimiothérapie
des cellules cancéreuses
mammaires

**Soutenance d'Habilitation
à Diriger des Recherches
(HDR)****Moufida Maimour
Maîtresse de conférences
au département ISET**

19 octobre 2023

Sélection Contributions for ena-
bling high data rate applications
in low-power networks

Sylvain Chabanet

21 septembre 2023
Contributions aux ombres
et jumeaux numériques
dans l'industrie : propo-
sition d'une stratégie de
couplage entre modèles
de simulation et d'ap-
prentissage automatique
appliquée aux scieries

Mehdi Kherbache

24 novembre 2023
Vers des réseaux sans
fil industriels 802.15.4
optimisés : Exploitation
de l'apprentissage auto-
matique et des jumeaux
numériques

Ndèye Yandé Ndiaye

19 décembre 2023
Découverte et formalisa-
tion des connaissances
pour la fabrication addi-
tive par des méthodes
d'intelligence artificielle et
d'analyse formelle

**Olivier Lindamulage
De Silva**

28 septembre 2023
Étude de l'efficacité de
la gestion décentralisée
d'une épidémie

Elena Petri

4 octobre 2023
Techniques hybrides
pour l'estimation d'état :
échantillonnage événe-
mentiel et amélioration
des performances

**Martin Hervé de
Beaulieu**

4 décembre 2023
Identification et pronos-
tics de l'état de santé des
systèmes non linéaires
par apprentissage
profond. Application à la
maintenance prévision-
nelle des avions d'affaires

Karim Saidi

29 septembre 2023
Stabilisation d'une classe
d'EDP non linéaire. Ap-
plication à l'équation de
Viasov-Poisson

Carlos Rios Ruiz

24 novembre 2023
Contribution à la syn-
thèse des observateurs
fonctionnels. Application
à la commande et au
diagnostic

Shivaraj Mohite

20 décembre 2023
Conception d'observa-
teurs pour les systèmes
non linéaires en utilisant
des techniques de relaxa-
tion des LMI

