



# CARI-2022

*16<sup>th</sup> African Conference on Research in Computer Science and Mathematics*  
*16<sup>e</sup> Colloque Africain sur la Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées*

**Tunisia and Cameroon**

Tunis – Yaoundé - Dschang, October 04-07, 2022

<https://www.cari-info.org>

## Report of CARI 2022

*Rapport du CARI 2022*

Theme:

***Machine Learning, Cybersecurity and Digital economy:  
Challenges and Perspectives for Sustainable Development***

*Apprentissage Automatique, Cybersécurité et Economie Numérique :  
Enjeux et Perspectives pour le Développement Durable*

*Tunis for Mathematics sessions  
and CIMPA School*

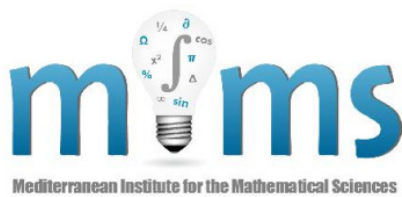


Ecole de recherche CIMPA  
24 septembre – 03 octobre 2022

*Yaoundé and Dschang  
for Computer Science sessions*



Symposium IndabaX  
29 septembre – 02 octobre 2022



## TABLE DES MATIERES / TABLE OF CONTENTS

<b>I. PRESENTATION DE LA CONFERENCE .....</b>	<b>1</b>
<b>I.1. Comité programme et de lecture du CARI-2022.....</b>	<b>1</b>
<b>I.2. Comité scientifique du CIMPA à Tunis.....</b>	<b>2</b>
<b>I.3. Comité d'organisation local à Dschang .....</b>	<b>1</b>
<b>II. DIFFÉRENTES ALLOCUTIONS.....</b>	<b>3</b>
<b>III. PROGRAMME GENERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>IV. EXPOSES EN PLENIERE .....</b>	<b>12</b>
<b>IV.1. CARI .....</b>	<b>12</b>
Agent-based Modeling in Python for Epidemiology, Ecology, and Economics.....	12
Perspectives on Long Term Research Data Archiving Solutions: the case of the SKA with learning algorithms.....	12
Learning Times Series Data under Uncertainty .....	13
Méthode d'authentification continue des intrusions dans un système informatique à l'aide des outils de la Théorie des jeux non coopératifs.....	14
Game Theory for Cyber deception .....	14
Sequences of Dependent Random Variables in Probability Theory and its Applications...	15
Cyber security and cyber resilience in mobile devices.....	16
Engineering and reconfiguring a system of systems.....	18
Democratizing AI with Automated Machine Learning (AutoML).....	18
AI For Remote Collaboration via Augmented Reality.....	19
<b>IV.2. IndabaX Cameroon .....</b>	<b>20</b>
L'intégration pédagogique des TIC, la sécurité de l'information et la protection des données à l'épreuve de la cybercriminalité .....	20
How to Become an Effective Practitioner of Machine Learning.....	21
A Tour of Classical and Emerging Tools for Modern Data Era Statistical Model Building	22
Harnessing the Blessings of the Statistical and Stochastic Contributions to Mathematical Modelling.....	22
On the Ubiquity of Kernels in Statistical Machine Learning.....	23
<b>IV.3. CIMPA.....</b>	<b>23</b>
Optimisation topologique de structures construites par fabrication additive .....	23
Nonzero-sum stochastic impulse games with an application in competitive retail energy markets .....	24
Problèmes inverses en électrophysiologie cardiaque.....	25
The multipatch logistic equation .....	25
<b>V. COMMUNICATIONS DES CHERCHEURS.....</b>	<b>26</b>
<b>V.1. CARI.....</b>	<b>26</b>
A Hybrid Model of Tumor Growth Under Chemotherapy Medicine .....	26
A high-order WENO scheme of a tumor growth model for treated small cell lung cancer	26
A multi-seasonal model of the dynamics of the African maize stalk borer .....	26
A secure online steganography scheme based on HTTP request sequences .....	27

**An agent architecture embedding spatial reasoning for actors design in land use modelling** ..... 27

**Analysis of tumor growth model including a PDE-ODE coupling with a nonlocal boundary condition** ..... 28

**Analysis of virus infection dynamics with delayed immune response** ..... 28

**Coarse-grained multicomputer parallel algorithm using the four-splitting technique for the minimum cost parenthesesizing problem** ..... 29

**Combining chaotic dynamical systems using the fuzzy logic XOR operator**..... 29

**Combining Scrum and Model Driven Architecture for the development of the EPICAM platform** ..... 29

**Contributions des entrées sur les sorties pour les réseaux métaboliques sur génomes entiers : performances et utilisation pour des études en nutrition humaine** ..... 30

**CovSegNet: An Automated COVID-19 lesion segmentation from CT scans using Deep Learning Techniques** ..... 30

**Dynamic mode decomposition with Control for Data-driven Modeling of Anaerobic Digestion Process** ..... 31

**Epidemic threshold: A new spectral and structural approach of prediction**..... 31

**Design Techniques of Spatially Coupled Low-Density Parity-Check Codes: A Review and Tutorial on 5G New Radio** ..... 32

**DSL for parallelizing Machine Learning algorithms on multicore architecture** ..... 32

**Existence of solutions for Solitons type equations: Derrick’s Problem with twice p-laplacian**..... 33

**Fractional dynamics of a transmission model of Zika disease** ..... 33

**Fractional modeling of Leprosy disease transmission dynamics** ..... 33

**Foreign Direct Investment Inflow Modelling and Forecasting Case Study of Zimbabwe**... 34

**Global Lipschitz stability of multiple space dependent ionic parameters for the MEA/hiPSC-CM assays** ..... 34

**Globally unsolvability of fractional evolution equations with exponential nonlinearity** .... 35

**Graphes de recommandation enrichis par des informations latentes issues de la factorisation matricielle**..... 35

**Identification of the spatial component in the source term of a space-time fractional diffusion equation** ..... 36

**Improving the Projection-Based and Artifact-Centric Decentralized Execution of LSAWfP Models**..... 36

**INBaSA: An Improved Non-parametric background subtraction algorithm improving pixel segmentation** ..... 36

**Mathematical analysis of an interspecific density-dependent model with mutual inhibition and distinct removal rates**..... 37

**Mathematical Model of Anaerobic Digestion With Leachate Recirculation** ..... 37

**Modélisation de la propagation de rumeur : Impact de la distribution des distances dans un réseau**..... 38

**Modélisation et estimation de la fiabilité dynamique d’un évacuateur de crues par réseaux de Petri stochastiques** ..... 38

**Multimodal image registration based on geometric similarity term** ..... 39

**Non-Recursive LSAWfP Models are Structured Workflows**..... 39

<b>Optimal control for a COVID-19 problem through a SIR model</b> .....	40
<b>On a global stability of a two-step anaerobic digestion model</b> .....	40
<b>On the existence of two solutions for a boundary value problem on the half-line</b> .....	41
<b>Optimal impulsive control of coffee berry borers in a berry age-structured epidemiological model</b> .....	41
<b>Propriétés asymptotiques de l’estimateur robuste pour des données tronquées et censurées à variable dépendante</b> .....	41
<b>QuickFill, QuickMixte} : approches par blocs pour la réduction du nombre de programmes en synthèse de programmes</b> .....	42
<b>Semantic segmentation of high-resolution aerial imagery using a fully convolutional network</b> .....	42
<b>Shear shallow water modeling of sediments transport flows</b> .....	43
<b>Structural network analysis: Correlation between centrality measures</b> .....	43
<b>Rozensweig-macArthur model with variable disappearance rate</b> .....	44
<b>Study of the convergence of stochastic compartmental models in epidemiology</b> .....	44
<b>Thermography process and topological asymptotic formula for tumor detection</b> .....	44
<b>Towards to a Direct Speech to Speech for Endangered Languages in Africa</b> .....	45
<b>Un algorithme de complétions de données via la représentation intégrale de l’opérateur Stecklov-Poincaré</b> .....	45
<b>Une approche basée sur la méthode LRP pour l’explication des Réseaux de Neurones Convolutifs appliqués à la classification des textes</b> .....	46
<b>Une variante de la méthode de Projection régularisée pour une classe d’équations intégrales de Fredholm de première espèce</b> .....	46
<b>User Authentication Through Keystroke Dynamics Based on Ensemble Learning Approach</b> .....	47
<b>Vectorization on class-oriented documents for job recommendation based on supervised machine learning models</b> .....	47
<b>V.2. IndabaX Cameroon</b> .....	48
<b>A secure scheme to deal with the Man in the Middle Attack in Domain Name System</b> .....	48
<b>Adversarial Model of Defense Against Energy DoS Attacks</b> .....	48
<b>Amélioration de la Classification des Diabétiques de Type II dans une Population par l’Augmentation des Attributs</b> .....	49
<b>Cyber resilience measurement through logical attack graph analysis</b> .....	49
<b>Data security in information technology system</b> .....	50
<b>Robust AE Multiagent Reinforcement Learning for IDS</b> .....	50
<b>Secure Domain Specific Language (DSL) for parallelizing Machine Learning Algorithms on multi-core</b> .....	50
<b>Securing SDN-Based Virtual Network Against DDoS Attacks: Machine Learning Approach</b> .....	51
<b>V.3. Liste des activités du CIMPA</b> .....	52

# I. PRESENTATION DE LA CONFERENCE

## CARI 2022

The African Conference on Research in Computer Science and Applied Mathematics, is the outcome of an international cooperation involving African universities, French research institutes, and international organizations. Occurring once every two years since its first edition held in 1992 (Yaoundé, Cameroon), CARI is more than a scientific gathering, but a dynamic environment for cooperation that brings together African researchers, and decision-makers in the fields of computer science and applied mathematics. The scientific program, which reflects the wealth and diversity of the research carried out on the African continent, places special emphasis on work that can contribute to technological development, environmental awareness and natural resource management.

CARI 2022 is organised under the auspices of ASDS (African Society in Digital Science) in partnership with the Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (Inria), the Institut de Recherche pour le Développement (IRD), the Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), the International Center for Pure and Applied Mathematics (ICPAM/CIMPA) and the Agence Universitaire de la Francophonie (AUF).

CARI 2022 took place in a mixed format combining face-to-face and online presentations. The sessions took place face-to-face on three separate sites: Tunis for the applied mathematics sessions and Yaoundé and Dschang for the computer science sessions. All presentations were also broadcast live on a teleconference platform.

---

---

La Conférence Africaine sur la Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées, est le fruit d'une coopération internationale impliquant des universités africaines, des instituts de recherche français et des organisations internationales. Se produisant une fois tous les deux ans depuis sa première édition tenue en 1992 (Yaoundé, Cameroun), le CARI est plus qu'un rassemblement scientifique, mais un environnement dynamique de coopération qui rassemble des chercheurs africains, et des décideurs dans les domaines de l'informatique et de la mathématiques appliquée. Le programme scientifique, qui reflète la richesse et la diversité des recherches menées sur le continent africain, met un accent particulier sur les travaux pouvant contribuer au développement technologique, à la sensibilisation à l'environnement et à la gestion des ressources naturelles.

Le CARI 2022 est organisé sous l'égide de l'ASDS (African Society in Digital Science) en partenariat avec l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA), l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), le Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées (ICPAM/CIMPA) et l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF).

Le CARI 2022 s'est déroulé dans un format mixte combinant des présentations en présentiel et en ligne. Les sessions se sont déroulées en présentiel sur trois sites distincts : Tunis pour les sessions de mathématiques appliquées et Yaoundé et Dschang pour les sessions d'informatique. Toutes les présentations ont été également diffusées en direct sur une plateforme de téléconférence.



## IndabaX 2022 à Dschang

We introduce the **IndabaX**: a way to experiment with the ways in which we can strengthen our Machine Learning community, and to allow more people to contribute to the conversation.

An **IndabaX** is a **locally-organised Indaba** (i.e gathering) that helps develop knowledge and capacity in machine learning and artificial intelligence in individual countries across Africa.

A **Deep Learning IndabaX** is a locally-organised Indaba that helps spread knowledge and builds capacity in machine learning.

It is our honor to see you participate from September 29 to October 02, 2022 at the main campus of the University of Dschang, in this INDABA-X international conference around artificial intelligence with the theme: “*Machine Learning, Cybersecurity, and Digital Economy: Challenges and Prospects for Sustainable Development*”.

The world is now fully connected and governed by smart apps. Increasingly, the machine learning models routinely implemented in our intelligent systems can also be manipulated by hackers. An attacker can manipulate a model of an intelligent system, so that they can hide behind a machine learning algorithm to successfully destroy public trust in the system's data. This would be very embarrassing for a country, especially when critical sectors such as telecommunications, finance, electricity, urban transport, water supply... see their infrastructure attacked. The current context requires us to align ourselves with the development of intelligent solutions adapted to our environment and to new modes of attack. This assumes:

- Study the potential and intelligent interactions between attacker and defender of the network in order to reliably detect pirates;
- Combine several machine learning and moving target defense techniques by leveraging deception theories for defense and improving network resilience;
- Implement a secure cloud-based data exchange mechanism, with an impact on IoT infrastructures. These mechanisms will be cyber-resilient so that they can cope with new threats and recover quickly in the event of an unforeseen situation, in order to minimize the impact of these attacks on the network.

All of this requires the development of collaborations between university researchers, companies and decision-makers. This event, which will bring together business professionals, teacher-researchers and students, is an ideal opportunity to accentuate exchanges. In addition to potential collaborations, this conference will contribute to disseminating general knowledge of the field while strengthening, in certain rather specific aspects, the capacities of participants in the field of machine learning. This conference is organized in collaboration with the IndabaX which offers additional opportunities to experiment with ways to strengthen African machine learning and its local communities, by allowing more people to contribute to the "conversations" on machine learning and artificial intelligence.

---

---

Nous présentons l'**IndabaX** : un moyen d'expérimenter les moyens de renforcer notre communauté d'apprentissage automatique et de permettre à davantage de personnes de contribuer à la conversation.

**Un IndabaX est une conférence Indaba organisée localement** qui aide à développer les connaissances et les capacités en matière d'apprentissage automatique et d'intelligence artificielle dans chaque pays d'Afrique.

**Un Deep Learning IndabaX est un Indaba organisé localement** qui aide à diffuser les connaissances et à renforcer les capacités en apprentissage automatique.

L'honneur est le nôtre de vous voir participer les 29 Septembre au 02 octobre 2022 au campus principal de l'Université de Dschang, à cette conférence internationale INDABA-X autour de l'intelligence artificielle avec pour thème : « *Apprentissage automatique, cybersécurité et économie numérique : enjeux et perspectives pour le développement durable* ».

Le monde est aujourd'hui totalement connecté et régi par des applications intelligentes. De plus en plus, les modèles d'apprentissage machine implémentés régulièrement dans nos systèmes intelligents peuvent aussi être manipulés par les pirates. Un attaquant peut manipuler un modèle d'un système intelligent, de sorte qu'il puisse se cacher derrière un algorithme d'apprentissage machine pour réussir à détruire la confiance qu'a le public des données du système. Ceci serait très embarrassant pour un pays, notamment lorsque des secteurs critiques tels que les télécommunications, la finance, l'électricité, le transport urbain, l'alimentation en eau... voient leur infrastructure attaquée. Le contexte actuel nous impose de nous arrimer au développement de solutions intelligentes adaptées à notre environnement et aux nouveaux modes d'attaques. Ceci suppose :

- Etudier les interactions potentielles et intelligentes entre attaquant et défenseur du réseau afin de détecter de façon fiable les pirates ;
- Combiner plusieurs techniques d'apprentissage automatique et de défense de cible mobile en tirant partie des théories de déception pour la défense et l'amélioration de la résilience du réseau ;
- Mettre en place un mécanisme d'échange de données sécurisé basé dans le Cloud, avec un impact sur les infrastructures IoT. Ces mécanismes seront cyber-résilients de manière à pouvoir faire face à de nouvelles menaces et se rétablir rapidement en cas de situation imprévue, afin de minimiser l'impact de ces attaques sur le réseau.

Tout ceci impose de développer des collaborations entre chercheurs universitaires, entreprises et décideurs. Le présent événement qui réunira les professionnels des entreprises, les enseignants-chercheurs et les étudiants, est une **occasion idoine pour accentuer les échanges**. En plus des collaborations potentielles, la présente conférence contribuera à diffuser les connaissances générales du domaine tout en renforçant sur certains aspects assez pointus, les capacités des participants en matière d'apprentissage automatique. Cette conférence s'organise en collaboration avec l'IndabaX qui offre des opportunités supplémentaires pour expérimenter les moyens de renforcer l'apprentissage automatique africain et ses communautés locales, en permettant à davantage de personnes de contribuer aux « conversations » sur l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle.



## CIMPA 2022 à Tunis

Le progrès en mathématiques et l'évolution des outils informatiques ont permis de développer des méthodes numériques capables d'apporter quelques réponses à des problèmes environnementaux, comme la production d'énergies renouvelables, la valorisation des déchets ménagers, la dépollution des eaux usées et son exploitation dans l'agriculture. La modélisation de ces phénomènes, vus du point de vue biologique, offre aux mathématiciens et aux numériciens des problèmes ouverts. Ces modèles représentent des outils puissants d'analyse et de prédiction. D'innombrables innovations ont aussi été propulsées par l'intelligence artificielle. Des solutions intelligentes dans tous les secteurs émergent de par le monde.

L'école réunit deux approches complémentaires : les points de vue des mathématiciens et celui des numériciens. L'ambition de cette école est de mettre en exergue l'apport des mathématiques par la modélisation et les outils théoriques ainsi que par les méthodes numériques dans des domaines liés à l'agriculture, la pêche ou le traitement des eaux usées.

---

Progress in mathematics and the evolution of computer tools have made it possible to develop numerical methods capable of providing some answers to environmental problems, such as the production of renewable energies, the recovery of household waste, the depollution of wastewater and its exploitation in agriculture. The modelling of these phenomena, seen from the biological point of view, offers mathematicians and numerical scientists open problems. These models represent powerful analysis and prediction tools. Countless innovations have also been powered by artificial intelligence. Intelligent solutions in all sectors are emerging around the world.

The school brings together two complementary approaches: the points of view of mathematicians and that of numericians. The ambition of this school is to highlight the contribution of mathematics through modelling and theoretical tools as well as through numerical methods in fields related to agriculture, fishing or wastewater treatment.

## **I.1. Comité programme et de lecture du CARI-2022**

### **Comité de programme**

Laurent Debreu, Imag, Grenoble  
Nabil Gmati, ENIT, Tunisia  
Tri Nguyen-Huu, IRD  
Mathieu Roche, Cirad  
Mokhtar Sellami, Annaba University  
César Viho, Université de Rennes I

### **Relecteurs / « reviewers »**

Amel Ben Abda	Belhassen Dehman
Nahla Abdellatif	Jean-Christophe Desconnets
Ali Ben Abbes	Mohammed Erritali
Soraya Ait Chellouche	Jerome Fehrenbach
Hugo Alatrística-Salas	Radhouane Fekih-Salem
Moussaoui Ali	Davide Frey
Saber Amdouni	Abdoulaye Gamatie
Pascal Andre	Nabil Gmati
Abdon Atangana	Frédéric Grognard
Majdi Azaiez	Abdou Guermouche
Nabiha Azizi	Bamba Gueye
Eric Badouel	Abderrahmane Habbal
Nicolas Béchet	Makram Hamouda
Nabil Belala	Mohamed Ali Hamza
Fethi Bin Muhammad Belgacem	Mohamed Fahmi Ben Hassen
Hacene Belhadef	Yassine Hadjadj-Aoul
Marc Bonnet	Zakia Hammouch
Eric Bonnetier	Melhem El Helou
Ibrahim Bounhas	Jean-Claude Hochon
Samuel Bowong	Michel Hurfin
Patrice Buche	Roberto Interdonato
Gaoussou Camara	David Istvan
Fabien Campillo	Kafando Kafando
François Charoy	Edith Belise Kenmogne
Kevin Cousot	Maurice Kenfack
Laurent Debreu	Tarek Khadir

Belarbi Lakehal	Patrice Quinton
Florian Lemari	Raft Razafindrakoto
Philippe Lemoisson	Justine Reynaud
Mousssa Lo	Mathieu Roche
Cédric Lopez	Aude Rondepierre
Stephane Maag	Kamel Saoudi
Mohamed Majdoub	Nadjia El Saadi
Ibrahima Mbaye	Houari Sahraoui
Maissa Mbaye	Mokhtar Sellami
Rachid Mchich	Rachid Senoussi
Ludovic Mé	Clémentin Tayou Djamegni
Paulin Melatagia Yonta	Jean-Jules Tewa
Etienne Memin	Maurice Tchuente
Brahim Mezerdi	Mouhamadou Thiam
Ali Mili	Hamidou Toure
Nathalie Mitton	Suzanne Touzeau
Laskri Mohamed Tayeb	Norbert Tsopze
Melanie Munch	Cesar Viho
Marcellin Nkenlifack	Bruce Watson
Boniface Nkonga	Samira El Yacoubi
Tri Nguyen-Huu	Hatem Zaag
Dickson Owuor	Hafad Zarzour
Etienne Pardoux	

## **I.2. Comité scientifique du CIMPA à Tunis**

Amel Ben Abda (ENIT, LAMSIN, Tunisie)

Mourad Bellassoued (ENIT, LAMSIN, Tunisie)

Tewfik Sari (INRAE, France)

Alain Rapaport (INRAE, France)

Hend Ben Ameer (IPEST, Tunisie)

Rachida Bouhlila (LMHE, Tunisie)

Maher Moakher (LAMSIN, Tunisie) et Najla Harigua (INAT & LAMSIN-ENIT, Tunisie)

### I.3. Comité d'organisation local à Dschang

#### Supervision Générale

**Président :** Pr TSAFACK NANFOSSO Roger, *Recteur de l'UDs*

**Membres :**

Pr NJOYA Jean, *VR-EPTIC de l'UDs*  
Pr WAMBA Henri, *VR-RECOME de l'UDs*  
Pr NGNOKAM YOUMSI Sylvie Léa épouse WANSI, *VR-CIE de l'UDs*  
Pr MVELLE Guy, *SG de l'UDs*  
Pr MOUPOU Moïse, *CT de l'UDs*  
Pr TCHOUPIE André, *DAAC de l'UDs*  
Pr PETTANG Chrispin, *DIPD de l'UDs*  
M. ATANGANA Jules Roch, *DAAF de l'UDs*  
Pr MOFOR TEUGWA Clotilde, *Doyen de la FS*  
Pr TCHINDA René, *Directeur de l'IUTFV*  
Pr MOUICHE Ibrahim, *Directeur de l'IBAF*  
Pr CHOUKEM Siméon, *Doyen de la FMSP*  
Pr BITOM Dieudonné, *Doyen de la FASA*  
Pr WANDJI Georges, *Doyen de la FSEG*  
Pr KENMOGNE Emile, *Doyen de la FLSH*  
Pr GATSI Jean, *Doyen de la FSJP*  
Mme ANABA Mireille, *AC*

#### Coordination technique de l'organisation

**Présidente :** Pr MOFOR TEUGWA Clotilde, *Doyen de la FS*

**Rapporteur :** Pr NKENLIFACK Marcellin, *Chef de Département de MI, FS, UDs*

**Membres :**

Pr YEMELE David, *VD-PSAA FS, UDs*  
Pr LELE Célestin, *VD-RC FS, UDs*  
Pr PELAP Beceau, *VD-SSE FS, UDs*  
Pr NGOUELA Silvère, *CS-DSST et Dir CERVARENT FS, UDs*  
M. ENGOLO MBA'ALE Joseph, *DAF FS, UDs*  
Dr AMINOUE Halidou

#### Coordination Scientifique

**Coordonnateur :** Pr NKENLIFACK Marcellin, *Chef de Département de MI, FS, UDs*

#### Responsables des Sous-Commissions exécutives

**S-C Programme et protocole :**

**Pr TCHOUBE Maurice [Resp],**  
Dr MELATAGUIA Paulin, Pr SOH FOTSING Bertin,  
Pr TADMOM Calvin, Pr DEUGOUE Gabriel, Pr TSANOUE Berge,  
Pr TAYOU Clémentin, Pr ONABID Mathias, Pr FUTE Elie,  
Pr WOUKENG Jean Louis, Pr TCHEKA Calvin, Pr DONGO David,  
Pr CHEUKEM André, Dr LIENOU Jean Pierre, Dr FOTSING Éric,  
Dr KUM NKWA Cletus, Dr Mme LIAKEN DICKMU Pascaline,  
Dr TCHOUALAG Laurent, Pr NDOUNAM René,  
Dr HAMZA Amadou, Pr TSOPZE Norbert,  
Dr TAPAMO Hippolyte, Dr KIMBI Xaveria

**S-C Secretariat :**

**Pr KENGNE Vianney [Resp],**  
Dr SOH Maturin, Dr FOKOU Géraud, Dr KENFACK Maurice,

**S-C Logistique, installation et hébergement des participants :**

**Dr KENFACK Maurice [Resp],**  
Dr MELATAGIA Paulin, Dr AZANGUEZET Benoit,  
Dr TALLA Narcisse, Dr DJIOFACK Francis,  
Dr MOSKOLAI NGOSSAHA Justin,  
Mme ATENEBEUN Saphir, M. DJIOJO Guichar,  
M. JIEJIP Blériod, M. KOUAM Igor

**S-C Restauration :**

**Pr DONGO David [Resp],**  
Dr PATNOU jean Baptiste, Dr BOMGNI Alain,  
Mme Dr KENMOGNE Edith,  
Mme DONGMO Roline, *Assistante administrative, DMI, FS, UDs*

**S-C Sponsoring et Finances :**

**Pr AZANGUEZET Benoit [Resp],**  
Dr KENFACK Maurice, Mme ATENEBEUN Saphir

**Appui Communication, Appui Administratif et Appui TIC**

**Pr DJIMELI Alexandre, DLEA, FLSH, Uds [Resp],**  
M. NGWA Arnold TUMASANG, *Chef SARP, UDs*  
Mme KAMGA Viviane, *Chef SIC, UDs*  
M. SIEWE Armand, *CI, Rectorat, UDs*  
M. NDEMAZE William Kerry, *CI, FS, UDs*  
M. FOTSO KUATE Victor, *CI, IUTFV, UDs*  
M. NDONGBOU Paul Hervé, *Electro-informaticien, Rectorat, UDs*

**Sécurité**

**Pr TSANOUE Berge [Resp],**  
Me FEZE Alain, Mme MINKO NKENG Christine,  
Chef de poste Vigiles

**Appui Médical**

**Dr BILIM Joseph, CMS, UDs [Resp],**



## II. DIFFÉRENTES ALLOCUTIONS

**Mot du Comité d'organisation du CARI**  
**Cérémonie d'ouverture du CARI à Yaoundé**  
**Prof NKENLIFACK Marcellin, 4 octobre 2022**

- Monsieur le Recteur de l'Université de Yaoundé 1 ;
- Messieurs les Vice-Recteurs ;
- Madame la Secrétaire Générale de l'Université de Yaoundé I ;
- Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences ;
- Madame la Directrice des Relations Internationales de l'INRIA ;
- Monsieur le Directeur du CIRAD Cameroun ;
- Monsieur le Responsable du Service de Coopération et d'Actions Culturelles (SCAC) à l'Ambassade de France au Cameroun ;
- Monsieur le Directeur de l'École Nationale Supérieure Polytechnique de l'Université de Yaoundé I (ENSPY) ;
- Monsieur le Directeur Général de l'Agence Nationale des Technologies de l'Information (ANTIC) ;
- Monsieur le Coordonnateur du Comité Scientifique International du CARI'2022 ;
- Mesdames et Messieurs les Vices-Doyens de la Faculté des Sciences ;
- Monsieur le Chef de Département d'Informatique et président du sous-comité local d'organisation du CARI'2022 pour le site de Yaoundé ;
- Messieurs les Chefs de départements ;
- Chers collègues Enseignants ;
- Mesdames et Messieurs les participants connectés depuis les Universités de Tunis en Tunisie et de Dschang au Cameroun en vos rangs, grades et qualités respectifs ;
- Chers étudiants ;
- Mesdames et Messieurs, chers invités ;

L'honneur est le nôtre de prendre la parole au nom du Comité International d'Organisation, pour vous signifier notre joie de vous voir participer en ce jour à l'ouverture du Colloque Africain sur la Recherche en Informatique et en Mathématiques Appliquées (en abrégé CARI), prévu du 04 au 07 octobre 2022.

Le CARI est organisé cette année conjointement par l'Université de Tunis El Manar (pour la composante mathématique appliquée) et par les **Universités de Yaoundé et de Dschang** au Cameroun (pour la composante informatique). Cet événement est placé sous l'égide de l'ASDS (African Society in Digital Science) et est le fruit d'une coopération internationale rassemblant des institutions universitaires africaines et de nombreux centres de recherche et organismes internationaux.

L'édition CARI-2022 est assez particulière car, nous allons accueillir plusieurs événements d'envergure.

En dehors du symposium IndabaX sur le Machine Learning et la Cybersécurité de Dschang et du Forum Entreprises de Yaoundé (*qui ont précédé le colloque*), nous aurons l'occasion de célébrer le 30<sup>ème</sup> anniversaire de la naissance du CARI.

En rappel, le CARI est né en 1992 ici même à Yaoundé ; Je voudrai que nous puissions rendre un hommage fort à l'un des pères fondateurs du CARI, j'ai nommé le **Professeur émérite Maurice Tchunte** ici présent (+).

Le site du Cameroun au en même temps le privilège d'accueillir l'assemblée constitutive de l'ASDS (*African Society in Digital Science*), qui se tiendra le 6 octobre 2022 à Dschang.

Tout ceci nous conforte dans notre volonté de toujours maintenir en éveil nos jeunes chercheurs, tout en leur permettant d'échanger avec de nouveaux interlocuteurs.

Nous pouvons noter avec satisfaction que les inscriptions pour une participation (aussi bien en présentiel qu'en ligne), des chercheurs et experts de plusieurs institutions, notamment du Cameroun, de l'Afrique, et des autres continents **est fort remarquable**.

Les données partielles obtenues du site d'inscription en ligne pour la participation au colloque et ses activités connexes ressort les chiffres suivants pour l'ensemble du Cameroun :

- **68** jeunes chercheurs Doctorants (dont **22** chercheurs représentant officiellement les **11** universités d'état du Cameroun), **34** Enseignants de plusieurs Universités, des représentants de structures privées, **9** conférenciers internationaux (dont **3** interviendront en ligne) et **23** chercheurs sénior de renommée internationale (de **14 nationalités**) qui seront présents au CARI et à l'assemblée ASDS.
- Le CARI sera meublé de communications retenues par le comité scientifique international, qui seront présentées par dix-huit (18) auteurs au Cameroun et 24 en Tunisie. Des sessions de conférences plénières et spécialisées, seront animées au pour le Cameroun par huit (8) experts venant des Institution prestigieuses du monde, et pour la Tunisie également par quatre (4) experts internationaux.
- Nous adressons notre reconnaissance à ces experts de très haut niveau et dont la présence contribuera à rehausser davantage l'événement et lui donner tout son sens, surtout qu'à travers cette implication des institutions extérieures, nous entendons développer de nouveaux partenariats et des nouveaux pôles régionaux de recherche.
- De façon pratique, le comité a pris des dispositions pour que toutes les conférences puissent être suivies sur les différents sites du CARI-2022 (Tunis, Yaoundé et Dschang) et même à partir de n'importe quelle région du globe, à condition d'être connecté.
- C'est ainsi que la présente cérémonie d'ouverture est actuellement multi-diffusée et suivie par nos collègues de Tunis et de Dschang.

## Mesdames et Messieurs ;

Il convient de préciser que la mise en œuvre de cet événement a été faite de par une équipe déterminée, puisant dans son expérience, sa compétence, sa disponibilité, mais aussi son engagement. Cette équipe travaille d'arrache-pied depuis plusieurs mois ; En plus des dizaines de séances de travail régulières internes à chaque sous-commission, le comité international s'est réuni globalement **17 fois** (régulièrement en ligne et quelques fois en présentiel).

Le comité opérationnel sur le terrain était composé des personnes ressources des sous-comités mis en place au sein des Universités de Tunis (10 personnes) Yaoundé1 (10 personnes)



et de Dschang (15 personnes), mais aussi plusieurs représentants des autres Universités et Institutions du Cameroun et de Tunisie.

- Le sous-comité local de Tunis a été piloté par le Mme le Professeur Amel Ben Abda.
- Le sous-comité local de Dschang au Cameroun a été piloté par votre humble serviteur (Pr Marcellin NKENLIFACK).
- Le sous-comité local de Yaoundé a été piloté par le Dr Aminou Halidou.

Un des points positifs à relever c'est que, entre les différents sites (Tunis, Yaoundé et Dschang), on a noté une collaboration franche et fraternelle pour l'organisation de cette grande manifestation internationale.

Que tous les acteurs ayant conduit l'organisation et le succès de cet événement, trouvent ici notre gratitude et nos remerciements, en commençant par le comité scientifique international. Je pense également et surtout aux membres des différentes sous-commissions exécutives d'organisation, qui ont travaillé d'arrache-pied (*S-C Programme et protocole, S-C Secrétariat, S-C Logistique, installation et hébergement des participants, S-C Restauration, S-C Sponsorings et Finances, Sécurité, Communication*).

Nous avons l'obligation de féliciter toute l'équipe de Yaoundé en général. Mais je m'en voudrai de ne pas citer particulièrement le noyau dur qui était au cœur de l'organisation à Yaoundé :

- M. Abdel Mfossa, Président du club Informatique de la Faculté des Sciences,
- Dr Melatagia Yonta Paulin,
- Dr Tapamo Kenfack Hippolyte Michel,
- Dr Aminou Halidou (Chef de Département). (+ *Dr Aminou Halidou et l'ensemble de ses collègues*).

### **Mesdames et Messieurs,**

Le Comité d'Organisation remercie Monsieur le Recteur de l'Université de Yaoundé1 (Pr Maurice Aurelien SOSSO), pour avoir accepté que ces Ateliers se tiennent au campus de l'Université de Yaoundé 1 sous sa supervision, mais aussi pour toutes les facilités mises à la disposition du **comité local d'organisation**.

Les sessions pratiques d'ateliers et de communications du CARI-2022 se tiendront dans des **salles appropriées de la Faculté des Sciences**, ce qui a sur le plan opérationnel considérablement facilité la tâche, mettant ainsi en exergue la dynamique de soutien impulsée par le Doyen.

C'est l'occasion pour nous de remercier Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences (*Pr Jean Claude TCHOUANKEU*), pour son soutien multiforme (au plan administratif, matériel ou logistique...) pour la réussite de cet événement.

### **Mesdames et messieurs ;**

Il convient de préciser que cette manifestation scientifique bénéficie du soutien de certains partenaires, l'instar :

- De l'Ambassade de France au Cameroun, à travers le Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC)
- Du Ministère des postes et Télécommunications
- Commercial Bank
- JFN Higher University Institute of Technology

- Express union
- ADSNet
- *Sprint-pay*
- *Institut visa*
- *Pialoatech*
- *Takenco*
- *Cre-art/Pbrit*
- Naturellement, les différents partenaires institutionnels du CARI
- Et toutes les autres structures que nous ne saurions citer ici.

Nous serons toujours reconnaissants vis-à-vis de ces différents organismes, et notre vœu c'est de les voir maintenir et accroître ce soutien qui nous sera toujours utile pour l'atteinte de nos missions d'enseignement, de recherche et d'appui au développement.

**Grâce aux organismes partenaires internationaux, nous avons eu la participation des chercheurs invités** d'universités extérieures.

Le comité d'organisation par ma voie tient à remercier spécialement les partenaires institutionnels du CARI : **INRIA, IRD, CIRAD, CIMPA, AUF**, qui ont comme par le passé soutenu cet événement aussi bien sur le plan financier que sur le plan de l'organisation.

### **Mesdames et Messieurs, Chers Invités;**

Je voudrai ici inciter tous les jeunes chercheurs participants à ce colloque, de capitaliser les connaissances qui seront acquises, de fructifier les échanges et discussions et de continuer à relever les défis dans la recherche de l'excellence et l'innovation numérique.

Le Comité d'organisation souhaite et espère que toute la communauté universitaire et le public invité assisteront aux diverses présentations en plénière consacrées aux nombreuses techniques, tout au long du colloque. On peut citer : *Machine Learning et Deep Learning, Modèle en épidémiologie, Problèmes inverses, Génie Logiciel, Traitement d'Images, Mathématiques du Vivant, Calcul parallèle, Sécurité, Biomédical, Equations aux Dérivées Partielles, Système de recommandation, Modélisation graphes, Environnement, Etudes de cas,* ...

Nous y incluons également les sessions du 6 octobre dédiées aux applications industrielles et à l'Assemblée générale de lancement de la société savante ASDS à Dschang le même jour.

Nous avons la ferme conviction de contribuer par cette œuvre au développement de la nouvelle intelligence machine dans toutes les régions du continent en favorisant l'échange de connaissances entre les jeunes mathématiciens et informaticiens africains et la communauté scientifique internationale du Machine Learning.

*Vive la Recherche,  
Vive la Ministère de l'Enseignement Supérieur,  
Vive la coopération scientifique internationale,  
Vive le Cameroun.*

Merci à toutes et à tous.

***Discours de fin des activités scientifiques du CARI  
De Monsieur le Recteur de l'UDs à l'occasion de la cérémonie de clôture  
6 octobre 2022***

- Monsieur le représentant du Ministre des Postes et Télécommunications ;
- Monsieur le représentant du Ministre des Mines et du Développement Technologique ;
  
- Madame la Directrice des Relations Internationales de l'INRIA ;
- Monsieur le Directeur des Systèmes d'Information du CIRAD ;
  
- Chers Membres du Conseil Rectoral de l'UDs ;
- Mme le Doyen de la Faculté des Sciences ;
  
- Messieurs les promoteurs des IPES ;
- Messieurs les Chefs d'entreprises ;
  
- Monsieur le Coordonnateur du Comité Scientifique International du CARI'2022 ;
  
- Mesdames et Messieurs les participants connectés depuis les Universités de Tunis en Tunisie et de Yaoundé 1 au Cameroun en vos rangs, grades et qualités respectifs ;
- Chers collègues Enseignants ;
  
- Chers étudiants ;
- Mesdames et Messieurs, Chers invités ;

Ça a été un plaisir immense pour l'Université de Dschang de vous voir participer au **Colloque CARI-2022**, qui a été précédé du Symposium Indaba sur le « Machine Learning et la Cybersécurité ».

Permettez-moi de vous adresser, mes sincères remerciements pour votre participation effective et active.

L'intérêt que vous avez porté aux thèmes et la qualité de vos interventions (que ce soit comme communicateur ou comme simple participant) ont été à la hauteur des attentes, tant au niveau des workshops qu'au niveau des panels de présentation de communications. On a également noté une grande détermination des Doctorants à rivaliser avec les autres, notamment lors du symposium organisé en prélude.

Je tiens à remercier tout particulièrement les experts et conférenciers (venus de loin) qui ont animé les différentes journées de manière magistrale par leurs divers exposés d'une très haute qualité, mais aussi par leurs enseignements pratiques.

Mes remerciements vont aussi aux institutions internationales qui ont été à nos côtés, pendant ces jours. Nous adressons notre profonde gratitude à ces institutions. Je voudrais

prier leurs représentants de bien vouloir transmettre à leurs hiérarchies respectives, toute notre sincère reconnaissance pour l'appui qu'ils ont ainsi apporté à ce Colloque.

Un certain nombre de structures ont contribué à la réussite de cette manifestation. Je citerai :

- L'Ambassade de France au Cameroun
- Le Ministère des postes et Télécommunications
- Commercial Bank
- JFN Higher University Institute of Technology
- ADSNet
- Express Union
- Fodem Voyage
- Et tous les autres que nous ne saurions citer ici

- **Grâce aux organismes partenaires internationaux, nous avons eu la participation des chercheurs invités** d'universités extérieures.

Le comité d'organisation tient à remercier spécialement les partenaires institutionnels du CARI : **INRIA, IRD, CIRAD, CIMPA, AUF**, qui ont comme par le passé soutenu cet événement aussi bien sur le plan financier que sur le plan de l'organisation.

- Permettez-moi de remercier particulièrement **l'Ambassade de France au Cameroun pour son appui** considérable pour la réussite du colloque.
- Les échanges que nous avons eus en marge du colloque ont montré une grande volonté des partenaires internationaux à l'instar de l'INRIA, à approfondir le dialogue en vue de consolider un partenariat encore plus bénéfique pour nos Institutions respectives.

### **Mesdames et Messieurs,**

Lors de l'ouverture solennelle de ces assises, nous nous engageons à réfléchir et à échanger tout en dispensant des savoirs autour de « ***l'Apprentissage Automatique, Cybersécurité et Economie Numérique : Enjeux et Perspectives pour le Développement Durable*** ».

L'un des grands mérites de ce séminaire est précisément d'avoir échangé en toute humilité sans chercher à absolument à nous donner des leçons.

- En guise de rappel, notons que plus de six panels étaient inscrits à l'ordre des présentations, touchant les divers aspects du domaine de l'Informatique et des Mathématiques Appliquées : *Intelligence Artificielle, Deep Learning, Modèle en épidémiologie, Problèmes inverses, Génie Logiciel, Traitement d'Images, Mathématiques du Vivant, Calcul parallèle, Sécurité, Biomédical, Equations aux Dérivées Partielles, Système de recommandation, systèmes décisionnels, Modélisation des graphes, Gestion de l'environnement, Etudes de cas, applications industrielles.*

### **Mesdames, Messieurs ;**

La réussite de ce colloque est l'œuvre d'une équipe qui a travaillé ardemment dans les sous-commissions.

Cette équipe a travaillé sous la supervision très diligente de Mme le Doyen (Pr Clautilde MOFOR), que je félicite solennellement pour son dynamisme.

**Mme le Doyen, un seul mot : « continuez ».**

Je vous prie de répercuter ces félicitations à toute votre équipe opérationnelle, notamment au Chef de Département de Mathématiques et Informatique, le Prof NKENLIFACK Marcellin et tous ses collègues.

- Nous remercions grandement les membres du comité de supervision au niveau de l'Université de Dschang pour leur implication active pour la réussite de cet événement.
- Pour terminer, je voudrai ici exhorter tous nos collègues de poursuivre dans cette même « **dynamique collective** ». Nous devons travailler ardemment pour consolider l'atteinte des résultats que nous souhaitons tous, en commençant par *l'accroissement de projets de recherche répondant aux besoins réels de la société, de manière à rendre nos travaux de recherche toujours plus utiles.*

Ceci n'est pas seulement un souhait, mais correspond bien à nos potentialités, au regard de multiples perspectives qui en seraient ouvertes.

Je souhaite qu'après cette clôture, que le Seigneur aide chacun de nous à rentrer dans de très bonnes conditions.

- Nous sortons de l'étape scientifique de ce Colloque, pour entrer dans une phase plus détendue, celle de la célébration des 30 ans du CARI où nous sommes tout attendus tout à l'heure à l'Alliance Franco-Camerounaise de Dschang.

Nous sommes convaincus qu'avec vous tous, d'années en années, nous allons progressivement bâtir un réseau de recherche pour le développement de notre continent. Sur ce ; Je déclare clos les travaux scientifiques du *Colloque Africain sur la Recherche en Informatique et en Mathématiques Appliquées (CARI)*

Merci à toutes et à tous et au plaisir de vous retrouver à un prochain Colloque à Dschang.

*Vive la Recherche,  
Vive l'Université de Dschang,  
Vive le Ministère de l'Enseignement Supérieur,  
Vive la coopération scientifique internationale,  
Vive le Cameroun...*

***Discours de Monsieur le recteur de l'Université de Dschang à l'occasion du Diner Gala de célébration des 30 ans du CARI et du lancement (et installation du Bureau) de l'ASDS Prof Roger TSAFACK NANFOSSO, 6 octobre 2022***

- Monsieur le Préfet du Département de la Menoua ;
- Monsieur le représentant du Ministre des Postes et Télécommunications ;
- Monsieur le représentant du Ministre des Mines et du Développement Technologique ;
- Monsieur le Sous-Préfet de l'Arrondissement de Dschang ;
  
- Messieurs les Vice-Recteurs de l'Université de Dschang
  
- Madame la Directrice des Relations Internationales de l'INRIA ;
- Monsieur le Directeur des Systèmes d'Information du CIRAD ;
  
- Chers Membres du Conseil Rectoral de l'UDs ;
- Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences ;
- Monsieur le Coordonnateur du Comité Scientifique International du CARI'2022 ;
  
- Madame la représentante du Comité National de Développement des technologies (CNDT) du MINRESI ;
- Messieurs les promoteurs des IPES ;
- Messieurs les Chefs d'entreprises ;
  
- Mesdames et Messieurs les participants connectés depuis les Universités de Tunis en Tunisie et de Yaoundé 1 au Cameroun en vos rangs, grades et qualités respectifs ;
  
- Chers collègues Enseignants ;
  
- Chers étudiants ;
- Mesdames et Messieurs ;
- Chers invités ;

C'est pour moi un plaisir immense de présider aujourd'hui dans le cadre du Colloque Africain sur la Recherche en Informatique et en Mathématiques Appliquées (en abrégé CARI), cette cérémonie de célébration des 30 ans du CARI et de lancement de l'ASDS (African Society in Digital Science).

Etant donné qu'il n'y a pas de société sans la science et la technologie, le présent Colloque constitue une précieuse opportunité pour les participants venus d'horizons divers notamment des **Etats Unis, de la France, du Canada, du Nigéria, de l'Afrique du sud, de l'Algérie, de la Tunisie, du Sénégal, du Benin, du Niger, du Burkina Faso, Cote d'Ivoire, Tchad et bien entendu du Cameroun**, d'examiner en profondeur **lors des différentes plénières et communications**, les techniques innovantes telles que

***l'Apprentissage automatique (Machine Learning), le Big Data et l'Intelligence Artificielle, le Génie Logiciel, La vision par ordinateur, la Cybersécurité, ...*** face aux défis de l'heure auxquels notre société fait face, tels que la **santé, l'agriculture, l'environnement, l'énergie, l'aménagement urbain**, etc. Toutes ces activités sont aujourd'hui au cœur de l'**Economie Numérique**, souvent qualifiée d'économie de la connaissance, bâtie sur des modèles d'analyse mathématiques.

En même temps, il s'agit aussi au cours de ce Colloque d'accentuer les échanges et la coopération avec des potentiels partenaires universitaires et industriels.

L'Université de Dschang poursuit la consolidation de ses formations et de ses activités de recherche, en vue de mieux faire face aux défis technologiques qui peuvent permettre de résoudre efficacement les problèmes de développement auxquels nos pays sont confrontés, lesquels nécessitent de former des étudiants davantage aptes. Cette situation a justifié l'organisation au cours de ce Colloque, des Ateliers entre les Entreprises et l'Université pour le renforcement de la professionnalisation des enseignements et en même temps l'enrichissement des programmes de formation de nos Masters.

C'est le lieu pour nous de remercier toutes les entreprises qui ont accepté d'accompagner l'Université de Dschang dans cette initiative qui constitue une étape importante dans la poursuite du processus de restructuration de la recherche-développement et de la professionnalisation, mais aussi d'accroissement des capacités d'insertion et d'auto-emploi, qui ont été accentuées par les sessions du *Colloque sur des applications industrielles*, durant cet événement.

Nous remercions les partenaires qui ont accepté de nous accompagner en soutenant l'organisation de ce Colloque :

- Ambassade de France au Cameroun, à travers le Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC)
- Ministère des postes et Télécommunications
- Commercial Bank
- JFN Higher University Institute of Technology, qui oeuvre à promouvoir des certifications en "*Machine Learning*" à travers le programme « **Google Cloud** ».
- 
- Naturellement, les différents partenaires institutionnels du CARI : l'**INRIA** (*Institut National de Recherche en Informatique et Automatique*), le **CIRAD** (*Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement*), le **CIMPA** (*Centre international de mathématiques pures et appliquées*), l'**AUF** (*Agence Universitaire de la Francophonie*).

Vous avez accepté de contribuer et pour certains, d'animer des **sessions** durant ce Colloque.

Le CIRAD a toujours été l'un de nos partenaires dans la formation, l'exécution des séminaires d'accompagnement et des projets de recherche.

Merci au Directeur Régional du CIRAD ici présent.



L'INRIA a répondu une fois de plus présente à cet événement, dans une dynamique de renforcement du partenariat qui nous lie.

Je me réjouis de ce que l'INRIA soit disposée à approfondir le dialogue déjà entamé, en vue de mettre en place ou consolider un partenariat encore plus bénéfique pour nos deux Institutions, pour nos étudiants et la communauté des chercheurs que nous formons.

Merci une fois de plus, Mme la Directrice des relations Internationales de l'INRIA.

Je voudrai m'attarder tout spécialement sur **les experts-conférenciers de cet événement.**

**Ceux qui sont intervenus en présentiel :**

- **Prof. Christopher Thron** (*Department of Science and Mathematics at TexasA&M University-Central Texas*)
- **Dr. Flora PONJOU TASSE** (*Chef de Département à Stroom, USA*)
- **Dr. Marcellin ATEMKENG** (*RHODES University, South Africa*)
- **Prof Ryma Abassi** (*Directrice de l'ENIT, Université de Carthage – Tunisie*)
- **Prof. Jérémy Buisson** (*Académie Militaire de Saint-Cyr Coëtquidan, France*)
- **Prof. Engelbert Mephu Nguifo** (*University Clermont Auvergne, France*)
- **Dr BAMA et Prof LOUIS Aimé FONON** (*University of Douala*)

**Ceux qui sont intervenus en ligne :**

- **Prof. Ernest FOKOUE** (*School of Mathematical Sciences at Rochester Institute of Technology, USA*)
- **Prof. Safari Mekeru** (*Department of Decision Sciences, University of South Africa, South Africa*)
- **Prof. Grégoire Allaire** (*École Polytechnique, Sorbonne Université Campus Pierre et Marie Curie*)
- **Prof. Mohamed Mnif** (*University of Tunis El-Manar, National Engineering School of Tunis*)
- **Prof. Moncef Mahjoub** (*University of Tunis El-Manar, National Engineering School of Tunis*)
- **Prof. Sari Tewfik** (*Dir de recherche, INRAE- Institut Agro Montpellier, France*)

Comme vous pouvez le constater, nous avons là dix experts de très haut niveau, chevronnés, qui acceptent de mettre leur expérience, leur savoir et leur savoir-faire au service de la communauté.

Chers experts, l'Université de Dschang par ma voie vous dit infiniment Merci.

⇒ **Nous remercions spécialement Mme le Prof. Ryma Abassi, qui est une icône en Afrique en matière de Cybersécurité.**

**Mesdames, Messieurs,**

Au-delà des échanges et discussions qui ont animé ce colloque sur les divers sous thèmes, ce 16<sup>ème</sup> Colloque CARI qui se tient à Dschang donne le privilège à l'Université de Dschang de célébrer avec tous nos partenaires son 30<sup>ème</sup> anniversaire.

En effet, le **CARI** est né au Cameroun (en 1992). **Durant 30 ans**, cette conférence a été le creuset de riches collaborations scientifiques à l'origine de des projets **SARIMA** (*Soutien aux Activités de Recherche en Informatique et Mathématiques en Afrique*), **LIRIMA** (*Le LIRIMA, Laboratoire International de Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées*) et la revue **ARIMA** (*revue Africaine de Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées*), et bien d'autres projets.

Je voudrai féliciter les pères fondateurs du CARI et tous ceux qui l'ont porté jusqu'aujourd'hui, pour cette approche générale qui consiste à mettre en commun les ressources humaines de plusieurs institutions et disciplines de recherches pour renforcer les compétences et les activités de recherche.

Il me plait de rendre hommage à

- Joel Sor
- Helene Kirchner
- Eric Badouel
- Cécile Vigouroux (*DRI de l'INRIA*)

Pour leur engagement constant non seulement à faire grandir le CARI, mais aussi à le faire rayonner toujours plus.

- Permettez-moi de rendre un **hommage spécial** à notre aîné, qui est l'un des principaux pères fondateurs du CARI ; j'ai nommé **le Ministre et Recteur Honoraire, Prof. Maurice TCHUENTE**.

**Mesdames, Messieurs,**

Un des moments forts de cette manifestation, c'est le lancement de notre nouvelle société savante Africaine en Science du Numérique (SASN) baptisée ASDS ().

Ce moment marque une étape importante dans notre le développement de la collaboration scientifique internationale et intra-africaine.

Nous sommes convaincus que cette société savante permettra de donner un ancrage africain qui pourra s'appuyer sur les acquis de notre communauté, tout en l'élargissant vers de nouvelles régions (Afrique de l'Est et Afrique Australe) et en impliquant la Diaspora, les institutions pan-africaines, et les opérateurs économiques afin de devenir le portail de la communauté africaine du numérique et à ce titre l'interlocuteur privilégié pour les projets liés au numérique en Afrique.

L'Université de Dschang a postulé pour l'hébergement du siège de cette société savante après avoir élaboré un dossier compétitif.

Je me réjouis de savoir que le dossier présenté par notre Institution a été convaincant et que c'est l'Université de Dschang qui a été élue pour abriter le siège de cette prestigieuse organisation.

Ceci ne fait que conforter davantage le classement (webométrics) de premier rang occupé par notre Institution en Afrique Centrale.

Nous souhaitons, dans une **dynamique collective**, vous réitérer notre engagement sans failles à travailler avec le nouveau bureau élu, pour l'atteinte des objectifs de l'ASDS.

Notre Université, avec sa Faculté des Sciences ne cesse d'entreprendre des initiatives pour accroître le rayonnement de notre illustre Institution. Ceci met en ainsi en exergue la dynamique de croissance mise en place par impulsée par Mme le Doyen, qui ne cesse d'imprimer sa marque depuis son arrivée à la tête de cette Faculté.

C'est l'occasion pour nous de féliciter Mme le Doyen (*Prof. Clautilde MOFOR*) pour son management et le brillant encadrement de son équipe de la Faculté, notamment du Département de Mathématiques et Informatique qui est au centre de l'organisation de cette manifestation.

**Aux différents chercheurs et Doctorants ici présents,**

Je souhaite également un bon et fructueux usage des connaissances qui vous ont été distillées lors des *ateliers* et des *sessions plénières*, par les **Chercheurs chevronnés** présents à ce Colloque.

Nous avons la conviction que vous porterez haut, dans le domaine de la recherche, l'étendard de la communauté Scientifique.

**Mesdames, Messieurs,**

**Chers participants,**

Merci à tous d'être venus pour rendre cette rencontre mémorable.

En souhaitant à toutes et à tous un agréable séjour dans le campus principal de l'Université de Dschang,

Je souhaite à toute la communauté CARI un joyeux anniversaire (30 ans).

Je déclare installés dans leurs fonctions les membres du nouveau bureau de l'ASDS, en même temps, je proclame solennellement le lancement et le démarrage des activités de la nouvelle société savante ASDS à Dschang ce 6 octobre 2022.

**Vive l'Université de Dschang,**

**Vive l'Enseignement Supérieur et la Recherche Scientifique,**

**Vive la coopération internationale,**

**Vive le Cameroun.**

Je vous remercie pour votre bienveillante attention.

### III. PROGRAMME GENERAL

<b>CARI-2022 : programme des activités (Yaoundé, Dschang, Tunis)</b>				
Périodes / horaires <b>UTC+1</b>	Yaoundé	Dschang	Tunis	
29sept. - 3 oct.		<b>Symposium sur le Machine Learning et la Cybersécurité</b>	<b>Ecole CIMPA</b>	
<b>4 octobre</b>	////////////////////			
08H00 – 09H30	Accueil + Enregistrement	Accueil + Enregistrement	Accueil + Enregistrement	
09H30 – 10H15	Conférence spécialisée : Safari Mekeru (Modélisation Financière)	Conférence spécialisée : Christopher Thron (Machine Learning)	Conférence spécialisée : Taoufik Sari (The multipatch logistic equation)	
10H30 – 11H30	Plénière : Ouverture	Plénière : Ouverture	Plénière : Ouverture	
11H30 – 12H00	<i>Pause</i>			
11H30 – 13H00	<b>Session Entreprises</b> <i>Sprint-pay, Cre-art/Pbrit, Pialoatech, Takenco, Institut visa</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	
13H00 – 14H30	<b>Machine Learning et Deep Learning</b>	<b>Modèle en épidémiologie</b>	<b>Tumor Growth</b>	<b>Inverse Problems</b>
	Diane Carole Tala Metalom, Jean Louis Fendji Kedieng Ebongue and Blaise Omer Yenke. <i>Towards to a Direct Speech to Speech for Endangered Languages in Africa -</i>	Yves Fotso Fotso. <i>Optimal impulsive control of coffee berry borers in a berry age-structured epidemiological model</i>	Ben Essid Atef, Ben Abdejlil Slah Eddin and Mani-Aouadi Saloua. <i>A high-order WENO scheme of a tumor growth model for treated small cell lung cancer</i>	Mohamed Bensalah and Maatoug Hassine. <i>Identification of the spatial component in the source term of a space-time fractional diffusion equation</i>
	Jiechieu Kameni Florentin Flambeau and Norbert Tsopze. <i>Une approche basée sur la</i>	Claude Kanyou, Etienne Kouokam and Yves Emvudu. <i>Epidemic</i>	Maatoug Hassine and Emna Ghezaiel. <i>Thermography process</i>	Nadjib Boussetila and Tahar Bechouat. <i>Une variante de la</i>

	<i>méthode LRP pour l'explication des Réseaux de Neurones Convolutifs appliqués à la classification des textes</i>	<i>threshold: A new spectral and structural approach of prediction</i>	<i>and topological asymptotic formula for tumor detection</i>	<i>méthode de Projection régularisée pour une classe d'équations intégrales de Fredholm de première espèce</i>
	Severin Vianey Kakeu Tuekam, Eric Fotsing and Marcellin Nkenlifack. <i>An agent architecture embedding spatial reasoning for actors design in land use modelling</i>	Blériot Stéphane Tchienkou Tchiengang, Israël Tankam Chedjou and Jean Jules Tewa. <i>A multi-seasonal model of the dynamics of the African maize stalk borer</i>	Mohammed Benmir, Salma Chabbar, Rajae Aboulaich and Nabil Ismaili. <i>A Hybrid Model of Tumor Growth Under Chemotherapy Medicine</i>	Chaima Abid, Amel Ben Abda, Riadh Ben Fatma and Yosra Boukari. <i>Un algorithme de complétions de données via la représentation intégrale de l'opérateur Stecklov-Poincaré</i>
14H40 – 15H40	<b>Plénière : Conférence : Engelbert Mephu Nguifo (Sciences de Données)</b>	=/=/=/=/=	=/=/=/=/=	
15H40 – 16H10	<i>Pause-tasse de café</i>	<i>Pause-tasse de café</i>	<i>Pause-tasse de café</i>	
16H10 – 17H40	<b>Genie Logiciel/Case Study</b>	<b>Image Processing</b>	<b>Epidemiology</b>	<b>Maths du Vivant</b>
	Azanzi Jiomekong, Hippolyte Michel Tapamo Kenfack and Gaoussou Camara. <i>Combining Scrum and Model Driven Architecture for the development of the EPICAM platform</i>	Lionel Landry Sop Deffo and Elie Fute Tagne. <i>INBaSA: An Improved Non-parametric background subtraction algorithm improving pixel segmentation</i>	Stefana Fandresena Tsilefa and Angelo Raherinirina. <i>Study of the convergence of stochastic compartmental models in epidemiology</i>	Thamer Hmidhi and Radhouane Fekih-Salem. <i>On a global stability of a two-step anaerobic digestion model</i>
	Milliam Maxime Zekeng Ndadji, Franck Bruno Tonle Noumbo and Maurice Tchoupé. <i>Non-Recursive LSAwFP Models are Structured Workflows</i>	Mbiethieu Cezar, Tsopze Norbert and Mephu-Nguifo Engelbert. <i>CovSegNet: An Automated COVID-19 lesion segmentation from CT scans using Deep Learning - IA Techniques</i>	Fatima Boudchich, Jaafar El Karkri and Rajae Aboulaich. <i>Analysis of virus infection dynamics with delayed immune response</i>	Benaissa Dekhici, Boumediène Benyahia and Brahim Cherki. <i>Dynamic mode decomposition with Control for Data-driven Modeling of Anaerobic Digestion Process</i>
Milliam Maxime Zekeng Ndadji, Baudouin Nankeng Meli and Maurice Tchoupe Tchendji. <i>Improving the Projection-Based and Artifact-Centric Decentralized Execution of LSAwFP Models</i>	Farida Bint Ahmad Nchare and Hippolyte Michel Tapamo Kenfack. <i>Semantic segmentation of high-resolution aerial imagery using a fully convolutional network</i>	Abboubakar Hamadjam, Kom Regonne Raissa and Nyemb Ndjem Eone André Kevin. <i>Fractional dynamics of a transmission model of Zika disease</i>	Oumaima Laraj, Noha El Khattabi and Alain Rapaport. <i>Mathematical Model Of Anaerobic Digestion With Leachate Recirculation</i>	
<b>5 octobre</b>	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
08H00 – 09H30	<b>Calcul parallèle/distribué</b>	<b>Sécurité</b>	<b>Biomedical</b>	<b>Partial Differential Equations</b>
	Jerry Lacmou Zeutouo, Vianney Kengne Tchendji and Jean-Frédéric Myoupo. <i>Coarse-grained multicomputer parallel algorithm</i>	Leonel Moyou Metcheka, Stéphane Gael R Ekodeck and René Ndoundam. <i>A secure online</i>	Ben Abdejilil Slah Eddin, Ben Essid Atef and Mani-Aouadi Saloua. <i>Analysis of tumor growth</i>	Ibrahim Soufi. <i>On the existence of two solutions for a boundary value problem on the half-line</i>

	<i>using the four-splitting technique for the minimum cost parenthesis problem</i>	<i>steganography scheme based on HTTP request sequences</i>	<i>model including a PDE-ODE coupling with a nonlocal boundary condition</i>	
	Vanessa Laure Fokou, Peggy Cellier, Maurice Tchuenta and Alexandre Termier. <i>QuickFill, QuickMixte</i> : <i>approches par blocs pour la réduction du nombre de programmes en synthèse de programmes</i>	Olive Flore Yatio Njike, Marcellin Julius Antonio Nkenlifack and Benoit Martin Azanguezet Quimatio. <i>USER AUTHENTICATION THROUGH KEYSTROKE DYNAMICS BASED ON A SET OF CLASSIFIERS</i>	Hamza Ammar, Moncef Mahjoub and Nejib Zemzemi. <i>Global Lipschitz stability of multiple space dependent ionic parameters for the MEA/hiPSC-CM assays</i>	Abdelkader Dellal, Abdelghani Ouahab and Henderson Johnny. <i>Existence of solutions for Solitons type equations : Derrick's Problem with twice p-laplacian</i>
	Nel Gerbault Nanyou Tsopgny, Thomas Messi Nguélé and Etienne Kouokam. <i>DSL for parallelizing Machine Learning algorithms on multicore architecture</i>	Abdoul-Hadi Konfé, Pasteur Poda and Raphaël Le Bidan. <i>Design Techniques of Spatially Coupled Low-Density Parity-Check Codes: A Review and Tutorial on 5G New Radio</i>	Amina Hammoum, Tewfik Sari and Karim Yadi. <i>Rozensweig-macArthur model with variable disappearance rate</i>	Achouak Bekkai. <i>Globally unsolvability of fractional evolution equations with exponential nonlinearity</i>

09H40 – 10H40	=/=/=/=	<b>Plénière : Conférence : Ryma Abassi (CyberSécurité)</b>	=/=/=/=	
	<i>Pause-Café</i>	<i>Pause-Café</i>	<i>Pause-Café</i>	
11H10 – 11H55	<b>Conférence spécialisée : Ernest Fokoue (Statistical Learning)</b>	<b>Conférence spécialisée : - Louis Aimé Fono (Cyberséc. et Théorie des jeux) - Charles KAMHOUA (Cyberséc.)</b>	<b>Conférence spécialisée : Jaafar El Karkri Some basic concepts of neural differential equations</b>	
11H55-13H30	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	
13H30 – 14H30	=/=/=/=	<b>Plénière : Conférence : Marcellin Atemkeng (Big Data de la recherche)</b>	=/=/=/=	
14H40 – 15H40	<b>Plénière : Conférence : Jérémy Buisson (Ingénierie d'architecture virtuelles)</b>	=/=/=/=	=/=/=/=	
15H40 – 16H10	<i>Pause-tasse de café</i>	<i>Pause-tasse de café</i>	<i>Pause-tasse de café</i>	
16H10 – 18H00	<b>Système de recommandation</b>	<b>Modélisation graphes</b>	<b>Environnement</b>	<b>Modélisation et étude de cas</b>
	Léatitia Audrey Ntsamo Dongmo, Armel Jacques Nzekon Nzeko'O, Maurice Tchuenta and Jean-François Mehaut. <i>Graphes de recommandation enrichis par des</i>	David Jaures Fotsa Mbogne and Bulcard Brandone Chiegang-Sape. <i>Modélisation de la propagation de rumeur: Impact de la distribution des distances dans un réseau</i>	Mohamed Lajili, Anis Theljani, Maher Moakher and Badreddine Rjaibi. <i>Multimodal image registration based on geometric similarity term</i>	Floris Kagho Donchi Khalil, Guy-De-Patience Ftatsi Mbetmi, David Jaurès Fotsa-Mbogne and Bonaventure Djeumako. <i>Modélisation et estimation de la</i>

	<i>informations latentes issues de la factorisation matricielle</i>			<i>fiabilité dynamique d'un évacuateur de crues</i>
	Ghislain Wabo, Armel Jacques Nzekon Nzeko'O, Fritz Sosso Makembe and Xaveria Youh Djam. <i>Vectorization on class-oriented documents for job recommendation based on supervised machine learning models</i>	Claude Kanyou, Etienne Kouokam and Yves Emvudu. <i>Structural network analysis: Correlation between centrality measures</i>	Abboubakar Hamadjam, Kom Regonne Raissa, Fandio Ruben and Ekobena Fouda Henri Paul. <i>Fractional modeling of Leprosy disease transmission dynamics</i>	Thomas Musora, Zviiteyi Chazuka and Florance Matarise. <i>Foreign Direct Investment Inflow Modelling and Forecasting Case Study of Zimbabwe</i>
		Oumarou Abdou Arbi, Anne Siegel and Jérémie Bourdon. <i>Contributions des entrées sur les sorties pour les réseaux métaboliques</i>	Yacine Chaib. <i>Propriétés asymptotiques de l'estimateur robuste pour des données tronquées et censurées à variable dépendante</i>	Arno Roland Ngatcha Ndengna, Boniface Nkonga, Abdou Njifenjou and Raphael Onguene. <i>Shear shallow water modeling of sediments transport flows</i>
				Amira Bouhali, Walid Ben Aribi, Slimane Ben Miled and Amira Kebir. <i>Optimal control applied to mathematical model of COVID 19</i>
<b>6 octobre</b>	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
08H00 – 09H00	==/==/==/==	==/==/==/==	<b>Plénière : Conférence : Grégoire Allaire</b>	==/==/==/==
09H05 – 10H05	<b>Conférences spécialisées Constant Wette (Intel Artif / Machine Learning)</b>	<b>Conférences spécialisées et Ateliers U-Entreprises</b>	<b>Modélisation</b>	
			Tahani Mtar, Radhouane Fekih-Salem and Tewfik Sari. <i>Mathematical analysis of an interspecific density-dependent model with mutual inhibition and distinct removal rates</i> Rezki Chemlal and Hacene Gharout. <i>Combining chaotic dynamical systems using the fuzzy logic XOR operator.</i>	
10H05 – 10H35	<i>Pause-Café</i>	<i>Pause-Café</i>		<i>Pause-Café</i>
10H35-11H35	==/==/==/==	<b>Plénière : Conférence : Flora Ponjou Tasse (Intell Artif et Réalité augmentée)</b>		==/==/==/==
11H35-13H15	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>		<i>Pause</i>
13H15 – 14H00	==/==/==/==	<b>Conférences spécialisées et Ateliers U-Entreprises (qualité formation/recherche)</b>		<i>Conférences spécialisées</i>



14H10 – 16H30	=/=/=/=/=	Meeting ASDS (Assemblée générale constitutive)	=/=/=/=/=
18H00		Diner gala ( <i>soirée scientifique et culturelle, Awards, 30 ans du CARI...</i> )	
<b>7 octobre</b>	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
08H00 – 08H30	Echanges Café	Echanges Café	Echanges Café
08H30- xx	Echanges Social event	Echanges Social event Foumban	Echanges Social event

## CARI-2022 : Activities Schedules (Yaoundé, Dschang, Tunis)

Schedules <b>UTC+1</b>	Yaoundé	Dschang	Tunis
29sept. - 3 oct.		Symposium on Machine Learning and Cybersecurity	Ecole CIMPA
<b>4 October</b>	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
08 :00 AM – 09 :30 AM	Check-in	Check-in	Check-in
09 :30 AM– 10 :15 AM	Specialized conference: Safari Mekeru (Financial Modeling)	Specialized conference: Christopher Thron (Machine Learning)	Specialized conference: Taoufik Sari (The multipatch logistic equation)
10 :30AM – 11 :30AM	Plenary: Opening	Plenary: Opening	Plenary: Opening
11 :30AM- 12 :00AM	Break		

12:00PM – 01:00PM	<b>Business session</b> <i>Sprint-pay, Cre-art/Pbrit, Pialoatech, Takenco, Institut visa</i>	<b>Break</b>	<b>Break</b>	
01:00PM – 02:30PM	<b>Machine Learning &amp; Deep Learning</b>	<b>Modeling in epidemiology</b>	<b>Tumor Growth</b>	<b>Inverse Problems</b>
	Diane Carole Tala Metalom, Jean Louis Fendji Kedieng Ebongue and Blaise Omer Yenke. <i>Towards to a Direct Speech to Speech for Endangered Languages in Africa -</i>	Yves Fotso Fotso. <i>Optimal impulsive control of coffee berry borers in a berry age-structured epidemiological model</i>	Ben Essid Atef, Ben Abdejilil Slah Eddin and Mani-Aouadi Saloua. <i>A high-order WENO scheme of a tumor growth model for treated small cell lung cancer</i>	Mohamed Bensalah and Maatoug Hassine. <i>Identification of the spatial component in the source term of a space-time fractional diffusion equation</i>
	Jiechieu Kameni Florentin Flambeau and Norbert Tsopze. <i>Une approche basée sur la méthode LRP pour l'explication des Réseaux de Neurones Convolutifs appliqués à la classification des textes</i>	Claude Kanyou, Etienne Kouokam and Yves Emvudu. <i>Epidemic threshold: A new spectral and structural approach of prediction</i>	Maatoug Hassine and Emna Ghezaiel. <i>Thermography process and topological asymptotic formula for tumor detection</i>	Nadjib Boussetila and Tahar Bechouat. <i>Une variante de la méthode de Projection régularisée pour une classe d'équations intégrales de Fredholm de première espèce</i>
	Severin Vianey Kakeu Tuekam, Eric Fotsing and Marcellin Nkenlifack. <i>An agent architecture embedding spatial reasoning for actors design in land use modelling</i>	Blériot Stéphane Tchienkou Tchiengang, Israël Tankam Chedjou and Jean Jules Tewa. <i>A multi-seasonal model of the dynamics of the African maize stalk borer</i>	Mohammed Benmir, Salma Chabbar, Rajae Aboulaich and Nabil Ismaili. <i>A Hybrid Model of Tumor Growth Under Chemotherapy Medicine</i>	Chaima Abid, Amel Ben Abda, Riadh Ben Fatma and Yosra Boukari. <i>Un algorithme de compléments de données via la représentation intégrale de l'opérateur Stecklov-Poincaré</i>
02 :40PM – 03 :40PM	<b>Plenary: Opening :</b> <b>Engelbert Mephu Nguifo (Sciences de Données)</b>	<b>==/==/==/==/==</b>	<b>==/==/==/==/==</b>	
03 :40PM – 04 :10PM	<i>Coffee break</i>	<i>Coffee break</i>	<i>Coffee break</i>	
04 :10PM – 05 :40PM	<b>Software Engineering/Case Study</b>	<b>Image Processing</b>	<b>Epidemiology</b>	<b>Maths of Life</b>
	Azanzi Jiomekong, Hippolyte Michel Tapamo Kenfack and Gaoussou Camara. <i>Combining Scrum and Model Driven Architecture for the development of the EPICAM platform</i>	Lionel Landry Sop Deffo and Elie Fute Tagne. <i>INBaSA: An Improved Non-parametric background subtraction algorithm improving pixel segmentation</i>	Stefana Fandresena Tsilefa and Angelo Raheiririna. <i>Study of the convergence of stochastic compartmental models in epidemiology</i>	Thamer Hmidhi and Radhouane Fekih-Salem. <i>On a global stability of a two-step anaerobic digestion model</i>
	Milliam Maxime Zekeng Ndadji, Franck Bruno Tonle Noumbo and Maurice Tchoupé. <i>Non-Recursive LSAWFP Models are Structured Workflows</i>	Mbiethieu Cezar, Tsopze Norbert and Mephu-Nguifo Engelbert. <i>CovSegNet: An Automated COVID-19 lesion segmentation</i>	Fatima Boudchich, Jaafar El Karkri and Rajae Aboulaich. <i>Analysis of virus infection dynamics with delayed immune response</i>	Benaissa Dekhici, Boumediène Benyahia and Brahim Cherki. <i>Dynamic mode decomposition with Control for Data-driven Modeling of Anaerobic Digestion Process</i>

		<i>from CT scans using Deep Learning - IA Techniques</i>		
	Milliam Maxime Zekeng Ndadji, Baudouin Nankeng Meli and Maurice Tchoupe Tchendji. <i>Improving the Projection-Based and Artifact-Centric Decentralized Execution of LSAWfP Models</i>	Farida Bint Ahmad Nchare and Hippolyte Michel Tapamo Kenfack. <i>Semantic segmentation of high-resolution aerial imagery using a fully convolutional network</i>	Abboubakar Hamadjam, Kom Regonne Raissa and Nyemb Ndjem Eone André Kevin. <i>Fractional dynamics of a transmission model of Zika disease</i>	Oumaima Laraj, Noha El Khattabi and Alain Rapaport. <i>Mathematical Model Of Anaerobic Digestion With Leachate Recirculation</i>
<b>5 octobre</b>	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
<b>08:00AM – 09:30AM</b>	<b>Parallel/Distributed Computing</b>	<b>Security</b>	<b>Biomedical</b>	<b>Partial Differential Equations</b>
	Jerry Lacmou Zeutouo, Vianney Kengne Tchendji and Jean-Frédéric Myoupo. <i>Coarse-grained multicomputer parallel algorithm using the four-splitting technique for the minimum cost parenthesizing problem</i>	Leonel Moyou Metcheke, Stéphane Gael R Ekodeck and René Ndoundam. <i>A secure online steganography scheme based on HTTP request sequences</i>	Ben Abdejilil Slah Eddin, Ben Essid Atef and Mani-Aouadi Saloua. <i>Analysis of tumor growth model including a PDE-ODE coupling with a nonlocal boundary condition</i>	Ibrahim Soufi. <i>On the existence of two solutions for a boundary value problem on the half-line</i>
	Vanessa Laure Fokou, Peggy Cellier, Maurice Tchuente and Alexandre Termier. <i>QuickFill, QuickMixte} : approches par blocs pour la réduction du nombre de programmes en synthèse de programmes</i>	Olive Flore Yatio Njike, Marcellin Julius Antonio Nkenlifack and Benoit Martin Azanguezet Quimatio. <i>USER AUTHENTICATION THROUGH KEYSTROKE DYNAMICS BASED ON A SET OF CLASSIFIERS</i>	Hamza Ammar, Moncef Mahjoub and Nejib Zemzemi. <i>Global Lipschitz stability of multiple space dependent ionic parameters for the MEA/hiPSC-CM assays</i>	Abdelkader Dellal, Abdelghani Ouahab and Henderson Johnny. <i>Existence of solutions for Solitons type equations : Derrick’s Problem with twice p-laplacian</i>
	Nel Gerbault Nanvou Tsopgny, Thomas Messi Nguélé and Etienne Kouokam. <i>DSL for parallelizing Machine Learning algorithms on multicore architecture</i>	Abdoul-Hadi Konfé, Pasteur Poda and Raphaël Le Bidan. <i>Design Techniques of Spatially Coupled Low-Density Parity-Check Codes: A Review and Tutorial on 5G New Radio</i>	Amina Hammoum, Tewfik Sari and Karim Yadi. <i>Rozensweig-macArthur model with variable disappearance rate</i>	Achouak Bekkai. <i>Globally unsolvability of fractional evolution equations with exponential nonlinearity</i>
<b>09 :40AM – 10 :40AM</b>	<b>==/=/=/=/=</b>	<b>Plenary : Conference : Ryma Abassi (CyberSecurité)</b>	<b>==/=/=/=/=</b>	
	<i>Short Coffee-break</i>	<i>Short Coffee-break</i>	<i>Short Coffee-break</i>	
<b>11 :10AM – 11 :55AM</b>	<b>Specialized conference: Ernest Fokoue (Statistical Learning)</b>	<b>Specialized conference: - Louis Aimé Fono (Cybersec. &amp; Game Theory) - Charles KAMHOUA (Cybersec.)</b>	<b>Specialized conference: Jaafar El Karkri Some basic concepts of neural differential equations</b>	

<b>11 :55AM-01:30PM</b>	<i>Break</i>	<i>Break</i>	<i>Break</i>	
<b>01:30PM – 02:30PM</b>	=/=/=/=/=	<b>Plenary : Conference : Marcellin Atemkeng (Big Data de la recherche)</b>	=/=/=/=/=	
<b>02H40PM – 03H40PM</b>	<b>Plenary : Conference : Jérémy Buisson (Ingénierie d’architecture virtuelles)</b>	=/=/=/=/=	=/=/=/=/=	
<b>03 :40PM – 04 :10PM</b>	<i>Coffee break</i>	<i>Coffee break</i>	<i>Coffee break</i>	
<b>04 :10PM – 06:00PM</b>	<b>Recommender Systems</b>	<b>Graph Modelling</b>	<b>Environment</b>	<b>Modeling and Case study</b>
	Léatitia Audrey Ntsamo Dongmo, Armel Jacques Nzekon Nzeko'O, Maurice Tchuenta and Jean-François Mehaut. <i>Graphes de recommandation enrichis par des informations latentes issues de la factorisation matricielle</i>	David Jaures Fotsa Mbogne and Bulcard Brandone Chiegang-Sape. <i>Modélisation de la propagation de rumeur: Impact de la distribution des distances dans un réseau</i>	Mohamed Lajili, Anis Theljani, Maher Moakher and Badreddine Rjaibi. <i>Multimodal image registration based on geometric similarity term</i>	Floris Kagho Donchi Khalil, Guy-De-Patience Ftatsi Mbetmi, David Jaurès Fotsa-Mbogne and Bonaventure Djeumako. <i>Modélisation et estimation de la fiabilité dynamique d’un évacuateur de crues</i>
	Ghislain Wabo, Armel Jacques Nzekon Nzeko'O, Fritz Sosso Makembe and Xaveria Youh Djam. <i>Vectorization on class-oriented documents for job recommendation based on supervised machine learning models</i>	Claude Kanyou, Etienne Kouokam and Yves Emvudu. <i>Structural network analysis: Correlation between centrality measures</i>	Abboubakar Hamadjam, Kom Regonne Raissa, Fandio Ruben and Ekobena Fouda Henri Paul. <i>Fractional modeling of Leprosy disease transmission dynamics</i>	Thomas Musora, Zviiteyi Chazuka and Florance Matarise. <i>Foreign Direct Investment Inflow Modelling and Forecasting Case Study of Zimbabwe</i>
		Oumarou Abdou Arbi, Anne Siegel and Jérémie Bourdon. <i>Contributions des entrées sur les sorties pour les réseaux métaboliques</i>	Yacine Chaib. <i>Propriétés asymptotiques de l’estimateur robuste pour des données tronquées et censurées à variable dépendante</i>	Arno Roland Ngatcha Ndengna, Boniface Nkonga, Abdou Njifenjou and Raphael Onguene. <i>Shear shallow water modeling of sediments transport flows</i>
				Amira Bouhali, Walid Ben Aribi, Slimane Ben Miled and Amira Kebir. <i>Optimal control applied to mathematical model of COVID 19</i>
<b>6 octobre</b>	////////////////////	////////////////////	////////////////////	////////////////////
<b>08:00AM – 09:00AM</b>	=/=/=/=/=	=/=/=/=/=	<b>Plenary : Conference : Grégoire Allaire</b>	=/=/=/=/=
	<b>Specialized conference</b>	<b>Specialized conference</b>	<b>Modelling</b>	

09:05AM – 10:05AM	Constant Wette (Intel Artificial Intelligence / Machine Learning)	et Ateliers U-Entreprises	
			Tahani Mtar, Radhouane Fekih-Salem and Tewfik Sari. <i>Mathematical analysis of an interspecific density-dependent model with mutual inhibition and distinct removal rates</i>
			Rezki Chemlal and Hacene Gharout. <i>Combining chaotic dynamical systems using the fuzzy logic XOR operator.</i>
10:05AM – 10:35AM	Short Coffee-break	Short Coffee-break	Short Coffee-break
10:35AM - 11:35AM	=====	<b>Plenary : Conference : Flora Ponjou Tasse (Artificial Intelligence &amp; Augmented reality)</b>	=====
11:35-13:15	Break	Break	Break
01:15PM – 02:00PM	=====	Specialized conferences and U-Business Workshops (training/research quality)	Specialized conferences
02:10PM – 04:30PM	=====	ASDS meeting (Founding General Assembly)	=====
04:30PM 06:00PM		Gala dinner (scientific and cultural evening, Awards, 30 years of CARI, etc.)	
<b>7 octobre</b>	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////	//////////////////////////////////// /
08:00AM – 08:30AM	Exchanges Coffee	Exchanges Coffee	Exchanges Coffee
08:30AM- xx	Exchanges Social event	Exchanges Social event Foumban	Exchanges Social event

**IndabaX Cameroon 2022 / Workshop on Machine Learning and Cyber Security**  
*September 29th -October 01st 2022, University of Dschang, Cameroun*

## Program

### September 29, 2022

- 07:30 - 09:00: Registration
- 09:00 - 09:30: Welcome speech **Prof. Marcellin NKENLIFACK** (*HOD Mathematics and Computer Science*)
- 09:30 - 10:00: Opening remarks **Prof. Claudilde MOFOR** (*Dean Faculty of Science*)
- 10:00 - 12:00: Keynote 1-- *How to Become an Effective Practitioner of Machine Learning*  
**Prof. Christopher Thron** (*Department of Science and Mathematics at TexasA&M University-Central Texas*)

### 12:00 - 14:00: break (Lunch)

- 14:00 - 15:00: Keynote 2 -- *AI For Remote Collaboration via Augmented Reality*  
**Dr. Flora PONJOU TASSE** (*Steam, USA*)
- 15:00 - 16:00: Tutorial (Related to keynote 1 concept) – *Mr. Jiejip Nkouamou Blériod & Mrs. Volviane MFOGO*

### September 30, 2022

- 07:30 - 08:00: Registration
- 08:00 - 08:30: Recap of the first day
- 08:30 - 09:30: Keynote 3 -- *Méthode d'authentification continue des institutions dans un système informatique à l'aide des outils de la Théorie des jeux non coopératifs*  
**Prof LOUIS Aimé FONO** (*University of Douala*)
- 09:30 - 10:30: Tutorial (Related to keynote 3 concept)-*Mofouet Romaric*

### 10:30 - 11:00: Coffee Break

- 11:00 - 12:00: keynote 4 -- *Classical and Emerging Tools for Modern Data Era Statistical Model Building*  
**Prof. Ernest FOKOUE** (*School of Mathematical Sciences at Rochester Institute of Technology, USA*)

### 12:00 - 14:00: Break (lunch) + poster presentation

- 14:00 - 15:00: keynote 5 -- *Perspectives on Long Term Research Data Archiving Solutions: the case of the SKA with learning algorithms*  
**Dr. Marcellin ATEMKENG** (*RHODES University, South Africa*)
- 15:00 - 16:00: Tutorial (Related to keynote 3 concept) -- *Mrs. Flore KENE*
- 16:00 - 17:00: Tutorial (Related to keynote 4 concept) -- *Mr. KENFACK DOUHALA & Mr. NGALAMO Junior*

### October 01st 2022

- 07:30 - 08:00: Registration
- 08:00 - 08:30: Recap of days 1 & 2
- 08:30 - 09:30: keynote 5 --*Cyber security and cyber resilience in mobile devices*  
**Prof Ryma Abassi** (*Université de Carthage – Tunisie*)
- 09:30-10:30 Tutorial (Related to keynote 4 concept)- *Mrs. Joelle KABDJOU & M. KOUAM Igor*

### 10:30 - 11:00: Coffee Break

- 11:00 - 13:00: Interactive Session for question-answering between participants and speakers (In a panel discussion ways) -- *How to be up to date on Machine learning*
  - Panelist 1: **Prof. Christopher Thron**
  - Panelist 2: **Prof. FONO Louis Aimé**
  - Panelist 3: **Prof. RYMA Abassi**
  - Panelist 4: **Dr. Flora PONJOU TASSE**
  - Panelist 5: **Dr. Marcellin ATEMKENG**
  - Panelist 6: **Representative of Google Cloud**
  - Panelist 6: **Representative of a cyber-security Company**
  - Moderator: **Prof. Macellin NKENLIFACK**
- 13:00 - 14:00: *Presentation of AI initiative* (Brain community presentation, ...) and Closing remarks
- 14:00 - 16:00: End cocktail.

### October 02, 2022: Social Event: Visit the “Mamy Wata” Cascade in Fongo-Tongo

## **Programme scientifique de l'école CIMPA (Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées)**

- Cours 1 : Contexte et problématique, Jérôme Harmand (INRAE, France).
- Cours 2 : Commensalisme et syntrophie, Tewfik Sari (INRAE, France).
- Cours 3 : Le modèle du chémostat sous forçage périodique, Alain Rapaport (INRAE, France).
- Cours 4 : Les modèles du chémostat considérés du point de vue épidémiologique, Claude Lobry (INRAE, France).
- Cours 5 : Oscillations on Ordinary Differential Equations of Mixed Type, Sandra Pinelas (Departamento de Ciências Exatas e Engenharia, Portugal).
- Cours 6 : Etude mathématique et numérique de quelques modèles biologiques du Chémostat, Nahla Abdellatif (ENSI-Université de Manouba, Tunisie).
- Cours 7 : Modélisation mathématique de la gestion des ressources naturelles, Nadia Raissi (Université Mohammed V de Rabat, Maroc).
- Cours 8 : Mathematical and Statistical Methods for Dynamic Models in Agriculture, Schehrazad Selmane (Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediène, Algérie).
- Cours 9 : Modélisation mathématique pour la gestion durable des agroécosystèmes, Suzanne Touzeau (Institut Sophia Agrobiotech, France).



## IV. EXPOSES EN PLENIERE

### IV.1. CARI



## Agent-based Modeling in Python for Epidemiology, Ecology, and Economics

Christopher Thron<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Department of Science and Mathematics at Texas A&M University-Central Texas*

---

**Abstract:** Agent-based modeling is a powerful computer-based methodology that can provide greater realism and higher accuracy than classical equation-based models. In this talk I present recent research in applying agent-based modeling to three diverse areas of high practical importance, namely (1) spread of communicable disease, (2) ecosystem stability and interconnectivity, (3) Online entrepreneurship in developing countries.



**Christopher Thron** is Associate Professor in the Department of Science and Mathematics at Texas A&M University-Central Texas. Formerly he was a systems engineer with NEC America, Motorola, and Freescale Semiconductor. He has Ph.D. degrees in mathematics (from University of Wisconsin-Madison) and computational physics (from the University of Kentucky-Lexington). He has participated extensively in collaborative research in Africa, and has been supported by the U.S. Fulbright program, International Mathematician's Union, and Air Force Research Laboratory. Focus

areas include machine learning, operations research, stochastic optimization, agent-based modeling and algorithm design. Applications he has worked on include sensor networks, signal processing, target tracking, scheduling, epidemiological and social modeling, and public health statistics.

---



## Perspectives on Long Term Research Data Archiving Solutions: the case of the SKA with learning algorithms

Marcellin Atemkeng<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *RHODES University, South Africa*

---

**Abstract:** This talk will address the data format and archiving issues for the Square Kilometre Array. One of the major contributors to the large data volumes is the maximum baseline of an array since it sets how well the data needs to be sampled to avoid smearing and decorrelation of the signal. Now, the sampling rate is dependent on the baseline length as shorter baselines can be sampled a lot more coarsely which leads to smaller data volumes. In fact, baseline dependent averaging (BDA) is an established technique for compressing radio interferometers, however, this technique results in irregularly sampled data which while supported by the database format requires the data to be restructured in ways that reduce performance when processing. But more importantly, radio-astronomy software tools implicitly assume uniformly sampled datasets. Recent research in (M. Atemkeng, in prep). in collaboration with the Wits University and SARAO; shows an approach that uses local low-rank matrix approximation to achieve similar compression rates while significantly minimizing smearing. At the end of this talk, I will discuss why Central African countries should join the SKA; a mega science project.



**Marcellin Atemkeng** works closely with the South African Radio Astronomy Observatory (SARAO or SKA SA) based in Cape Town and is part of Rhodes Centre for Radio Astronomy Techniques & Technologies based in the Department of Physics and Electronics, Rhodes University. He is a Senior Lecturer in the Department of Mathematics and coordinates the Rhodes AI Research Group (RAIRG) based in the Department of mathematics. His past work has focused on building mathematical models and algorithms for position dependent deconvolution in radio interferometry, and lossy compression software for radio astronomy high bandwidth Big Data. His research interests are in big data analysis, signal processing, artificial intelligence, radio interferometry / astronomical techniques. Marcellin is equally the winner of the 2019 Kambule Doctoral Award for his PhD thesis "Data Compression, Field of Interest Shaping and Fast Algorithms for Direction dependent Deconvolution in Radio Interferometry". He holds a Y NRF rating and was recently awarded the mathematical science early career fellowship in South Africa.



## Learning Times Series Data under Uncertainty

Engelbert MEPHU NGUIFO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University Clermont Auvergne, France

**Abstract:** The field of time series analysis has been very active during the last decade. This task that aims at analyzing chronological data has been used in a diverse range of application domains including meteorology, medicine, physics and also computing wrt the Internet of Things. Recently, lots of accurate methods have been developed to perform time series analysis. However, applications in which the time series data have uncertainty are still challenging and under-explored. All measurements performed by a mechanical system contain uncertainty, and ignoring the uncertainty of the data during their analysis can lead to inaccurate conclusions, hence the need to implement uncertain data analysis techniques is of great importance. This talk will first introduce basic concepts around time series data, then review state-of-the art on uncertainty in data mining tasks, and finally present our contributions in clustering as well as classification of time series data under uncertainty.



**Engelbert Mephu Nguifo** is a full Professor of computer science at University Clermont Auvergne (UCA), France. At UCA, he has served as Vice-President of the mathematical and computer science department (2012-2016). He is leading research on complex data mining and machine learning in the joined University-CNRS laboratory LIMOS (Laboratory of Computer Science, Modelisation and Optimization), where he is co-chair of the Information and Communication Systems research group. His research interests include formal concept analysis, artificial intelligence, machine learning, complex data mining, pattern recognition, bioinformatics, big data, and knowledge representation. Mephu Nguifo has a Ph.D. in computer

science from the University of Montpellier. He has published more than hundred technical papers in majors journals and conferences, and was advisor of more than ten PhD students currently in academic position. He was principal investigator of several international research project grants. He is member of the steering committee of international conference on Concept Lattices and their Applications (CLA), and has served as PC Chair of CLA in 2006, as well as French conference on Machine Learning (CAp) in 2010. He has co-organized several workshops of majors conferences (ECAI, IJCAI, ECML/PKDD, VLDB) on several research topics (Bioinformatics and AI, Evolving Graphs, Concept Lattices). He is an ACM Senior member, and member of French AI, data mining, and classification

associations (AFIA, EGC). He is member of the executive board of the French Association on Artificial Intelligence (AFIA). He is also member of the executive board of the French CNRS research group on Artificial Intelligence (GDR IA).

---



## Méthode d'authentification continue des intrusions dans un système informatique à l'aide des outils de la Théorie des jeux non coopératifs

Louis Aimé Fono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Douala, Cameroun

---

**Abstract:** L'objectif de ce travail est l'analyse des mécanismes d'authentification à travers l'approche de la théorie des jeux. Plus précisément, nous formulons l'interaction entre l'attaquant et le défenseur comme un jeu dynamique stochastique de type leader-follower. Nous fournissons ensuite une caractérisation de la stratégie d'attaque optimale, et montrons qu'elle possède une structure de seuil. Concernant l'optimisation du paramètre du défenseur, nous fournissons une caractérisation de l'impact du paramètre d'authentification continue sur les utilités de l'attaquant et du défenseur. Enfin, nous fournissons des résultats numériques pour illustrer la stratégie de l'attaquant et l'impact de la stratégie du défenseur sur les utilités attendues de l'attaquant et du défenseur.

---



## Game Theory for Cyber deception

Kamhoua Charles<sup>1</sup>

<sup>1</sup>US Army Research Laboratory, Adelphi Maryland

---

**Abstract:** Consolidated efforts are taking place to overcome the daily threat appearing in cyberspace including IT networks infrastructure in civil and military networks. Beyond Traditional security measures, cyber deception provides a dynamic, adaptive, and cognitive defense system that can be implemented to secure large-scale networks and enterprise-level systems. With various deception techniques implemented, the network view is altered and masked, and the adversary becomes uncertain about the target network.

Game theory provides a mathematical framework that is well-fitted to model and study multi-agent problems such as security problems between a defender and attackers or malicious users. We propose to use game theory to reason about attack strategies in a dynamic evolving environment and develop best response defense strategies. The strategic use of honeypots as a proactive approach for early detection and to capture attackers provide a significant opportunity to learn attacker techniques and tools.

Games played on attack graphs facilitate cyber deception automation and deception policy implementation on networks. However, the dimension of strategy space explodes for attack graph games in the size of the attack graph. Moreover, partial observability regarding attacker dynamics is a struggle against developing a scalable deception policy. A defender can model the behavior of a partially observable attacker using one of two approaches. A simple but naïve approach is to model the actions of the attacker as exogenous noise. The second approach is to consider the attacker's actions as observations that are induced given her actions. Finally, the defender can assume that the attacker is also monitoring the system partially and is maximizing his long-term reward.

**Keyword:** Game theory, cyber deception, attack graph, cyber security.



**Charles A. Kamhoua** is a Senior Electronics Engineer at the Network Security Branch of the U.S. Army Research Laboratory (ARL) in Adelphi, MD, where he is responsible for conducting and directing basic research in the area of game theory applied to cyber security. Prior to joining the Army Research Laboratory, he was a researcher at the U.S. Air Force Research Laboratory (AFRL), Rome, New York for 6 years and an educator in different academic institutions for more

than 10 years. He has held visiting research positions at the University of Oxford and Harvard University. He has co-authored more than 250 peer-reviewed journal and conference papers that include 5 best paper awards. He is a co-inventor of 3 patents and 6 patent applications. He has been at the forefront of several new technologies, co-editing four books at Wiley-IEEE Press entitled “Game theory and machine learning for cyber security”, “Modeling and Design of Secure Internet of Things”, “Blockchain for Distributed System Security”, and “Assured Cloud Computing”. He is an associate Editor of the IEEE Transactions on Network and Service Management (IEEE TNSM). He has presented over 70 invited keynote and distinguished speeches and has co-organized over 10 conferences and workshops. He has mentored more than 70 young scholars, including students, postdocs, and Summer Faculty Fellow. He is the Chair of ARL Africa, an initiative to increase research collaboration between the US Army research Laboratory and and research institution in Africa. He has been recognized for his scholarship and leadership with numerous prestigious awards, including the 2021 IEEE-USA Harry Diamond Memorial Award “For contribution and leadership in the area of blockchain and game theory for cybersecurity while in U.S. government service”, the 2020 Sigma Xi Young Investigator Award “for outstanding leadership and contribution to game theory applied to cyber security”, the 2019 US Army Civilian Service Commendation Medal, the 2019 Federal 100-FCW annual awards for individuals that have had an exceptional impact on federal IT, the 2019 IEEE ComSoc Technical Committee on Big Data (TCBD) Best Journal Paper Award, the 2018 Fulbright Senior Specialist Fellowship, two ARL Achievement Award (2019 and 2018), the 2017 AFRL Information Directorate Basic Research Award “For Outstanding Achievements in Basic Research,” the 2017 Fred I. Diamond Award for the best paper published at AFRL’s Information Directorate, 40 Air Force Notable Achievement Awards, the 2016 FIU Charles E. Perry Young Alumni Visionary Award, the 2015 Black Engineer of the Year Award (BEYA), the 2015 NSBE Golden Torch Award—Pioneer of the Year, and selection to the 2015 Heidelberg Laureate Forum, to name a few. He has been congratulated by the White House, the US Congress and the Pentagon for those achievements. He received a B.S. in electronics from the University of Douala (ENSET), Cameroon, in 1999, an M.S. in Telecommunication and Networking from Florida International University (FIU) in 2008, and a Ph.D. in Electrical Engineering from FIU in 2011. He is currently an advisor for the National Research Council postdoc program, a member of the FIU alumni association and Sigma Xi, a senior member of ACM and IEEE.



## Sequences of Dependent Random Variables in Probability Theory and its Applications

Safari Mukeru<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Decision Sciences, University of South Africa, South Africa*

**Abstract:** Sequences of random variables are used in many situations to model uncertainty surrounding real life problems. When such sequences are considered in various branches of Mathematics and its applications, the default is to assume that they are independent and identically distributed (iid). It is not because such sequences are more natural or predominant but because they are simpler to analyse than dependent random variables. However, in real life, random quantities are in general dependent and it is a very strong restriction to assume independence. Statistical properties of sequences of dependent random variables constitute a major open problem with potential applications in Mathematics, Physics,



Financial Mathematics, Econometrics, Data Science, Computer Science, etc. Most tools that have been developed so far in probability theory to study sequences of random variables are restricted to the case where these random variables are independent. One can mention for instance the classical Lévy's inequality, Kolmogorov maximal inequality, Borel-Cantelli lemma, etc. In this era of big data, it is important to develop new probability techniques that are strong enough to handle mathematical models (of real life problems) which involve dependent random variables. Broadly speaking, the problem can be stated as follows: Given a property "p" that is satisfied by sequences of independent random variables, determine a more general property "P" that holds true for a more general class of sequences of random variables and for which "p" is a particular case for sequences of independent random variables. This is a difficult problem. Recently there has been some progress on this problem. Some special dependence structures have been considered but in the general setting, the problem remains open. In this talk, I will discuss some recent results on the convergence of series of dependent random variables. This problem is connected to the problem of the distribution of the maximum of sums of dependent random variables. I will also discuss some applications.



**Safari Mukeru** is an Associate Professor in the Department of Decision Sciences at the University of South Africa where he teaches Stochastic modelling and Simulation modelling. His research interests include stochastic processes, probability theory and their applications in Mathematical analysis, Fourier analysis and algorithmic randomness. He particularly studies the possibility of extending classical results from Probability theory and Mathematical Analysis which are only known for sequences of independent and identically distributed random variables to more general sequences of dependent random variables. In his understanding, dependent random sequences can help build a bridge between random and deterministic structures

by continuously weakening the condition of independence (inherent to most random structures in the literature). He has extensively studied the fractional Brownian noise which provides important examples of sequences of dependent random variables. He has published interesting results in well-established academic journals. His research visits include the University of the Basques Country in Spain, the University of Cape Town in South Africa, the University of Rwanda, the Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (France). He obtained a BSc in Mathematics in 1994 and BSc Honours in Mathematics in 1997 at the Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu (DR Congo), a BSc Honours in Operations research in 2006, a MSc in Operations research in 2008 and a PhD in Operations Research in 2010 at the University of South Africa. Before joining the University of South Africa, he was a junior lecturer at the Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu and the National University of Rwanda.



## Cyber security and cyber resilience in mobile devices

Ryma Abassi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Directrice de l'ENIT, Université de Carthage – Tunisie*

**Abstract:** Dans cette présentation, nous nous sommes intéressés à la sécurité de quelques réseaux émergents à savoir, les MANETs, les VANETs, et les réseaux de capteurs.

La pertinence et l'importance de telles décisions dépendent étroitement de l'état de sécurité dans lequel les informations transitent et les échanges se font. Une manière d'assurer cette sécurité peut être basée sur la confiance que l'on peut affecter aux nœuds, aux sources d'information, aux serveurs et aux composants de communication du réseau à travers lesquels l'information transite. Cette confiance relève de la ferme croyance qu'un nœud peut avoir sur la capacité que peut avoir un autre nœud à agir de manière digne de confiance, sûre et sans crainte. Elle constitue la limite jusqu'à laquelle un nœud doit dépendre d'un autre dans une situation donnée avec la sensation d'une relative sécurité, bien que

certaines conséquences négatives soient possibles. Cette sécurisation doit par ailleurs tenir compte des spécificités d'un environnement sans fil, dans lequel les nœuds sont mobiles, jouent le rôle de routeurs et de stations et qui sont régis par des contraintes de ressources (faibles performances de traitement et de stockage, faible capacité énergétique, faible bande passante, ...), par une topologie variable et par une vulnérabilité importante à cause du caractère non filaire des connexions entre nœuds. Dans ce cadre, nous avons proposé un algorithme de clustering gérant la mobilité et que nous avons baptisé MCA. MCA organise les nœuds du réseau en clusters composés par des membres voisins à un saut et un CH élu et permet la maintenance du réseau lorsqu'un changement de topologie a lieu. Dans un second temps, nous avons conçu au-dessus de MCA, un système de gestion de la confiance intitulé TMCA. TMCA utilise le mécanisme de Watchdog et se base sur quatre modules actifs au niveau des CHs seulement. Ces modules sont responsables de la surveillance des comportements des membres, de la mise à jour de leurs réputation, de leur isolement mais aussi de la vérification des alertes échangées entre les CHs. Dans un troisième temps, nous avons étendu TMCA avec un processus de délégation que nous avons appelé DTMCA. DTMCA permet aux CHs de déléguer leurs fonctionnalités à l'un de ses membres quand il n'est plus en mesure de les réaliser. Ce processus a été par la suite modélisé et un ensemble de propriétés ont été vérifiées. Un modèle en couches représentant les composantes de notre environnement a été par la suite proposé afin de montrer les interactions qui existent entre ces dernières. Dans un quatrième temps, nous nous sommes intéressés à la validation de l'environnement proposé. Cette validation s'est basée sur une évaluation des performances ainsi que sur des systèmes d'inférence.

À la suite de la réussite des travaux effectués concernant la sécurité des MANETs, il nous a semblé intéressant de poursuivre nos recherches dans un réseau proche des MANETs puisqu'il en fait partie, les réseaux Ad hoc véhiculaires (VANETs). D'après de récentes statistiques [1], 1.2 million de personnes sont tuées chaque année dans des accidents de la route. Aussi, œuvrer pour innover dans la sécurisation du trafic routier devient une nécessité. Une manière de le faire consiste à offrir aux véhicules des informations leur permettant de réagir à temps à tout type de perturbations ou d'événements ayant lieu sur la route, réduisant ainsi le risque d'accident. Les réseaux véhiculaires constituent l'infrastructure permettant de déployer de tels services aux usagers de la route. Ces réseaux permettent en effet de relier les différents véhicules et de les faire communiquer tout en leur permettant de garder leur mobilité. Aussi, étant données la criticité et l'importance des informations échangées et afin de permettre à ces VANETs d'assurer leur rôle, il est nécessaire de sécuriser les échanges qui peuvent s'établir entre les différents véhicules.

Vu les résultats encourageants obtenus, nous nous sommes proposés de nous intéresser aux réseaux de capteurs. Aussi, nous avons proposé un nouveau mécanisme de sécurité pour l'internet des objets et prenant en considération ses caractéristiques les plus importantes. C'est ainsi qu'est né CATMEC (Clustering Algorithm based on Trust Management and Edge Computing for IoT) : un nouvel algorithme de clustering basé sur la gestion de confiance et l'informatique en périphérie pour l'internet des objets



Dr Ryma Abassi received her HdR (University Habilitation) and her PhD in ICT from SUPCOM, University of Carthage in 2021 and 2010 respectively and is currently an Associate Professor at ISETCOM and the Director of the Institute, too (the first female ever). She is also a researcher at SUP'COM, Tunisia.

Dr Ryma Abassi obtained the SSHN (Séjour Scientifique de Haut Niveau) grant two times in 2014 and 2017 and was a visiting professor at University of Limoges, France. In 2017, Dr Ryma Abassi received the prestigious Fulbright visiting scholarship at Tufts University, MA, USA.

In November 2022, she was recognized as one of the TOP 3 researchers in cybersecurity in the Middle East by the WiCSME, in July 2020, she was recognized as one of the TOP 50 women in cybersecurity in Africa and in September 2020 as the best young researcher in Computer science in Tunisia by the Tunisian Academy of Sciences, Letters and Arts.

Her current research work is focusing on cybersecurity, MANET/VANET security, trust management, security protocols validation, IoT security, artificial intelligence, etc.

She has more than 50 publications in impacted journals and classified conferences and is currently co-supervising four PhD students. In 2018, Dr Abassi edited her first book entitled “Security Frameworks in Contemporary Electronic Government” and the second “Artificial Intelligence and Security Challenges in Emerging Networks” was published in January 2019. A third book concerned with “Cybersecurity Crisis Management and Lessons Learned From the COVID-19 Pandemic” was published in April 2022.

---



## Engineering and reconfiguring a system of systems

Jérémy Buisson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Académie Militaire de Saint-Cyr Coëtquidan, France

**Abstract:** Maier (1998) proposed a seminal definition for a system of systems, as a specific kind of distributed system whose constituents are systems too. This means that the constituents retain independence both in terms of project management and in terms of operational goals. Though, the constituents collaborate to provide (more or less awarely) global services. In the real world, several examples meet this definition, with variable level of constituent independence, among which the Internet as well as various smart systems (city, transport, grid). Because of the intrinsic properties of a system of systems, engineering such a system consists in designing its architecture that is, identifying roles, describing interactions and processes, specifying interfaces. A system of systems is also, by nature, dynamic and requires (dynamic) reconfiguration.

In my talk, I will present how a system of systems can be engineered, and recent work on concerns when designing a reconfiguration at the architecture level. Then, in the context of software systems, I will present how reconfigurations at the architecture level can be operatively enacted. Last, I will present on-going work on taking security into account when designing the architecture.



After my PhD in 2006 at IRISA / INSA de Rennes, I achieved a postdoc at Télécom Bretagne (France). Since 2009, I work as associate professor at the Académie Militaire de Saint-Cyr Coëtquidan, the school of the French Army officers. Since 2012, I am member of IRISA, in the Archware team located in Vannes (France). Coming from software engineering (SE), I study how SE methods can be used to engineer systems of systems, with a specific interest in system dynamicity and reconfiguration. Since 2021, I am also interesting in the security concern, as soon as the architectural design.

---



## Democratizing AI with Automated Machine Learning (AutoML)

Constant WETTE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ericsson Canada, Canada

**Abstract:** As more organizations implement AI and ML into their systems, there are also notable challenges, particularly AI/ML tools and platforms can only be used today by skilled data scientists or ML Engineers. Furthermore, the shortage of data scientists is becoming a serious constraint to the development of intelligent systems and features based on AI/ML models. During this talk, we discuss the automation of ML and DL and how it provides the key to increasing the productivity of development teams and unlock the value of AI technologies in the enterprise.



**Constant Wette** is a Senior System Developer at Business Area Digital Services, Ericsson. He holds a M.Sc. in Computer Engineering from Ecole Polytechnique de Montréal, Canada (2000), a M.Eng. in Electrical Engineering from Ecole Polytechnique de Yaoundé, Cameroon (1996), an MBA from HEC Montréal, Canada (2010) and a Graduate Certificate in Data Science from Harvard University (2016). He joined Ericsson in 2000 and has led research projects, product development, innovation and new business development in different technology domains including

ML/AI, IoT/M2M, 5G and Telco cloud architectures.

---



## AI For Remote Collaboration via Augmented Reality

Flora PONJOU TASSE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Steam, USA

**Abstract:** Remote Augmented Reality unlocks a new set of experiences and use cases for customers. One use case in particular is remote collaboration where an expert in a different location can help an onsite customer with a task in the customer environment (for example repairing an appliance). This is critical in a Digital Economy where the workforce is becoming more distributed geographically, expert knowledge is a soughtafter asset, and more consumers are equipped with smartphones. Strem focuses precisely on the mobile technology that unlocks this and enables improved customer experiences with AR-supported video tools. This talk will dive into how Remote AR is used to create a new type of customer engagement, and the Artificial Intelligence solutions that support these experiences.

**Keywords:** AI, AR, Remote, Collaboration, Video, Computer Vision, Experts



**Flora** is the Head of CV/AR at Strem. She specialises in AI applied to Computer Graphics and Vision problems faced in AR/VR. Her team at Strem is making the mobile phone's camera more intelligent, by building AI agents that can understand images/videos and augment them with relevant interactive virtual content. She received her PhD degree in 2016 from the University of Cambridge. At Cambridge, Flora research focused on 3D shape retrieval using different query types such as 3D models, images/sketches and range scans. This work was awarded the 2013 Google Doctoral Fellowship in Computer Graphics and published in

various top-tier venues, including ICCV and SIGGRAPH Asia. She served on several international program committees such as ICLR and Eurographics. Notably she was Paper Chair of the 2019 & 2020 Black in AI workshops, co-located with NeurIPS. She was named among the Rework Top 30 UK Women in AI and recently selected by Wired UK as one of the world's 30 innovators building a better future.

---



## IV.2. IndabaX Cameroon



### L'intégration pédagogique des TIC, la sécurité de l'information et la protection des données à l'épreuve de la cybercriminalité

NKENLIFACK Marcellin Julius<sup>1</sup>

<sup>1</sup>URIFIA, Département de Mathématiques et Informatique, FS, Université de Dschang  
[marcellin.nkenlifack@univ-dschang.org](mailto:marcellin.nkenlifack@univ-dschang.org) ; [marcellin.nkenlifack@gmail.com](mailto:marcellin.nkenlifack@gmail.com)  
(+237) 676 56 53 28

**Abstract:** Le développement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) qui s'appliquent dans tous les secteurs d'activité, contribue à imprimer une nouvelle trajectoire à l'éducation. Les établissements se digitalisent, sont sur le web, avec leurs données sur le Cloud. Plusieurs établissements ont engagé un processus d'intégration TICE (Technologies de l'information et de la communication pour l'éducation) pour un bon usage d'outils numériques pour tous (enseignants et personnels de l'éducation, avec des compétences de e-leadership pour les managers).

Ceci sous-entend (au-delà des besoins en ressources et matériels technologiques) une adaptation obligatoire des méthodes d'enseignement, qui va au-delà de la mise à disposition de supports numériques, mais touche l'ensemble du processus d'apprentissage et de communication pédagogique.

Avec l'Internet des échanges Multidimensionnels (IMD), le cybercrime : ne se limite plus aux attaques contre la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité de l'ordinateur, les données et les systèmes, mais s'attaque de plus en plus aux autres types d'objets, aux processus de services, aux valeurs fondamentales et même au potentiel de développement humain (par exemple à la formation) des sociétés. On est donc exposé aux cybercriminels (« hackers ») qui peuvent accéder sans autorisation à nos plateformes et nos réseaux, avec une mauvaise intention. Ils exploitent divers outils de piratage pour effectuer des cyberattaques à grande échelle, plus dangereuses et difficiles à détecter, car utilisant les techniques d'Intelligence Artificielle (IA) à l'instar de l'apprentissage automatique (ML / Machine Learning).

Lors de la transition actuelle vers les cours en ligne, les enseignants, afin de sécuriser au mieux leurs propres informations et celles de leurs élèves, doivent tenir compte des aspects suivants : - tendances et direction de la sécurité de l'information ; - méthodologie de la sécurité de l'information ; - bonnes pratiques en matière de protection des données ; - menaces et leurs sources ; - authentification et contrôle d'accès informatique ; - sécurité des connexions Internet à domicile ; - sécurité et confidentialité des données des téléphones portables personnels ; - identification des ressources éducatives appropriées qui ont été vérifiées pour les problèmes de confidentialité.

Au regard des enjeux, nous souhaitons à travers quelques cas de figure, éveiller davantage les consciences en illustrant les risques auxquels sont exposés les systèmes d'éducatifs numériques. Il est capital de renforcer le système d'enseignement numérique tout en se protégeant (ceci ne remplacera peut-être pas l'enseignement en présentiel, mais lui servira au moins de support et aura une très grande valeur ajoutée).

Nous arrivons à montrer en quoi la nouvelle pédagogie convoque l'enseignant à gérer l'utilisation des TIC en classe en ayant une vision claire de son rôle et du rôle des élèves en matière d'analyse de l'information. Il doit développer une approche efficace tout en gardant toujours un œil critique sur la dimension éthique d'éducation aux médias. Cette vision implique de connaître les impacts, sociaux et juridiques (protection et sécurité des données) de l'usage des TIC.



**Marcellin Julius Antonio NKENLIFACK** est Chef de Département de Mathématiques et Informatique (Faculté des Sciences, Université de Dschang). Il est Docteur/PhD en Génie Informatique et Automatique des Systèmes Hybrides et Ingénieur de Conception en Génie Informatique de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Yaoundé 1. Il est en plus "diplômé" de l'UNU (Université des Nations Unies) sur les méthodes formelles en Génie Logiciel. Il a été chercheur invité à l'Institut Scientifique et Polytechnique Galilée de l'Université de Paris 13 (2001), à SUPELEC - Rennes, France (2003), à l'Université Cheik Anta Diop – Dakar (2015), à l'Université Felix Houphouët Boigny – Abidjan (2015) au CFICIRAD – Brazzaville (2013)... Il est l'auteur de nombreux articles de recherche sur les nouveaux aspects du génie logiciel, les applications informatiques dans l'industrie et l'ingénierie, la méta-modélisation et la simulation orientée objet, les systèmes de contrôle hybrides, le contrôle distribué, le E-learning, la E-gouvernance. Il est représentant des chercheurs Africains (pour la zone Afrique Centrale) et membre du Comité Permanent du CARI (Colloque Africain pour la Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées). Il est membre de l'« African Society in Digital Sciences (ASDS) ». Il est membre expert de la Commission « TIC et Intelligence Artificielle » au sein du Comité National de Développement des Technologies (CNDT) du Cameroun. Il a déjà piloté avec succès de nombreux projets de recherche financés par divers organismes internationaux à l'instar de la « Silicon Valley Community Foundation » ou encore l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). Il a reçu plusieurs distinctions internationales pour ses performances scientifiques.

---



## How to Become an Effective Practitioner of Machine Learning

Christopher Thron<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Department of Science and Mathematics at TexasA&M University-Central Texas*

---

**Abstract:** Machine learning (including deep learning) has become a cornerstone of modern technology. The international job market is wide open for people who understand machine learning and can use it effectively. However, machine learning is not easy, and many people are jumping into the field without the necessary skills and background knowledge. In this talk I will introduce free learning resources (mostly online) and practices that will enable you to master machine learning principles and gain hands-on experience, which will enable you to become truly proficient.



**Christopher Thron** is associate professor in the Department of Science and Mathematics at Texas A&M University-Central Texas. Formerly he was a systems engineer with NEC America, Motorola, and Freescale Semiconductor. He has Ph.D. degrees in mathematics (from University of Wisconsin-Madison) and computational physics (from the University of Kentucky-Lexington). He has participated extensively in collaborative research in Africa, and has been supported by the U.S. Fulbright program, International Mathematician's Union, and Air Force Research Laboratory. Focus areas include machine learning, operations research, stochastic optimization, agent-based modeling and algorithm design. Applications he has worked on include sensor networks, signal processing, target tracking, scheduling, epidemiological and social modeling, and public health statistics.

---



## A Tour of Classical and Emerging Tools for Modern Data Era Statistical Model Building

Ernest FOKOUE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Mathematical Sciences at Rochester Institute of Technology, USA

**Abstract:** At its core, practical statistical model building is ideally approached as a suitable combination of art and science, indeed of intuition and extuition, of commonsense reasoning coupled with elaborate technical schemes. This presentation intends to provide a gentle and accessible, yet rigorous tour of some of the most frequently used methods, techniques, tools and algorithms currently prevalent in statistical model building. I will use the well known framework of statistical regression analysis as an anchor from which to stretch and touch on aspects of parameter estimation and inference and model selection using various criteria. I intend to highlight both classical and Bayesian views, but also bring in more predictively minded paradigms like the ensemble learning method of random forest born from classification and regression trees. Along with ensemble learning, I will finally touch on the modern paradigm of regularization learning with a focus on Generalized Linear Model Networks (GLMNET) and its great appeal in the now ubiquitous large p small n data scenario. Last but not least, I will very briefly evoke kernel regression and deep neural networks in the context of supervised learning. Wherever possible and/or deemed necessary, I will provide pointers to practical implementations in the R statistical software environment.

**Highlights:** Regression Analysis, Statistical Model, Multiple Linear Regression Model, Model Selection, Estimation, Likelihood, Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC), Cross Validation (CV), Large p small n data, Massive Dataset, High Dimensional Data, Correlation Matrix, Regularization, LASSO, Ridge, GLMNET, Stepwise Regression, Model Selection Aberration, Solution Path, Random Forest, Boosting, Variable Selection, Variable Importance, Bayesian Model Averaging, Bayesian Linear Regression, Bootstrap, Model Validation, Inference, Confidence Bands and Prediction Bands, Optimal Predictive Method Selection, Interpretability, Classification and Regression Trees, Kernel Regression, Deep Neural Networks, Reproducibility.



## Harnessing the Blessings of the Statistical and Stochastic Contributions to Mathematical Modelling

Ernest FOKOUE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Mathematical Sciences at Rochester Institute of Technology, USA

**Abstract:** The quintessential motivation of this talk is to share with my audience what I perceive as a rich and vast array of paradigms or at least methods, concepts and techniques that inherently reside at the interface of deterministic and non-deterministic Mathematical modelling, and that providentially constitute a potent field for the creation and development of far superior and more useful and impactful mathematical models. Borrowing from themes like Gaussian Processes in Statistical Machine Learning, nonhomogeneous Poisson processes in reliability analysis to Bayesian estimation and inference for a wide class of models based on differential equations just to name a few, I intend to kindle the awareness of my audience on the inextricable links among various sub-paradigms of mathematical modelling often mistakenly treated as non-overlapping. A latent (secondary) intention of my talk lies in my hope to contribute to the healing or at least the bridging of the schism or chasm that I perceive among branches of mathematical modelling, hopefully substituting divisiveness with the more noble spirit of collaborative exploration that naturally contains the seed for a technically and

methodologically more diverse and more inclusive, and topically far richer mathematical modelling experience for both faculty and their students.

Throughout this talk, I will endeavour to focus on the intuitive appeal of the concepts and ideas, but I will occasionally make use of technical details and derivations wherever needed and will definitely make a lot of epistemological allusions!

---



## On the Ubiquity of Kernels in Statistical Machine Learning

Ernest FOKOUE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Mathematical Sciences at Rochester Institute of Technology, USA

**Abstract:** In this lecture, I will present a general tour of some of the most commonly used kernel methods in statistical machine learning and data mining. I will touch on elements of artificial neural networks and then highlight their intricate connections to some general purpose kernel methods like Gaussian process learning machines. I will also resurrect the famous universal approximation theorem and will most likely ignite a [controversial] debate around the theme: could it be that [shallow] networks like radial basis function networks or Gaussian processes are all we need for well behaved functions? Do we really need many hidden layers as the hype around Deep Neural Network architectures seem to suggest or should heed Ockham's principle of parsimony, namely "Entities should not be multiplied beyond necessity." ("Entia non sunt multiplicanda praeter necessitatem.").



Ernest Fokoue is Professor in the School of Mathematical Sciences at Rochester Institute of Technology. He earned his PhD in Statistics at the University of Glasgow in the United Kingdom. He was postdoctoral research fellow at the Statistical and Applied Mathematical Sciences Institute (SAMSI). Prior to joining Rochester Institute of Technology, he held faculty positions at The Ohio State University and Kettering University. He is co-author of the Springer graduate textbook "Principles and Theory for Data Mining and Machine Learning", and has been intensively and extensively involved in the interface between statistical science and artificial intelligence. He is a strong advocate of a complete

approach to statistical machine learning and data science comprising a non-degenerate coverage of applications, computation, methodology and theory (ACMT), the staple of his research and teaching. A passionate lover of mathematical sciences from his earliest childhood, he often summarizes his philosophy as follows: "while the letter of mathematics provides great delight to the seeker/researcher/practitioner, the spirit of this mother of all disciplines bestows experiences of a transcendental, nay ineffable nature. Therefore, seek the latter not the former."

---

### IV.3. CIMPA

---

---

## Optimisation topologique de structures construites par fabrication additive

Grégoire Allaire<sup>1</sup>

<sup>1</sup> École Polytechnique

**Abstract:** We propose some new functionals, to be used in shape and topology optimization problems as a means to enforce the manufacturability of structures by additive manufacturing processes. Instead of considering merely the final shape, they aggregate objective functions (like compliance) for all the intermediate structures of the shape appearing in the course of its layer by layer assembly and subject



to their self-weights or to thermal loadings due to the fabrication process. Typically, these functionals penalize overhangs, thermal residual stresses and thermal deformations in the build direction. We compute their shape derivatives and implement them into a shape and topology optimization algorithm based on the level set method. It turns out that this class of constraint functional is very costly to evaluate, due to the large number of successive layers required to build the final shape (each of them requiring a finite element analysis). Therefore, we introduce an interpolation algorithm which significantly accelerates the computational effort. Eventually, a numerical validation and some concrete examples are discussed.



Grégoire Allaire is a Professor of Applied Mathematics at Ecole Polytechnique and Director of CMAP. His research focuses on the mathematical modelling, numerical simulation and optimization of physical and mechanical problems. He is a specialist of multi-scale analysis (homogenization) and of shape and topology optimization of structures. He has published 8 books and more

---

---

## Nonzero-sum stochastic impulse games with an application in competitive retail energy markets

Mohamed Mnif <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *University of Tunis El-Manar, National Engineering School of Tunis*

---

**Abstract:** We study a nonzero-sum stochastic differential game with both players adopting impulse controls, on a finite time horizon. The objective of each player is to maximize her total expected discounted profits. The resolution methodology relies on the connection between Nash equilibrium and the corresponding system of quasi-variational inequalities (QVIs in short). We prove, by means of the weak dynamic programming principle for the stochastic differential game, that the value function of each player is a constrained viscosity solution to the associated QVIs system in the class of linear growth functions. We also introduce a family of value functions converging to our value function of each player, and which is characterized as the unique constrained viscosity solutions of an approximation of our QVIs system. This convergence result is useful for numerical purpose. We apply a probabilistic numerical scheme which approximates the solution of the QVIs system to the case of the competition between two electricity retailers. We show how our model reproduces the qualitative behaviour of electricity retail competition.



Data Science, Actuarial Science and Stochastic Control

Mohamed Mnif is Professor of Applied Mathematics at National Engineering School of Tunis (ENIT), and is affiliated with Laboratory of Mathematical and Numerical Modeling in Engineering Sciences. He received his doctorate from University Paris Diderot. His research interests center on Financial Mathematics, energy markets and exhaustible resources, computational methods, portfolio optimization, stochastic control problems, and stochastic differential games. He is the current Head of Industrial Engineering Department of ENIT and the Director of the master's degree in

---

---

## Problèmes inverses en électrophysiologie cardiaque

Moncef Mahjoub <sup>1</sup>

<sup>1</sup> University of Tunis El-Manar, National Engineering School of Tunis

---

**Abstract:** This conference is about computing the electrical activity in the heart. In order to do so, we will need mathematical models of how the electrical signals are generated in the heart. Also, the identification is considered to be among the main applications of inverse theory and its objective for a given physical system is to use data which is easily observable, to infer some of the geometric parameters which are not directly observable. This conference is particularly interested to

1. present some lipshitz stability results for a set of parameters to solve inverse problems in cardiac electrophysiology,
2. identify a set of parameters un ensemble de paramètres using a variational method based on the conjugate gradient method and the Tikhonov's regularization method to replace the original ill-posed problem with a well-posed problem.



Moncef Mahjoub is a Professor of Applied Mathematics at University of Tunis El-Manar, National Engineering School of Tunis. His research focuses on

---

---

## The multipatch logistic equation

Sari Tewfik <sup>1</sup>

<sup>1</sup> INRAE- Institut Agro Montpellier, France

---

**Abstract:** The study of the dynamics of a fragmented population is fundamental in theoretical ecology, with potentially very important applied aspects: what is the effect of migration on the general population dynamics? What are the consequences of fragmentation on the persistence or extinction of the population? When is a single large refuge better or worse than several small ones, known as the SLOSS (Single Large Or Several Small) debate. The theoretical paradigm that has been used to treat these questions is that of a single population fragmented into patches coupled by migration, and the sub-population in each patch follows a local logistic law. An important extension of this model is the so-called source-sink model, where the patches are of two types: the source patches, with logistic dynamics, and the sink patches, with exponential decay. The main problem is the number of source patches required for population persistence. The aim of the talk is to present recent results on these models.



Tewfik Sari is Research Director (DR1) at INRAE. His research focuses on the mathematical theory of the chemostat and the understanding of the mechanisms of coexistence of competing species on a single substrate. He also interested in the fragmentation of habitats and the SLOSS (Single Large or Several Small) debate. He is working to offer simple but realistic models that are complex enough to capture the essential dynamic characteristics of the processes under study but, on the other hand, simple enough to make it possible to make an analytical study of them without specifying the parameters.

## V. COMMUNICATIONS DES CHERCHEURS

### V.1. CARI

Ces articles sont consultables via l'archive HAL des actes du CARI  
2022 : <https://hal.inria.fr/CARI2022>



### A Hybrid Model of Tumor Growth Under Chemotherapy Medicine

Mohammed Benmir<sup>1</sup>, Salma Chabbar<sup>1</sup>, Rajae Aboulaich<sup>1</sup>, Nabil Ismaili<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mohammadia School of Engineering, LERMA, Avenue Ibn Sina B.P 765, Agdal Rabat, 10090,

<sup>2</sup>Mohammed VI University of Health Sciences, Anfa City: Bld Mohammed Taïeb Naciri, Commune Hay Hassani  
82403 Casablanca,

[med.benmir@gmail.com](mailto:med.benmir@gmail.com), [chabbarsalma@gmail.com](mailto:chabbarsalma@gmail.com), [aboulaich@emi.ac.ma](mailto:aboulaich@emi.ac.ma), [ismailinabil@yahoo.fr](mailto:ismailinabil@yahoo.fr)

**Abstract:** In this work we propose a hybrid model to simulate the evolution of a solid tumor. We consider a tumor under treatment and we use agent-based modeling to simulate cell behavior, while the diffusion of nutrients and drugs in the tumor environment is described using partial differential equations. The proposed model is implemented using NetLogo software, and the partial differential equations are solved using the finite difference method and implemented using Python. The tests carried out give encouraging results and show that the tumor cells decrease under the effect of the chemotherapy, and the size of the tumor decreases. This study offers an easy-to-use decision support tool for oncologists and clinicians. We are also interested in optimizing the dose of medication to be administered to the patient according to his physical data and this study is in progress.

**Keywords:** Hybrid tumor model, PDE model, Multi-agents simulation, Chemotherapy medicine.



### A high-order WENO scheme of a tumor growth model for treated small cell lung cancer

Ben Essid Atef<sup>1</sup>, Ben Abdejlil Slah Eddin<sup>1</sup>, Mani-Aouadi Saloua<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Sciences of Tunis

[atef.benessid@fst.utm.tn](mailto:atef.benessid@fst.utm.tn), [sbenabdejlil@yahoo.fr](mailto:sbenabdejlil@yahoo.fr), [saloua.mani@fst.utm.tn](mailto:saloua.mani@fst.utm.tn)

**Abstract:** In this work we develop high order finite volume weighted essentially non-oscillatory (WENO) scheme for solving a model of tumor growth, with treatment, for small cell lung cancer.

**Keywords:** Tumor growth, Finite volume schemes, WENO scheme, High order accuracy.



### A multi-seasonal model of the dynamics of the African maize stalk borer

Blériot Stéphane Tchienkou Tchiengang<sup>1</sup>, Israël Tankam Chedjou<sup>1</sup>, Jean Jules Tewa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université de Yaoundé 1

<sup>2</sup>Ecole Nationale Supérieur Polytechnique de Yaoundé

[bleriottchiengang@yahoo.fr](mailto:bleriottchiengang@yahoo.fr), [israeltankam@gmail.com](mailto:israeltankam@gmail.com), [tewajules@gmail.com](mailto:tewajules@gmail.com)

**Abstract:** In this paper, we build a simple, multi-seasonal mathematical model describing the dynamics of the maize stalk borer *Busseola fusca* (Lepidoptera: Noctuidae). We consider in this model the main harmful stages of the pests and the control methods used by farmers to reduce pest populations from one maize cropping season to another. Firstly, immature stages are controlled during the maize cropping season by applying pesticides to destroy the eggs and immature larvae present on the plant leaves. Secondly, crop residues harboring the larvae are burnt or buried in the soil after the harvest. The semi-discrete model obtained is studied and the basic reproduction number of the pests is computed. The numerical simulations carried out illustrate the theoretical results and also allow us to find the minimum quantity of larvae to be destroyed at the end of each maize cropping season to eradicate pest populations in the fields.

**Keywords:** *Multi-seasonal model, Semi-discrete model, Stability, Maize stalk borer, Pest management.*

---



## A secure online steganography scheme based on HTTP request sequences

Leonel Moyou Metcheka<sup>1</sup>, Stéphane Gael R Ekodeck<sup>1</sup>, René Ndoundam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Yaoundé I

[leonelmoyou@gmail.com](mailto:leonelmoyou@gmail.com), [ekodeckstephane@gmail.com](mailto:ekodeckstephane@gmail.com), [ndoundam@yahoo.com](mailto:ndoundam@yahoo.com)

**Abstract:** The interest of steganography is to find ways to leak confidential information without being detected. Several methods proposed in the literature implement strategies for secret embedding in one or more covert media with increased security performance, by enhancing alteration resistance. Nevertheless, these embedding strategies are vulnerable to detection with blind universal steganalysis. This paper sheds light on a new secure covert channel, perfectly driven by online web operations that do not leave fingerprints. The design features of this undetectable scheme are based on lightweight requests for secret encoding coupled to the cover media independence. Experiments on this new approach have shown remarkable security results compared to existing ones. The results are significant and present promising research contributions.

**Keywords:** *lightweight covert channel, undetectability, tagged URLs, HTTP request sequences.*

---



## An agent architecture embedding spatial reasoning for actors design in land use modelling

Severin Vianey Kakeu Tuekam<sup>1</sup>, Eric Fotsing<sup>2</sup>, Marcellin Nkenlifack<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Mathematics and Computer Science, University of Dschang

<sup>2</sup>Department of Computer Engineering, Fotsi Victor University Institute of Technology

[severinkakeu@gmail.com](mailto:severinkakeu@gmail.com), [efotsing@gmail.com](mailto:efotsing@gmail.com), [marcellin.nkenlifack@gmail.com](mailto:marcellin.nkenlifack@gmail.com)

**Abstract:** Cognitive abilities are studied in AI by observing real systems and developing entities called Agents that should interact with their virtual environments in an intelligent way to produce a multi-agent system. To model agents in land use simulations, modellers generally use BDI Architecture to endow easily agent with a behaviour corresponding to their observation. However, the spatial dimension leads by cognitive representation and reasoning on the environment of agent are not explicitly captured in this architecture. In an attempt to mimic spatial attributes, several agent-based simulation platforms try to integrate some GIS functionalities. Our assumption is that the formalization and integration of this environment in the core component of agent can also a good way to improve the efficiency of model. Spatial intelligence is a part of multiple intelligence of actors as human and allow



them to keep their space in mind. From this fact, it is necessary to integrate the spatial reasoning abilities from agent architecture. This paper demonstrates how to formalise and integrate the spatial knowledge and reasoning in BDI architecture using Region Connection Calculus theory and predicates. The architecture obtained allows to maintain a mapping between the mental of agent and the real environment observed.

**Keywords:** *Agent-based Modelling, Knowledge Representation, RCC Theory, Spatial Reasoning, Decision-Making, Land Use Modelling*

---



## Analysis of tumor growth model including a PDE-ODE coupling with a nonlocal boundary condition

Ben Abdejlil Slah Eddin<sup>1</sup>, Ben Essid Atef<sup>1</sup>, Mani-Aouadi Saloua<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of sciences of Tunis

[beabdejlilslaheddin@gmail.com](mailto:beabdejlilslaheddin@gmail.com), [atef.benessid@fst.utm.tn](mailto:atef.benessid@fst.utm.tn), [saloua.mani@fst.utm.tn](mailto:saloua.mani@fst.utm.tn)

---

**Abstract:** This paper deals with the analysis of a nonlinear model of tumor growth with treatment. The model consists of a system of equations that describe the evolution of the colony size distribution of the metastatic tumors and the number of cells present in a primary tumor. The former evolution is described by a linear transport equation and the latter by an ordinary differential equation of Gompertzian type. The two dynamics are coupled through a nonlocal boundary condition that takes into account the tumor colonization rate. The model takes into account the presence of treatments by chemo and radiotherapy. We prove an existence result, the main difficulty is to deal with the coupling and to take into account the discontinuities in time that come from the treatment terms.

**Keywords:** *Ordinary differential equations, Partial differential equations, Discontinuous data, Tumor growth.*

---



## Analysis of virus infection dynamics with delayed immune response

Fatima Boudchich<sup>1</sup>, Jaafar El Karkri<sup>1</sup>, Rajae Aboulaich<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory LERMA, Mohammadia School of Engineering, Mohammed V University of Rabat

[boudchichfatima@gmail.com](mailto:boudchichfatima@gmail.com), [elkarkri@emi.ac.ma](mailto:elkarkri@emi.ac.ma), [aboulaich@emi.ac.ma](mailto:aboulaich@emi.ac.ma)

---

**Abstract:** In this work, we study the qualitative behaviour of a virus infection dynamics model with delayed immune response described by a scalar delay differential equation. Using monotone dynamical systems theory, we give sufficient conditions of local and global stability of given equilibriums. For certain values of the model's parameters (notably the delay  $\tau$  and the expression of the immune system efficiency function  $f$ ) the equilibriums are asymptotically stable. We distinguish two particular regimes of the function  $f$  namely a nondecreasing function and a changing monotonicity one, and under particular conditions we get the global stability of the positive equilibrium. Then, real clinical data of a COVID-19 patient will be used to calibrate models parameters for two particular forms of  $f(u)$  and also for the case where  $f$  is only Lipschitz and not necessarily differentiable. Numerical simulations shall be exploited to forecast the immunological behaviour against the infection.

**Keywords:** *Modeling of immune response, Delay differential equations, Monotone dynamical systems, Exponential ordering, Global stability.*

---



## Coarse-grained multicomputer parallel algorithm using the four-splitting technique for the minimum cost parenthesizing problem

Jerry Lacmou Zeutou<sup>1</sup>, Vianney Kengne Tchendji<sup>1</sup>, Jean-Frédéric Myoupo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang, Cameroon

<sup>2</sup>University of Picardie Jules Verne, France

[jerrylacmou@gmail.com](mailto:jerrylacmou@gmail.com), [vianneykengne@yahoo.fr](mailto:vianneykengne@yahoo.fr), [jean-frederic.myoupo@u-picardie.fr](mailto:jean-frederic.myoupo@u-picardie.fr)

**Abstract:** Dynamic programming is a technique widely used to solve several combinatory optimization problems. A well-known example is the minimum cost parenthesizing problem (MPP), which is usually used to represent a class of non-serial polyadic dynamic-programming problems. These problems are characterized by a strong dependency between subproblems. This paper outlines a coarse-grained multicomputer parallel solution using the four-splitting technique to solve the MPP. It is a partitioning technique consisting of subdividing the dependency graph into subgraphs (or blocks) of variable size and splitting large-size blocks into four subblocks to avoid communication overhead caused by a similar partitioning technique in the literature. Our solution consists in evaluating a block by computing and communicating each subblock of this block to reduce the latency time of processors which accounts for most of the global communication time. It requires  $O(n^3/p)$  execution time with  $O(k \times \sqrt{p})$  communication rounds.  $n$  is the input data size,  $p$  is the number of processors, and  $k$  is the number of times the size of blocks is subdivided.

**Keywords:** coarse-grained multicomputer, dynamic programming, dynamic graph, irregular partitioning, four-splitting.



## Combining chaotic dynamical systems using the fuzzy logic XOR operator

Rezki Chemlal<sup>1</sup>, Hacene Gharout<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bejaia University

[rchemlal@gmail.com](mailto:rchemlal@gmail.com), [hacene.gharout@univ-bejaia.dz](mailto:hacene.gharout@univ-bejaia.dz)

**Abstract:** In this paper we explore whatever combining two chaotic dynamical systems using the fuzzy logic operator XOR can maintain or not the chaotic properties of the resulting dynamical system. This study is motivated by techniques used in applications to secure communications, images encryption and cryptography.

**Keywords:** Chaos, fuzzy logic, ergodic theory, full branch.



## Combining Scrum and Model Driven Architecture for the development of the EPICAM platform

Azanzi Jiomekong<sup>1</sup>, Hippolyte Michel Tapamo Kenfack<sup>1</sup>, Gaoussou Camara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université de Yaoundé 1

<sup>2</sup>Université Alioune Diop de Bambey - Sénégal

[jjofidelus@gmail.com](mailto:jjofidelus@gmail.com), [htapamo@hotmail.com](mailto:htapamo@hotmail.com), [gaoussoucarama@gmail.com](mailto:gaoussoucarama@gmail.com)

**Abstract:** The problem of failed software developed for epidemiological surveillance are often the result of an unsystematic transfer of business requirements to the implementation. However, empirical research shows on the one hand that, in certain conditions, Model Driven Architecture (MDA) are more

effective than code-centric approaches for the development and the maintenance of software. On the other hand, Agile Processes such as Scrum are more effective than Structured Processes when requirements are subject to frequent change. In this paper, we show how Scrum and MDA were used to develop EPICAM, a platform for epidemiological surveillance of Tuberculosis in Cameroon.

**Keywords:** EPICAM, Tuberculosis, Epidemiological surveillance, Scrum, Model, Driven Architecture.

---



## Contributions des entrées sur les sorties pour les réseaux métaboliques sur génomes entiers : performances et utilisation pour des études en nutrition humaine

Oumarou Abdou Arbi<sup>1</sup>, Anne Siegel<sup>2</sup>, Jérémie Bourdon<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Dan Dicko Dankoulodo de Maradi

<sup>2</sup>Université de Rennes

<sup>3</sup>Nantes Université

[oabdouarbi@gmail.com](mailto:oabdouarbi@gmail.com), [anne.siegel@irisa.fr](mailto:anne.siegel@irisa.fr), [Jeremie.Bourdon@univ-nantes.fr](mailto:Jeremie.Bourdon@univ-nantes.fr)

---

**Abstract:** Le réseau métabolique regroupe l'ensemble des réactions biochimiques qui peuvent se dérouler au sein d'un organisme, ainsi que les échanges de métabolites entre l'organisme et son milieu. Pour de nombreux organismes, le réseau métabolique de beaucoup d'organismes a été reconstruit, soit manuellement, soit de manière automatique, y compris à l'échelle du génome entier. Ces modèles sont stockés dans des bases de données biologiques de référence, la plupart du temps spécifiques d'une question biologique donnée. En complément, des régimes alimentaires peuvent être appliqués à ces réseaux pour modéliser le comportement des organismes, lorsqu'ils sont soumis à un régime spécifique. Dans ce travail, nous automatisons une approche qui permet pour chaque nutriment en entrée du réseau de déterminer les pourcentages qui se distribuent dans les différentes sorties lorsque l'organisme est contraint à évoluer dans un régime alimentaire. Nous nommons cette approche nAIO (normalized allocation of inputs on outputs). Nous appliquons ce calcul à l'ensemble des réseaux bactériens connus et issus d'études du microbiote intestinal et stocké dans la base de données de référence Virtual Metabolic Human. Le calcul des nAIO montre que les temps de calcul ne dépendent pas de la taille du réseau mais plutôt du régime alimentaire. Le calcul des nAIO montre également que pour certaines bactéries les nAIO sont indépendants des régimes alimentaires. Pour ces bactéries les nAIO peuvent être utilisés pour faire des prédictions qui se traduisent par une relation linéaire entre les entrées du système et ses sorties.

**Keywords:** Réseaux métaboliques, distribution de flux, régimes alimentaires.

---



## CovSegNet: An Automated COVID-19 lesion segmentation from CT scans using Deep Learning Techniques

Mbiethieu Cezar<sup>1</sup>, Tsopze Norbert<sup>1</sup>, Mephu-Nguifo Engelbert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Yaoundé I

<sup>2</sup>Clermont Auvergne University

[mbiethieucezar@gmail.com](mailto:mbiethieucezar@gmail.com), [tsopze.norbert@gmail.com](mailto:tsopze.norbert@gmail.com), [engelbert.mephu\\_nguifo@uca.fr](mailto:engelbert.mephu_nguifo@uca.fr)

---

**Abstract:** The coronavirus disease (COVID-19) pandemic has led to a devastating effect on the global public health. Computed Tomography (CT) is an effective tool in the screening of COVID-19. It is of great importance to rapidly and accurately segment COVID-19 from CT to help diagnostic and patient monitoring. In this paper, we propose a U-net based segmentation network using attention mechanism. As not all the features extracted from the encoders are useful for segmentation, we propose to incorporate an efficient attention mechanism, to an U-Net architecture to re-weight the feature

representation channel-wise to capture rich contextual relationships for better features representation while maintaining a better time complexity. In addition, a novel subsampling technique for CNN is introduced to significantly increase the amount of information kept by feature maps through subsampling layers and we finally use a focal Tversky loss to deal with small lesion segmentation. The experiment results, evaluated on a COVID-19 CT scans segmentation dataset where 3250 CT slices are available, demonstrate the proposed method can achieve an accurate and rapid segmentation on COVID-19 segmentation. The method takes only a fraction of second to segment a single CT slice.

**Keywords:** COVID-19, CT scans, Deep Learning, U-net, SubSampling, Attention mechanism.

---



## Dynamic mode decomposition with Control for Data-driven Modeling of Anaerobic Digestion Process

Benaissa Dekhici<sup>1</sup>, Boumediène Benyahia<sup>1</sup>, Brahim Cherki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Tlemcen

[b.benyahia.ut1@gmail.com](mailto:b.benyahia.ut1@gmail.com), [benaissa\\_dekhici@outlook.fr](mailto:benaissa_dekhici@outlook.fr), [b.cherki@gmail.com](mailto:b.cherki@gmail.com)

---

**Abstract:** This paper proposes a data-driven modeling approach for complex Anaerobic Digestion (AD) systems. This method is called Dynamic Mode Decomposition with Control (DMDc), which is an emerging equation-free technique for deducing global linear state-space input-output models with actuation for complex systems. DMDc is applied to a set of data generated from simulating the Ordinary Differential Equations (ODEs) of the Anaerobic Model 2 (AM2) using MATLAB. The simulation results demonstrate the prediction accuracy of the linear state-space model generated from the DMDc algorithm.

**Keywords:** Anaerobic digestion, DMD, DMDc, Modeling, System identification.

---



## Epidemic threshold: A new spectral and structural approach of prediction

Claude Kanyou<sup>1</sup>, Etienne Kouokam<sup>1</sup>, Yves Emvudu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Yaoundé I

[kanyouclaude@gmail.com](mailto:kanyouclaude@gmail.com), [kouokam@gmail.com](mailto:kouokam@gmail.com), [yemvudu@yahoo.fr](mailto:yemvudu@yahoo.fr)

---

**Abstract:** The epidemiological modelling and epidemic threshold analysis in the networks are widely used in the control and prediction of infectious disease spread. Therefore, the prediction of the epidemic threshold in networks is a challenge in epidemiology where the contact network structure fundamentally influences the dynamics of the spread. In this paper, we design and experiment a new general structural and spectral epidemic threshold approach of prediction that more captures the full network structure by using the number of nodes, the spectral radius, and the energy of graph. We drive the simulations overall on 31 different networks types and topologies. The simulations show similar results of the epidemic threshold values compared to the  $\text{MF}$ ,  $\text{HMF}$  and  $\text{QMF}$  widely used theoretical benchmarks approaches. With data analytic and data visualization technics, the results show that the new approach is similar to the earlier, further captures the full network structure, and is more accurate than the earlier approaches. The new approach offers a new general and spectral approach to analyse the spreading processes in a network. The results are both fundamental and practical interest in improving the control and prediction of spreading processes in networks. Particularly meaningful to decision-makers in public health.

**Keywords:** Epidemic threshold, Energy of graph, Eigenvalues, Network structures, Complex networks, Infectious disease.

---



## Design Techniques of Spatially Coupled Low-Density Parity-Check Codes: A Review and Tutorial on 5G New Radio

Abdoul-Hadi Konfé<sup>1</sup>, Pasteur Poda<sup>1</sup>, Raphaël Le Bidan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université Nazi BONI

<sup>2</sup>IMT Atlantique

[ahkonfe@gmail.com](mailto:ahkonfe@gmail.com), [pasteurpoda@yahoo.fr](mailto:pasteurpoda@yahoo.fr), [raphael.lebidan@imt-atlantique.fr](mailto:raphael.lebidan@imt-atlantique.fr)

**Abstract:** As active as the research on the different possible uses of 5G and B5G (beyond 5G) is, we have proposed herein a tutorial and survey study on the different spatial coupling techniques used in the design of protographs based spatially coupled Low-Density Parity Check (LDPC) codes. We have implemented them in the context of the 5G standard. Thus, starting from the base matrix of the 5G standard LDPC block code, we construct a spatially coupled base matrix based on the different state-of-the-art spatial coupling techniques. A spatially coupled parity check bit matrix is then obtained after an expansion operation based on one of the expansion factors supported by the standard. The obtained simulation results show a coding gain of up to 1.5 dB over the 5G standard block LDPC code. The results and their implications for both industry and research lead us to conclude that further investigation remains in the scope of the B5G.

**Keywords:** 5G NR, forward error correction, LDPC codes, SC-LDPC codes, tail-biting SC-LDPC codes, braided SC-LDPC codes, tail-biting braided SC-LDPC codes.



## DSL for parallelizing Machine Learning algorithms on multicore architecture

Nel Gerbault Nanvou Tsopgny<sup>1</sup>, Thomas Messi Nguélé<sup>1</sup>, Etienne Kouokam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Yaounde I

[gnelnanvou@gmail.com](mailto:gnelnanvou@gmail.com), [messinguelethomas@gmail.com](mailto:messinguelethomas@gmail.com), [etienne.kouokam@facsciences-uy1.cm](mailto:etienne.kouokam@facsciences-uy1.cm)

**Abstract:** Machine Learning algorithms must run on large amounts of data in order to produce powerful classification, regression, and clustering models. The larger the size of the data required to run these algorithms, the higher the execution time of these algorithms. Programmers of machine learning-related applications can take advantage of the rise of multi/many core architectures to reduce this long runtime. However, these programmers may find it difficult to write efficient parallel programs that run on these architectures because they used to implement these algorithms sequentially. It is therefore difficult to write low-level parallel code specific to the platform. Several DSLs have already been proposed in the context of parallelizing Machine Learning algorithms. But most of them are embedded in high level languages such as Python (case of Qjam) or Scala (case of OptiML). In order for such an (embedded) DSL to produce code with good performances (execution time and speedup), the host language must have intrinsic characteristics allowing to have them. In this paper, we propose FastML, a Domain Specific Language embedded in the C language. The idea of FastML is to offer to the programmer learning primitives (such as gradient descent) already parallelized according to the Map-Reduce model, that he will just have to call by specifying the parameters, depending on the Machine Learning algorithm he wants to implement. The first experiments carried out on a machine with 8 cores and 8GB of RAM show that FastML gives promising results in terms of speedup compared to the OptiML DSL and the Scikit-learn platform.

**Keywords:** Machine Learning (ML), Domain Specific Language (DSL), Parallelization.





## Existence of solutions for Solitons type equations: Derrick's Problem with twice p-laplacian

Abdelkader Dellal<sup>1</sup>, Abdelghani Ouahab<sup>2</sup>, Henderson Johnny<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Ahmed Ben Yahia El Wancharissi-Tissemsilt

<sup>2</sup>Laboratory of Mathematics, Univ Sidi Bel Abbes

<sup>3</sup>Baylor University

[adellal@yahoo.fr](mailto:adellal@yahoo.fr), [agh\\_ouahab@yahoo.fr](mailto:agh_ouahab@yahoo.fr), [Johnny\\_Henderson@baylor.edu](mailto:Johnny_Henderson@baylor.edu)

**Abstract:** In this paper we study a class of Lorentz invariant nonlinear field equations in several space dimensions. The fields are characterized by a topological invariant, which we call the charge. We prove the existence of a static solution which minimizes the energy among the configurations with nontrivial charge. In this spirit, a considerable amount of work has been done by V. Benci and collaborators and a model equation proposed in "Solitons in several space dimensions: Derrick's problem and infinitely many solutions", will be the topic of this paper. The main purpose is to obtain soliton-like solutions with twice p-Laplacian.

**Keywords:** Soliton, variational calculus, splitting lemma.



## Fractional dynamics of a transmission model of Zika disease

Abboubakar Hamadjam<sup>1</sup>, Kom Regonne Raissa<sup>2</sup>, Nyemb Ndjem Eone André Kevin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University Institute of the University of Ngaoundéré

<sup>2</sup>National School of Agro-industrial Sciences of the University of Ngaoundéré

[h.abboubakar@gmail.com](mailto:h.abboubakar@gmail.com), [rkregonne@yahoo.fr](mailto:rkregonne@yahoo.fr), [ak650283114@gmail.com](mailto:ak650283114@gmail.com)

**Abstract:** The goal of this work is to derive and study a ZIKA disease model using fractional derivatives in the Caputo sense. After formulating the model, we compute the basic reproduction number  $R_0$  and give rigorous proof of the existence of equilibrium points as well as stability analysis of these equilibrium points. Then, we study the existence and the uniqueness of the solutions of the fractional model using the Banach fixed point theory. Numerical simulations are performed to validate our analytical results, as well as to see the impact of varying the fractional parameter on the disease dynamics.

**Keywords:** ZIKA disease, Fractional model, Caputo derivative, Asymptotic stability, Numerical simulations.



## Fractional modeling of Leprosy disease transmission dynamics

Abboubakar Hamadjam<sup>1</sup>, Kom Regonne Raissa<sup>2</sup>, Fandio Ruben<sup>3</sup>, Ekobena Fouda Henri Paul<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University Institute of the University of Ngaoundéré

<sup>2</sup>National School of Agro-industrial Sciences of the University of Ngaoundéré

<sup>3</sup>The University of Yaoundé 1, Faculty of Science, Department of Physics, Laboratory of Bio-physics, P.O. Box 812

[h.abboubakar@gmail.com](mailto:h.abboubakar@gmail.com), [rkregonne@yahoo.fr](mailto:rkregonne@yahoo.fr), [rubinkitou@gmail.com](mailto:rubinkitou@gmail.com), [hekobena@gmail.com](mailto:hekobena@gmail.com)

**Abstract:** In this work, we propose and study a mathematical model for the leprosy transmission dynamics with both integer and fractional derivatives in the Caputo sense. After the model formulation, we compute the leprosy reproduction number  $R_0$  and prove the existence of two steady states named the Leprosy-free equilibrium and the leprosy-endemic equilibrium which exists and is unique if and only if  $R_0 > 1$ . Using the general theory of Lyapunov, we prove the global asymptotic stability of both

steady states, for both models. The existence and uniqueness of the solutions of the fractional model are proved using fixed point theory. We finally perform numerical simulations to validate our analytical results, as well as to evaluate the impact of varying the fractional-order parameter on the disease dynamics.

**Keywords:** *Leprosy disease, Fractional derivative, Caputo derivative, Asymptotic stability, Fixed point theory.*

---



## Foreign Direct Investment Inflow Modelling and Forecasting Case Study of Zimbabwe

Thomas Musora<sup>1</sup>, Zviiteyi Chazuka<sup>1</sup>, Florance Matarise<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Chinhoyi University of Technology*

<sup>2</sup>*University of Zimbabwe*

[thmosura@gmail.com](mailto:thmosura@gmail.com), [lchazuka@gmail.com](mailto:lchazuka@gmail.com), [matarise7@gmail.com](mailto:matarise7@gmail.com)

---

**Abstract:** By virtue of the stochastic nature of economic variables that exists today in any country, most nations are in a continuous attempt to increase their economic growth rates. Accurate Foreign direct investment (FDI) inflows forecasting is certainly an inexpensive way to meet the aforementioned goal since this leads to improved planning and more accurate National budget proposals. In particular, for Zimbabwe, successful FDI forecasting can be of much importance, since it is a growing economy, FDI plays a pivotal role in its economic growth and the importance of proper planning and realistic budgeting is closely linked to economic stability and peace in the country. Thus is of prime importance for the country to forecast its expected foreign direct investment accurately. One way of determining the expected FDI is to analyze the historical data using time series analysis techniques. Forecasts enable efficient planning and equip nations with information that is of prime importance in strategic decision-making. Through the study of literature, we discuss several popular forecasting techniques and through empirical research, we explore time series techniques, this paper investigates the application of the ARIMA model in forecasting FDI for Zimbabwe. The methodology is applied successfully to the FDI data of Zimbabwe. ARIMA (0, 1, 1) was concluded to be the most appropriate model. Model diagnostics were done and it was realized that no model assumption was violated. Fitted values were regressed against observed values and it was realized that a very strong linear relationship was evident with an R2 value of over 76% which is very plausible.

**Keywords:** *Foreign direct investment, Time Series, ARIMA Model, Diagnostics, R2 value.*

---



## Global Lipschitz stability of multiple space dependent ionic parameters for the MEA/hiPSC-CM assays

Hamza Ammar<sup>1</sup>, Moncef Mahjoub<sup>1</sup>, Nejib Zemzemi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Université de Tunis El Manar, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, ENIT-LAMSIN*

<sup>2</sup>*INRIA Bordeaux Sud-Ouest, Carmen project team. 200 Avenue de la vielle Tour 33405 Talence Cedex*

[hamza.ammar@enit.utm.tn](mailto:hamza.ammar@enit.utm.tn), [moncef.mahjoub@enit.utm.tn](mailto:moncef.mahjoub@enit.utm.tn), [nejib.zemzemi@inria.fr](mailto:nejib.zemzemi@inria.fr)

---

**Abstract:** In this paper, we consider an inverse problem of determining two space dependent ionic parameters of a strongly coupled parabolic-elliptic reaction-diffusion system arising in cardiac electrophysiology modeling when simulating drugs action with multi-electrode array/human induced pluripotent stem cells-cardiomyocytes (MEA/hiPSC-CM) assays. We use the bidomain model coupled to an ordinary differential equation (ODE) and we consider the classical phenomenological model in cardiac electrophysiology of FitzHugh-Nagumo to describe the ionic exchanges at the microscopic

level. Our main result is the uniqueness and a Lipschitz stability estimate for two ionic parameters ( $k$ ,  $\gamma$ ) of the model using sub-boundary observations over an interval of time. The key ingredients are a global Carleman-type estimates with a suitable observations acting on a part of the boundary.

**Keywords:** *Parameter identification, Inverse problem, Reaction-diffusion equations, Carleman estimate, Uniqueness, Stability result.*

---



## Globally unsolvability of fractional evolution equations with exponential nonlinearity

Achouak Bekkai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Larbi Tebessi University

[achouakbekkai@gmail.com](mailto:achouakbekkai@gmail.com)

**Abstract:** In this paper the Cauchy problem for a time-space fractional evolution equation and a system with a time nonlocal nonlinearity of exponential growth are considered. The results on existence and uniqueness of local mild solution and nonexistence of global weak solution are presented, and under some suitable conditions, an estimate of the life span of blowing-up solutions is established.

**Keywords:** *blow-up, fractional integrals and derivatives, local existence, life span.*

---



## Graphes de recommandation enrichis par des informations latentes issues de la factorisation matricielle

Léatitia Audrey Ntsamo Dongmo<sup>1</sup>, Armel Jacques Nzekon Nzeko'O<sup>1</sup>, Maurice Tchuenta<sup>1</sup>, Jean-François Mehaut<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Yaoundé 1

<sup>2</sup>Université de Grenoble Alpes

[audrey.ntsamo@facsciences-uy1.cm](mailto:audrey.ntsamo@facsciences-uy1.cm), [armel.nzekon@facsciences-uy1.cm](mailto:armel.nzekon@facsciences-uy1.cm), [maurice.tchuenta@gmail.com](mailto:maurice.tchuenta@gmail.com),  
[jean-francois.mehaut@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:jean-francois.mehaut@univ-grenoble-alpes.fr)

**Abstract:** Les systèmes de recommandation top-N sont importants car ils influencent quotidiennement les choix des utilisateurs des plateformes notamment celles de streaming et de commerce électronique. Les graphes de recommandation sont l'une des approches couramment utilisées pour le calcul des recommandations top-N, car ces derniers sont intuitifs et interprétables. Le principe est de construire un graphe à partir des données explicites des actions des utilisateurs sur les produits, puis d'y appliquer un algorithme de marche aléatoire comme le PageRank pour proposer des recommandations. Cependant, les données implicites qui ne sont pas directement perceptibles dans l'historique des actions des utilisateurs à l'exemple des données latentes résultantes de la factorisation matricielle ne sont pas exploitées dans les graphes de recommandation. En effet, à l'issue d'une factorisation matricielle les utilisateurs et les items sont représentés dans un nouvel espace défini par les facteurs latents, dans lequel un utilisateur et un item sont proches si l'item est du goût de l'utilisateur. Dans cet article, nous proposons d'exploiter les informations latentes résultantes de la factorisation matricielle pour enrichir les graphes de recommandation. Des expérimentations sont effectuées sur six jeux de données, en utilisant trois métriques d'évaluation des recommandations top-N : Précision, MAP et Hit-ratio. Nos résultats montrent que les graphes enrichis par les informations latentes sont meilleurs dans 97% des cas comparé au graphe initial. L'amélioration des performances peut aller jusqu'à 33% au moins, selon le jeu de données.

**Keywords:** *Graphe de recommandation, Factorisation matricielle, PageRank, Facteurs latents.*

---





## Identification of the spatial component in the source term of a space-time fractional diffusion equation

Mohamed Bensalah<sup>1</sup>, Maatoug Hassine<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Monastir

[bensalahh.mohamed@gmail.com](mailto:bensalahh.mohamed@gmail.com), [maatoug.hassine@enit.rnu.tn](mailto:maatoug.hassine@enit.rnu.tn)

**Abstract:** This paper is concerned with an inverse source problem for a space-time fractional diffusion equation. The aim is to reconstruct the spatial component in the source term from partially observed data. The considered ill-posed inverse source problem is formulated as a minimization one. The existence and the stability of the minimization system are discussed. An iterative process is developed for identifying the unknown source term. The efficiency and the accuracy of the algorithm are shown by several numerical experiments.

**Keywords:** *fractional derivative, inverse source problem, minimization problem, numerical reconstruction algorithm.*



## Improving the Projection-Based and Artifact-Centric Decentralized Execution of LSAWfP Models

Milliam Maxime Zekeng Ndadji<sup>1</sup>, Baudouin Nankeng Meli<sup>1</sup>, Maurice Tchoupe Tchendji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

[ndadjimaxime@yahoo.fr](mailto:ndadjimaxime@yahoo.fr), [melibaudouin@gmail.com](mailto:melibaudouin@gmail.com), [ttchoupe@yahoo.fr](mailto:ttchoupe@yahoo.fr)

**Abstract:** With the development of artifact-centric Business Process Management (BPM) models, the search for fully decentralized and less complex BPM techniques re-emerged in the last decade. In this context, the Language for the Specification of Administrative Workflow Processes (LSAWfP) and a fully decentralized execution model of its specifications have been proposed between 2019 and 2021. These new tools make it possible to specify business processes by means of a grammatical model and, to execute them in a decentralized mode via a protocol whose key algorithms (called projections) are intended to guarantee the confidential execution of certain tasks. In this paper, improvements to this execution model are proposed in order to overcome two previously formulated (disabling) assumptions. The resulting execution model allows the use of iterative routing in the specification of processes to be executed (increase of expressiveness); furthermore, performance of execution model's key algorithms are significantly improved while preserving properties of the original model as well as possible.

**Keywords:** *Decentralized BPM, LSAWfP, Projection, Grammars, Views.*



## INBaSA: An Improved Non-parametric background subtraction algorithm improving pixel segmentation

Lionel Landry Sop Deffo<sup>1</sup>, Elie Fute Tagne<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>University of Buea

<sup>2</sup>University of Dschang

[lsopdeffo@yahoo.com](mailto:lsopdeffo@yahoo.com), [eliefute@yahoo.fr](mailto:eliefute@yahoo.fr)

**Abstract:** Applications dealing with images have increased recently. These include video surveillance, pedestrians' detection and tracking, person identification, etc. All these operations need to be performed following a certain number of steps in which one of the most important is background subtraction used for motion detection. Despite improvements in proposed approaches, we still face demand for greater performances from users. In this line, ViBE algorithm has captured our attention through the original version and one of its improvement called EFF-ViBE. While the first suffers from two main drawbacks which are the apparition of a fictive object in movement called ghost phenomenon as well as poor quality of results in case of complex background. The second on the other hand while trying to solve those drawbacks introduce a great number of false positive and false negative and therefore affects the results. This paper presents an approach called INBaSA to tackle down the previous mentioned problems. We have introduced new factors such as the mean of temporal gradients, adaptive radius with offset value, change the pixel counting threshold and modified the segmentation process.

**Keywords:** Background model, Background subtraction, Mean of temporal gradients, Motion detection, Offset, Segmentation.

---



## Mathematical analysis of an interspecific density-dependent model with mutual inhibition and distinct removal rates

Tahani Mtar<sup>1</sup>, Radhouane Fekih-Salem<sup>1</sup>, Tewfik Sari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Tunis el Manar, National Engineering School of Tunis, LAMSIN

<sup>2</sup>UMR ITAP, Univ Montpellier, INRAE, Institut Agro Montpellier, France

[tahani.mtar@enit.utm.tn](mailto:tahani.mtar@enit.utm.tn), [radhouane.fekih-salem@enit.utm.tn](mailto:radhouane.fekih-salem@enit.utm.tn), [tewfik.sari@inrae.fr](mailto:tewfik.sari@inrae.fr)

---

**Abstract:** This paper deals with a complete analysis of a density-dependent model in a chemostat describing the competition of two species for a single nutrient with a mutual-inhibitory relationship. In the presence of species mortality and under general growth functions, we give a quite comprehensive analysis of the existence and local stability of all steady states of the three-dimensional system. The nullcline method permits us to show that if a positive steady state exists, then it is unique and unstable. In this case, the system exhibits a bi-stability where the behavior of the process depends on the initial condition. Our mathematical analysis proves that at most one species can survive which confirms the competitive exclusion principle. Comparing with the previous study of the inter and intraspecific model, we conclude that adding only interspecific competition in the classical chemostat model is not sufficient to show the coexistence of two species even considering mortality in the dynamics of two species.

**Keywords:** Chemostat, Coexistence, Competitive Exclusion Principle, Mortality, Mutual-inhibitory relationship.

---



## Mathematical Model of Anaerobic Digestion With Leachate Recirculation

Oumaima Laraj<sup>1</sup>, Noha El Khattabi<sup>1</sup>, Alain Rapaport<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Mathematical Analysis and Applications, Mohammed V University

<sup>2</sup>MISTEA Montpellier University, INRA, Montpellier SupAgro

[oumaima.laraj@um5r.ac.ma](mailto:oumaima.laraj@um5r.ac.ma), [n.elkhattabi@um5r.ac.ma](mailto:n.elkhattabi@um5r.ac.ma), [alain.rapaport@inra.fr](mailto:alain.rapaport@inra.fr)

---

**Abstract:** Landfilled biodegradable materials are subject to biological evolution called "Biodegradation" or "Digestion" under the action of aerobic bacteria and then anaerobic bacteria. In the absence of special provisions, the water flowing through the mass of waste produces leachate by

being charged with chemical or biological substances. Therefore, the mathematical modeling is of great interest for making decisions in the field of waste management since it makes possible to predict the behavior of the various complex systems underlying the management of waste. The analysis of the differential system considered in our work describes the process of anaerobic biodegradation with leachate reinjection, and allows us to predict the amount of biogas produced in the long term. The system admits an infinity of non hyperbolic equilibria but exhibits asymptotic convergence behavior. Thanks to this model, by performing simulations, we were able to highlight the influence of the reinjection of leachate on the production of biogas. This recirculation could be a part of the sustainable solutions adapted by recent technologies for the treatment of waste not only to optimize the total production of biogas, but also to obtain a good quality of the outgoing water that meets the discharge standards.

**Keywords:** Anaerobic digestion, mathematical modelling, biogas, leachate recirculation.

---



## Modélisation de la propagation de rumeur : Impact de la distribution des distances dans un réseau

David Jaures Fotsa Mbogne<sup>1</sup>, Bulcard Brandone Chiegang-Sape<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Ngaoundere

[david\\_jamesf@yahoo.fr](mailto:david_jamesf@yahoo.fr), [brandone.sape@gmail.com](mailto:brandone.sape@gmail.com)

---

**Abstract:** Le nombre de réseaux sociaux est en pleine croissance dans l'univers du numérique. En même temps qu'ils offrent de nombreuses opportunités, ils représentent également des risques en matière de désinformation et d'influence négative des comportements individuels. Bien que plusieurs études de propagation de rumeurs existent dans la littérature, nous n'en avons pas identifié qui étudie explicitement l'impact de la distribution des distances inter-sommets. Nous proposons un modèle compartimental IS2R pour lequel la force de propagation intègre la distribution des distances et la proportion des ignorants. L'activité des étouffeurs est également prise en compte. Une analyse qualitative du modèle révèle plusieurs invariants et une multi-stabilité. Une analyse de la sensibilité à la distribution des degrés montre que selon la configuration du réseau les facteurs influençant la force de propagation sont de niveaux variables. La distribution de degrés selon la loi des puissances semble limiter la propagation de rumeur pour un facteur de forme relativement élevé.

**Keywords:** Rumeur, Propagation, Réseau social, Sensibilité, Stabilité.

---



## Modélisation et estimation de la fiabilité dynamique d'un évacuateur de crues par réseaux de Petri stochastiques

Floris Kagho Donchi Khalil<sup>1</sup>, Guy-De-Patience Ftatsi Mbetmi<sup>1</sup>, David Jaurès Fotsa-Mbogne<sup>1</sup>, Bonaventure Djeumako<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Ngaoundéré

[donchi.khalil@gmail.com](mailto:donchi.khalil@gmail.com), [fimigype@gmail.com](mailto:fimigype@gmail.com), [mjd.fotsa@univ-ndere.cm](mailto:mjd.fotsa@univ-ndere.cm), [djeumakobona@yahoo.fr](mailto:djeumakobona@yahoo.fr)

---

**Abstract:** This study proposes a methodology to assess the probability of electrical spillway valve failure over time by implementing stochastic Petri nets. To do so, the fault tree for electrical spillway valve blockage found in the literature was used as a starting point. By applying the "logic gate-Petri net" equivalences to this fault tree, we were able to construct the stochastic Petri net with repair, modelling the different operating states of the valve. The different distribution laws relative to the basic events were assigned on each corresponding transition of the network, all this through the stochastic Petri net simulation software GRIF (Graphique Interactif pour la Fiabilité) developed by JP-

SIGNORET. The simulations carried out made it possible to estimate the evolution of the electrical reliability of a spillway over time.

**Keywords:** *Dynamic reliability, Spillway gate, Stochastic Petri networks.*

---



## Multimodal image registration based on geometric similarity term

Mohamed Lajili<sup>1</sup>, Anis Theljani<sup>2</sup>, Maher Moakher<sup>1</sup>, Badreddine Rjaibi<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>University of Tunis El Manar, Tunisia

<sup>2</sup>University of Liverpool, Liverpool, UK

[mohamed.lajili@enit.utm.tn](mailto:mohamed.lajili@enit.utm.tn), [thaljanianis@gmail.com](mailto:thaljanianis@gmail.com), [maher.moakher@enit.utm.tn](mailto:maher.moakher@enit.utm.tn), [badreddine.rjaibi@enit.utm.tn](mailto:badreddine.rjaibi@enit.utm.tn)

**Abstract:** In this work, we use the geometric information, such as edges and thin structures, to build a similarity measure for deformable registration models of multi-modality images. The idea is to extract a geometric information from the images and then use it to build a robust and efficient similarity term. In order to extract this information, we use the Blake-Zisserman's energy that is well suited for detecting discontinuities at different scales, i.e. of first and second order. In addition, we present a theoretical analysis of the proposed model. For the numerical solution of the model, we use a gradient descent method and iteratively solve corresponding the Euler-Lagrangian equation. We present some numerical results that demonstrate the efficiency of the proposed model.

**Keywords:** *Optimization, Edge maps, Multi-modal images, Regularizer, Fidelity measures.*

---



## Non-Recursive LSAWfP Models are Structured Workflows

Milliam Maxime Zekeng Ndadji<sup>1</sup>, Franck Bruno Tonle Numbo<sup>1</sup>, Maurice Tchoupe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

[ndadjimaxime@yahoo.fr](mailto:ndadjimaxime@yahoo.fr), [francktonlebruno@gmail.com](mailto:francktonlebruno@gmail.com), [ttchoupe@yahoo.fr](mailto:ttchoupe@yahoo.fr)

**Abstract:** Workflow languages play a key role in the discipline of Business Process Management (BPM): they allow business processes to be modelled in order to simplify their automatic management by means of BPM systems. Numerous workflow languages addressing various issues (expressiveness, formal analysis, etc.) have been proposed. In the last decade, some workflow languages based on context-free grammars (having then formal semantics) and offering new perspectives to process modelling, have emerged: LSAWfP (a Language for the Specification of Administrative Workflow Processes) is one of them. LSAWfP has many advantages over other existing languages, but it is its expressiveness (which has been very little addressed in previous works) that is studied in this paper. Indeed, the work in this paper aims to demonstrate that any non-recursive LSAWfP model is a structured workflow. Knowing that the majority of commercial BPM systems only implement structured workflows, the result of this study establishes that, although LSAWfP is still much more theoretical, it is a language with commercial potential.

**Keywords:** *Business Process Management, LSAWfP, Structured Workflow, Dyck Language, Serialization.*

---



## Optimal control for a COVID-19 problem through a SIR model

Amira Bouhali<sup>1</sup>, Walid Ben Aribi<sup>2</sup>, Slimane Ben Miled<sup>2</sup>, Amira Kebir<sup>1</sup>

<sup>1</sup>BIMS, Institut Pasteur de Tunis and ENIT, Université de Tunis El Mana

<sup>2</sup>BIMS, Institut Pasteur de Tunis

[amira.bouhali.2893@gmail.com](mailto:amira.bouhali.2893@gmail.com), [ben.aribi.walid89@gmail.com](mailto:ben.aribi.walid89@gmail.com), [slimane.benmiled@pasteur.rns.tn](mailto:slimane.benmiled@pasteur.rns.tn), [amira.kebir@pasteur.utm.tn](mailto:amira.kebir@pasteur.utm.tn)

**Abstract:** In this study, we present an epidemic controlled SIRD model of a totally vaccinated population with two types of control strategies: mask wear and screening. The aim of this study is to minimize the number of the Deceased keeping a minimal cost of mask advertising and screening. The model is proved to be well posed and to have an invariant region. Also, a study of the equilibria stability is effected using the basic reproduction number. As for the optimal control analysis, we study the existence of an optimal solution in two different cases: constant and variable mask wear. The characterization of the optimal control is carried out using Pontryagin's minimum principle in both cases. Numerical simulations are conducted for the constant mask wear case with different values of maximal screening for comparison. The findings of the optimal control analysis and numerical simulations both reveal that combining vaccination with the optimal pair of strategies contribute enormously in lowering the number of infected and dead individuals. Although zero infection is not achieved in the population, this study implies that carrying an optimal approach constitutes a major step in controlling the spread of the disease to the barest minimum.

**Keywords:** *Optimal control Structured models COVID 19 Basic reproduction number.*



## On a global stability of a two-step anaerobic digestion model

Thamer Hmidhi<sup>1</sup>, Radhouane Fekih-Salem<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Tunis el Manar, National Engineering School of Tunis, LAMSIN

[hmidhithamer@gmail.com](mailto:hmidhithamer@gmail.com), [radhouane.fekih-salem@enit.utm.tn](mailto:radhouane.fekih-salem@enit.utm.tn)

**Abstract:** In this work, we consider a two-step anaerobic digestion model where two microorganisms mutually cooperate by producing a substrate for the other's growth. The model is a four-dimensional system of ordinary differential equations. Since the system is conservative by considering the same dilution rates, we show that the fourth-order model can be reduced to a second-order model. Using the nullcline method, we show that the system can have up to four steady states for a general class of growth rates and we analytically determine the necessary and sufficient conditions for their existence according to the operating parameters. Using the method of the vector field, we determine the necessary and sufficient conditions of local and global asymptotic stability of all steady states of the reduced model. Using Thieme's result, we show that the global asymptotic behavior of the solutions of the reduced model is the same as that of the complete system. For specific growth rates of Monod type, the numerical simulations illustrate our mathematical analysis.

**Keywords:** *Anaerobic digestion, Chemostat, Global stability, Nullcline, Vector field.*



## On the existence of two solutions for a boundary value problem on the half-line

Ibrahim Soufi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Essa-alger

[soufimath@gmail.com](mailto:soufimath@gmail.com)

**Abstract:** we consider Dirichlet boundary value problem on a half line. Using critical point theory and Mountain Pass Theorem, we prove the existence of two nontrivial solutions.

**Keywords:** Dirichlet boundary value problem, half line, critical point, mountain pass.



## Optimal impulsive control of coffee berry borers in a berry age-structured epidemiological model

Yves Fotso Fotso<sup>1</sup>, Suzane Touzeau<sup>2</sup>, Berge Tsanou<sup>1</sup>, Frédéric Grognard<sup>3</sup>, Samuel Bowong<sup>4</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

<sup>2</sup>Inra

<sup>3</sup>Université Côte d'Azur

<sup>4</sup>University of Douala

[fotsofyves@yahoo.fr](mailto:fotsofyves@yahoo.fr), [suzanne.touzeau@inria.fr](mailto:suzanne.touzeau@inria.fr), [bergetsanou@gmail.com](mailto:bergetsanou@gmail.com),  
[Frederic.GROGNARD@univ-cotedazur.fr](mailto:Frederic.GROGNARD@univ-cotedazur.fr), [sbowong@gmail.com](mailto:sbowong@gmail.com)

**Abstract:** The coffee berry borer (CBB) *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) is the most important insect pest affecting coffee production worldwide and generating huge economic losses. As most of its life cycle occurs inside the coffee berry, its control is extremely difficult. To tackle this issue, we solve an optimal control problem based on a berry age-structured dynamical model that describes the infestation dynamics of coffee berries by CBB during a cropping season. This problem consists in applying a bio-pesticide at discrete times in order to maximise the economic profit of healthy coffee berries while minimising the CBB population for the next cropping season. We derive analytically the first-order necessary optimality conditions of the control problem. Numerical simulations are provided to illustrate the effectiveness of the optimal control strategy.

**Keywords:** *Hypothenemus hampei*, Plant-pest interactions, Impulsive control theory.



## Propriétés asymptotiques de l'estimateur robuste pour des données tronquées et censurées à variable dépendante

Yacine Chaïb<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mohamed Cherif Messaadia University, Souk Ahras, 41000, Algeria

[y.chaib@univ-soukahras.dz](mailto:y.chaib@univ-soukahras.dz)

**Abstract:** Dans ce papier, nous étudions un estimateur non paramétrique de la fonction régression robuste, lorsque la variable d'intérêt réelle est assujettie à une troncature à gauche et censure à droite. On établit la convergence uniforme presque sûre et la normalité asymptotique de l'estimateur du noyau de la fonction de robuste dans le cas mélange.



**Keywords:** *Estimateur non paramétrique, Fonction régression robuste, Convergence uniforme presque sure, Normalité asymptotique, Les données incomplètes.*

---



## QuickFill, QuickMixte} : approches par blocs pour la réduction du nombre de programmes en synthèse de programmes

Vanessa Laure Fokou<sup>1</sup>, Peggy Cellier<sup>2</sup>, Maurice Tchuenta<sup>1</sup>, Alexandre Termier<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Yaounde I

<sup>2</sup>University of Rennes I

[vanfokou@gmail.com](mailto:vanfokou@gmail.com), [peggy.cellier@irisa.fr](mailto:peggy.cellier@irisa.fr), [maurice.tchuenta@gmail.com](mailto:maurice.tchuenta@gmail.com), [alexandre.termier@irisa.fr](mailto:alexandre.termier@irisa.fr)

**Abstract:** Les tâches répétitives sont le plus souvent fastidieuses ; afin de faciliter leur exécution, les approches de synthèse de programmes ont été développées. Elles consistent à inférer automatiquement des programmes qui satisfont l'intention d'un utilisateur. L'approche la plus connue en synthèse de programmes est FlashFill intégrée au tableur Excel qui permet le traitement des chaînes de caractères. Dans FlashFill l'intention de l'utilisateur est représentée par des exemples i.e, des couples (entrée, sortie). FlashFill explore un très grand espace de programmes et peut donc nécessiter un temps d'exécution important et inférer beaucoup de programmes dont certains fonctionnent sur des exemples donnés mais ne capturent pas l'intention de l'utilisateur. Dans cet article, nous proposons deux approches QuickMixte et QuickFill basées sur les blocs qui visent à réduire l'espace de programmes à explorer par FlashFill en enrichissant les spécifications fournies par l'utilisateur. Ces approches demandent à l'utilisateur de fournir des associations entre les sous-parties de la sortie et de l'entrée pour affiner les spécifications. Les expérimentations menées sur une série de 12 jeux de données montrent que QuickMixte et QuickFill permettent de réduire considérablement l'espace de programmes de FlashFill. Nous montrons qu'avec ces approches, il est souvent possible de donner moins d'exemples qu'avec l'algorithme FlashFill original pour une plus grande proportion de programmes corrects.

**Keywords:** *Synthèse de programmes, programmation par l'exemple, manipulation des chaînes de caractères, tâches répétitives, approche par blocs.*

---



## Semantic segmentation of high-resolution aerial imagery using a fully convolutional network

Farida Bint Ahmad Nchare<sup>1</sup>, Hippolyte Michel Tapamo Kenfack<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Yaounde I

[faridanchare@gmail.com](mailto:faridanchare@gmail.com), [htapamo@gmail.com](mailto:htapamo@gmail.com)

**Abstract:** Semantic segmentation applied to aerial imagery allows the extraction of terrestrial objects such as roads, buildings and even vegetation. Having large, detailed datasets of navigable roads, is of paramount importance in several application fields; namely urban planning, automatic navigation, disaster management. To reach this goal, extracting all roads in a given territory area is the first step. This paper presents a modern method to semantically segment aerial images for a road network extraction. We employ an encoder-decoder architecture to approach the problem of disconnected road regions faced by some existing methods. Using an FCN approach, the localization information was combined to the semantic one, to enable the reconstruction of the road by the proposed model, while being consistent with following the spatial alignment. The method was implemented and evaluated on the public dataset Massassuchets Roads. Results appear to be in full agreement with the theoretical predictions and a significant improvement in road connectivity over some previous works; the proposed network achieved a precision of 87.86% and a recall of 87.89%.



## Shear shallow water modeling of sediments transport flows

Arno Roland Ngatcha Ndengna<sup>1</sup>, Boniface Nkonga<sup>2</sup>, Abdou Njifenjou<sup>1</sup>, Raphael Onguene<sup>3</sup>

<sup>1</sup>National Higher Polytechnic school of Douala, University of Douala, Cameroon

<sup>2</sup>Université Côte d'Azur Nice Sophia-Antipolis, France

<sup>3</sup>Laboratory of Technology and Applied Science, University of Douala, Cameroon

[arnongatcha@gmail.com](mailto:arnongatcha@gmail.com), [ziongra@yahoo.fr](mailto:ziongra@yahoo.fr), [boniface.nkonga@unice.fr](mailto:boniface.nkonga@unice.fr), [njifa2000@yahoo.fr](mailto:njifa2000@yahoo.fr)

---

**Abstract:** The classical shallow water model of sediment transport describes the hydro-morphodynamic process without horizontal velocity shear along the vertical. Nevertheless, for the coastal flows we are interested in, it seems important to take into account these shear effects. In this paper, we develop a new sediment transport model incorporating both the shear velocity along the vertical and the spatial variation of the mixing density. The starting point is the 2D equations for the evolution of mixing quantities and sediment volume rate. These equations describe the evolution of fluid mixing in a domain bounded by a dynamic water surface and water bed. Taking into account the kinematic conditions on the moving surfaces, we apply an average along the depth of the equations to obtain simplified equations. Contrary to the classical sediment transport model, the second order vertical fluctuations of the horizontal velocity are considered. Taking into account the kinematic conditions on the moving surfaces, we apply an average along the depth of the equations to obtain simplified equations. An evolution equation is formulated for this quantity involved in the dynamics of the mean velocities as well as those of the sediment volume fraction and the bed position. The resulting model has a wider range of validity and integrates the morphodynamic processes proposed in the literature. The proposed derivation is in the context of recent developments with the additional presence of sediment and a dynamic bed.

**Keywords:** Shear shallow water, Sediment transport, Morphological dynamic, Douala Coastal city.

---



## Structural network analysis: Correlation between centrality measures

Claude Kanyou<sup>1</sup>, Etienne Kouokam<sup>1</sup>, Yves Emvudu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Yaoundé I

[kanyouclaude@gmail.com](mailto:kanyouclaude@gmail.com), [kouokam@gmail.com](mailto:kouokam@gmail.com), [yemvudu@yahoo.fr](mailto:yemvudu@yahoo.fr)

---

**Abstract:** Centrality measures are important in network analysis and mining. The correlation structures between the centrality measures are subject of the structural network analysis to improve the understanding of the process in that network. The aim of this paper is to extract useful hidden structural information about the structural correlations between centrality measures study. With Data Science analysis and visualization technics, we propose a structural analysis and visualization of the Pearson correlation between centrality measures. Overall experimentations, the same results are shown in 40 social networks with different topologies. The results show the existence of a strong positive and structural correlation between degree and closeness centrality, degree and betweenness centrality, degree and eigenvector centrality. However, we observed a strong positive and non-structural correlation between eigenvector and betweenness centrality, betweenness and closeness centrality, closeness and eigenvector centrality. Furthermore, we suggest some structural implications of these centrality measures in a network. Finally, we identify influential nodes and their state of evolution that build an effective minimization policy for an infectious disease spread. With the strong positive and structural correlations observed, in large networks, high complexity centrality.



**Keywords:** Social Network Analysis, Structural correlation, Structural analysis, Centrality Measure, Network structures, Infectious disease spread.

---



## Rozenzweig-macArthur model with variable disappearance rate

Amina Hammoum<sup>1</sup>, Tewfik Sari<sup>2</sup>, Karim Yadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LSDA, Abou Bekr Belkaid University of Tlemcen, Algeria,

<sup>2</sup>ITAP, Univ Montpellier, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

[aminatlm11@gmail.com](mailto:aminatlm11@gmail.com), [tewfik.sari@inrae.fr](mailto:tewfik.sari@inrae.fr), [yadikdz@yahoo.fr](mailto:yadikdz@yahoo.fr)

---

**Abstract:** In this article, we consider the modified Rozenzweig-MacArthur model in which we take into account general variable disappearance rate of the predator, in addition to its natural constant death rate. The non-constant disappearance rate can have different interpretations according to the models, such as the intraspecific competition (for resources or territory) or migrations, or even the cannibalism. One of the remarkable properties is the possibility of having an attractive positive equilibrium on an ascending branch of the prey isocline. This never occurs for the classical Rozenzweig-MacArthur (RMA) model.

**Keywords:** Prey-Predator model, Rozenzweig-MacArthur model, Bazykin's model, Variable territory model, local stability analysis.

---



## Study of the convergence of stochastic compartmental models in epidemiology

Stefana Fandresena Tsilefa<sup>1</sup>, Angelo Raheiririna<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Fianarantsoa, BP 1264, Andrainjato, 301 Fianarantsoa, Madagascar

[tsilefastefana@gmail.com](mailto:tsilefastefana@gmail.com), [angelo.raheiririna@gmail.com](mailto:angelo.raheiririna@gmail.com)

---

**Abstract:** The use of compartmental models is well known in epidemiology. In this paper, we present a numerical method for the convergence analysis of stochastic extensions of these models. Considering three stochastic extensions of the SIR model such as the model with a pure-jump Markov chain, the model with Ito's integral, and the Poisson stochastic model; we studied the convergences of these models towards the basic deterministic model. Simulations highlight the differences in the speed of convergence of the three stochastic extensions considered. This technique constitutes a method for analyzing the strengths and limitations of stochastic compartmental models.

**Keywords:** Stochastic epidemic model, Pure jump Markov chain, Poisson process, Itô's integral.

---



## Thermography process and topological asymptotic formula for tumor detection

Maatoug Hassine<sup>1</sup>, Emna Ghezaiel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universite de Monastir Faculte des Sciences de Monastir

<sup>2</sup>Universite de Sousse, ESSTHS

[maatoug.hassine@enit.rnu.tn](mailto:maatoug.hassine@enit.rnu.tn), [ghezaiel.emna@gmail.com](mailto:ghezaiel.emna@gmail.com)

---

**Abstract:** This work is concerned with a geometric inverse problem related to the thermography concept. The aim is the identification of the shape, size and location of a small embedded tumor from measured temperature on the skin surface. The temperature distribution in the biological tissue is

governed by the Pennes model equation. Our proposed approach is based on the Kohn-Vogelius formulation and the topological sensitivity analysis method. The ill-posed geometric inverse problem is reformulated as a topology optimization one. The topological gradient is exploited for locating the zone containing the embedded tumor. The size and shape of the infected zone are approximated using the solution of a scalar parameter estimate problem. The efficiency and accuracy of the proposed approach are justified by some numerical simulations.

**Keywords:** *Bio-heat transfer, tumor reconstruction, topological sensitivity analysis, numerical simulation.*

---



## Towards to a Direct Speech to Speech for Endangered Languages in Africa

Diane Carole Tala Metalom<sup>1</sup>, Jean Louis Fendji Kedieng Ebongue<sup>1</sup>, Blaise Omer Yenke<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Ngaoundere

[talametalomdiane@gmail.com](mailto:talametalomdiane@gmail.com), [lfendji@yahoo.fr](mailto:lfendji@yahoo.fr), [byenke@yahoo.com](mailto:byenke@yahoo.com)

**Abstract:** Direct speech-to-speech translation has recently been introduced with the ability to perform a textless translation of a speech in a source language to a corresponding speech in the target language. This ability allows the development of automatic speech recognition systems for under-resourced languages and even non-written languages, since transcription is no longer necessary. Because of the number of such languages in the world and in Africa in particular, the design of such systems is essential to reduce the extinction rate of these languages. Unfortunately, current work claiming to design direct speech systems for unwritten languages still conducts experiments using well-resourced languages such as French, English and Spanish. In this work, we consider the particular case of sub-Saharan African languages, specifically Fulfulde, and identify the challenges faced in developing a direct speech-to-speech system for this language. We find that a main difficulty lies in the construction of a dataset. First, syntactic and morphological differences between French and Fulfulde have been identified. A method for constructing datasets for unwritten languages, usable in direct speech-to-speech translation models, is proposed. This construction method takes into account the difficulties and peculiarities of unwritten languages. Beyond the dataset, an approach to design a corresponding direct speech-to-speech translation system is proposed.

**Keywords:** *Direct Speech to Speech, Endangered Language, Speech Translation.*

---



## Un algorithme de complétions de données via la représentation intégrale de l'opérateur Stecklov-Poincaré

Chaima Abid<sup>1</sup>, Amel Ben Abda<sup>1</sup>, Riadh Ben Fatma<sup>1</sup>, Yosra Boukari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>École Nationale D'ingénieurs De Tunis

[chayma.abid@enit.utm.tn](mailto:chayma.abid@enit.utm.tn), [amel.benabda@enit.utm.tn](mailto:amel.benabda@enit.utm.tn), [riadhbenfatma@yahoo.fr](mailto:riadhbenfatma@yahoo.fr), [boukariyosra@yahoo.fr](mailto:boukariyosra@yahoo.fr)

**Abstract:** Dans ce travail, nous proposons un algorithme de complétion de données dans le cas de l'équation de Helmholtz. Plus précisément, notre objectif consiste à reconstruire les données manquantes sur une partie inaccessible du bord du domaine tout en connaissant les mesures des données de Cauchy sur la partie accessible. L'algorithme proposé est basé sur la représentation intégrale de l'opérateur de Stecklov-Poincaré, qui nous ramène à la fin à la résolution d'un système linéaire singulier. Pour remédier à ce caractère mal posé, l'algorithme GMRES est utilisé. La performance de l'algorithme est montrée à travers des tests numériques menés dans le cas 3D qui nous donnent une reconstruction avec une grande précision pour différents niveaux de bruits rajoutés.



## Une approche basée sur la méthode LRP pour l'explication des Réseaux de Neurones Convolutifs appliqués à la classification des textes

Jiechieu Kameni Florentin Flambeau<sup>1</sup>, Norbert Tsopze<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Yaoundé I

[jkflorex@gmail.com](mailto:jkflorex@gmail.com), [tsopze.norbert@gmail.com](mailto:tsopze.norbert@gmail.com)

---

**Abstract:** Jacovi et al. en 2018 ont proposé une méthode pour l'explication des Réseaux de Neurones Convolutifs conçus pour la classification des textes (Text-CNN). Le problème avec cette méthode est qu'elle ne s'applique que sur les Text-CNN qui n'ont pas de couche cachée dans la partie densément connectée. On se retrouvera donc limité en termes de performance si on veut utiliser cette méthode d'explication. Par ailleurs, la méthode LRP (Layer-wise Relevance Propagation) permet de calculer les contributions des réseaux de neurones avec un nombre quelconque de couches cachées, mais ne peut s'appliquer directement sur les Text-CNN car contrairement aux images où chaque pixel a un sens pris seul, chaque composante d'une représentation vectorielle (word embedding) d'un mot prise seule n'a pas de signification particulière. C'est ainsi que nous avons proposé d'étendre la méthode de Jacovi et al. en mettant à contribution la méthode LRP afin de pouvoir expliquer les Text-CNN dont la partie densément connectée est profonde (possède plusieurs couches). L'évaluation qualitative laisse percevoir que les explications fournies par le modèle sont cohérentes sur les problèmes de classification des textes comme le Question-Answering (QA) ainsi que l'analyse des sentiments. Par ailleurs, l'évaluation quantitative montre que les explications sont fidèles à 100% au modèle.

**Keywords:** Explicabilité, LRP, Classification des Textes, Text-CNN.

---



## Une variante de la méthode de Projection régularisée pour une classe d'équations intégrales de Fredholm de première espèce

Nadjib Boussetila<sup>1</sup>, Tahar Bechouat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université 8 Mai 1945 Guelma

<sup>2</sup>Université Mohamed-Chérif Messaadia Souk Ahras

[n.boussetila@gmail.com](mailto:n.boussetila@gmail.com), [t.bechouat@gmail.com](mailto:t.bechouat@gmail.com)

---

**Abstract:** Dans ce travail, on propose une procédure de régularisation et d'approximation numérique pour une classe d'équations intégrales de Fredholm de première espèce, basée sur la méthode LSQ projetée, où le sous-espace de projection est formé par les fonctions d'ondes sphéroïdales. Pour le paramètre de régularisation on adopte un choix a posteriori basé sur la méthode de Morozov cubique amortie. L'étude est justifiée par une analyse théorique détaillée (convergence, estimations d'erreur) ainsi qu'une série de tests numériques.

**Keywords:** Equations de Frédholm de première espèce, Méthode LSQ projetée, Méthode de Morozov cubique amortie, PSWFs.

---



## User Authentication Through Keystroke Dynamics Based on Ensemble Learning Approach

Marcellin Julius Antonio Nkenlifack<sup>1</sup>, Benoit Martin Azanguezet Quimatío<sup>1</sup>,  
Olive Flore Yatio Njike<sup>1</sup>

<sup>1</sup>URIFIA, University of Dschang

[marcellin.nkenlifack@gmail.com](mailto:marcellin.nkenlifack@gmail.com), [azanguezet@gmail.com](mailto:azanguezet@gmail.com), [yatioolive93@gmail.com](mailto:yatioolive93@gmail.com)

**Abstract:** Nowadays, we live in a ubiquitous networked world, with the ability to connect to network systems regardless of time and place, using various information technology devices. This increase in connectivity has raised concerns about the security of network systems in protecting users' personal information and private data. The password has been the most common solution for authentication of users to access a computer system. Although it is very simple to implement, it becomes vulnerable when a third party acquires it illegally. In order to increase the security during authentication, we propose a keystroke dynamic authentication based on a set of classifiers to make a validation of the user rather than a simple verification at the system entry.

**Keywords:** Keystroke dynamics, classifier, user authentication.



## Vectorization on class-oriented documents for job recommendation based on supervised machine learning models

Ghislain Wabo<sup>1</sup>, Armel Jacques Nzekon Nzeko'O<sup>2</sup>, Fritz Sosso Makembe<sup>1</sup>, Xaveria Youh Djam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Yaoundé I, Département d'Informatique, BP 812, Yaoundé, Cameroun

<sup>2</sup>Sorbonne Université, IRD, UMI 209 UMMISCO, F-93143, Bondy, France

[waboghislain68@gmail.com](mailto:waboghislain68@gmail.com), [armel.nzekon@facsciences-uy1.cm](mailto:armel.nzekon@facsciences-uy1.cm), [fritz-oswald.makembe@facsciences-uy1.cm](mailto:fritz-oswald.makembe@facsciences-uy1.cm),  
[xaviera.kimbi@facsciences-uy1.cm](mailto:xaviera.kimbi@facsciences-uy1.cm)

**Abstract:** Nowadays, job recommender systems are more useful in the fight against unemployment due to their strong presence in e-recruitment platforms that are becoming very popular. Most of the recommender systems based on machine learning that recommend jobs to profiles use a vector representation of job offers based on keywords. However, these keywords are results of vectorization which is applied on a collection of documents where each one is a job offer. In this case, each keyword discriminates one job offer from another, whereas it can be preferable that each keyword discriminates one class from another. In this paper, we propose to apply vectorization on a class-oriented document collection to get more useful keywords for job offer representation. In the case of job recommendation, each class-oriented document corresponds to a user profile. Experiments are done on two datasets (Nigam and Minajobs), using TF-IDF and Doc2Vec as vectorization techniques, Naive Bayes and Decision Trees as supervised machine learning models for top-N recommendation, and Precision, MRR and MAP as evaluation metrics. Our results show that, whatever the case, the best performance is always reached by a job recommender system resulting from our contribution. Compared to classic job recommender systems, the improvement rates can go up to 13% and 24% for systems based on Naive Bayes and go up to 55% and 46% for those based on Decision tree, respectively in the Nigam and Minajobs datasets.

**Keywords:** Job recommender systems, Machine learning, TF-IDF, Doc2Vec, class-oriented documents.

## V.2. IndabaX Cameroon



### A secure scheme to deal with the Man in the Middle Attack in Domain Name System

VUIDE PANGOP Frank Manuel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

[pangopfrank@gmail.com](mailto:pangopfrank@gmail.com)

**Abstract:** The Domain Name System (DNS) is one of the most important components of today's Internet. It is the standard naming convention between human-readable domain names and Internet Protocol (IP) addresses machine-routable Internet resources. DNS is widely used for domain names for IP addresses translation. Nowadays, from its role making its effectiveness, DNS servers are victim of several attacks. In our work, we intend to consider DNS manipulation, more precisely the Man in the Middle attack. A man-in-the-middle attack occurs when a person or attacker eavesdrops, intercepts, or manipulates communication between two entities to steal information. The Software Defined Network (SDN) offers a framework that separates the control plane and the data plane and allows to fight against this attack. To secure the network infrastructures in general and the DNS servers in particular, it will therefore be appreciated to develop a technique to fight the man-in-the-middle attack by considering the hypothesis that the DNS architecture can be secured using authentication. In the literature, several works based on the SDN architecture have been carried out; Unfortunately, these works have limitations that leave many challenges to overcome. To deal with that, we will propose an authentication between two entities wishing to communicate, collect the packets by switches for post-send analysis by the controller to determine attack messages, test and experiment our approach.

**Keywords:** Domain Name System, DNS manipulation, MITM.



### Adversarial Model of Defense Against Energy DoS Attacks

Ines Carole KOMBOU SIHOMNOU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

[komboucarole@gmail.com](mailto:komboucarole@gmail.com)

**Abstract:** Sensors have minimal resources and a relatively weak security system. Wireless sensor networks (WSNs) remain vulnerable to attacks such as aggressive DoS attacks, and these are attacks that aim to drain energy from sensors in the network. These attacks target a node or set of nodes and cause them to deplete their energy and become reluctant to collaborate within the network to conserve their energy. A defensive approach to stopping energy drain attacks is to implement a payment scheme applicable to each node for transmitting and processing each of their packets in proportion to their trust levels. Good defense does not necessarily lead to good cooperation in the network; another approach to stimulate cooperation is to reward the nodes that practice it. So, we start by forming groups of clusters to save energy. Then, we formalize a Bayesian game between the nodes of the network and the Anomaly-based IDS implemented on the cluster heads to detect the attacking character of a node. We characterize a payment model for transactions that fluctuate in the network to add penalties to nodes recognized as malicious and thus reduce their number of attacks. Finally, we implement a reward technique to encourage or stimulate cooperation between nodes in the network.



## Amélioration de la Classification des Diabétiques de Type II dans une Population par l'Augmentation des Attributs

MTOPI KAMSU Florian Chares<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

[mtopiflorian@gmail.com](mailto:mtopiflorian@gmail.com)

**Abstract:** Aujourd'hui, le diabète est l'une des maladies chroniques les plus courantes et, en raison de certaines complications, c'est l'une des maladies les plus mortelles au monde. La détection précoce du diabète est très importante pour son traitement rapide car elle peut permettre d'arrêter la progression de la maladie. La méthode ici proposée peut aider à prédire l'apparition du diabète dans le futur en transformant la tâche en problème de classification, notre modèle est principalement conçu en utilisant les algorithmes d'apprentissage automatique (Machine à vecteur de support, Random forêt et XGBoost). Dans notre recherche, nous avons ajusté un certain nombre de paramètres, qui ont permis d'obtenir un modèle de classification. Les algorithmes de classification ont été formés, testés et évalués à l'aide de nombreux paramètres. L'analyse de la précision qui correspond à la performance du modèle dans la mesure correcte du nombre de vrais positifs parmi toutes les prédictions positives faites, du recall pour mesurer les performances du modèle en termes de mesure correcte du nombre de vrais positifs parmi toutes les valeurs positives réelles et du F1 score qui correspond à une moyenne harmonique de précision et du rappel. Des tests révèlent que le classificateur XGboost est meilleur avec 89.60% de précision que les autres. Le résultat obtenu affirme que tous les modèles sont performants et ont une grande capacité à classer les différents états patients.

**Keywords :** apprentissage automatique, diabète, précision, problème de classification, recall.

---



## Cyber resilience measurement through logical attack graph analysis

Le Pere Aymar TCHIMWA BOUOM<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

[aymartchimwa@gmail.com](mailto:aymartchimwa@gmail.com)

**Abstract:** To improve resilience it is important to quantify or measure it. Measurement techniques usually base their measure on the critical functionality which is unfortunately not mission-centric. Also, methods of measurement over time cannot tackle the fact that a system may have different consecutive mission at different interval of time. This is why we propose here a method to measure the cyber resilience of any complex network by analyzing how the business process vary against different adversity effort. Both effort of the attacker and business process are obtained by leveraging vulnerability CVSS score of attack paths extracted from a generated attack graph. We finally obtain a numerical value for cyber resilience by calculating the area under the curve of business process against attacker effort. This will help designers to analyze which type of vulnerabilities leads to the worst resilience case thereby taking important decisions to improve cyber resilience.

**Keywords:** Cyber resilience, measurement, attack graph, CVSS score, business process, attacker effort.

---





## Data security in information technology system

KOUAM KAMDEM Igor Godefroy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

[igorkouam5@gmail.com](mailto:igorkouam5@gmail.com)

**Abstract:** Cybersecurity aims at protecting information systems against cyberattacks initiated by hackers. Numerous methods have been developed to combat these attacks, but they seem to be ineffective. In this paper, we propose a new model of deception at several levels in order to provide increased security in information systems. The multi-stage deception proposed considers any person who trying to access system as a basic intruder. The model algorithms allow to study profile and behavior of the user in order to classify him as dangerous, potentially dangerous or not dangerous. Nowadays, some research tries to use Natural Language Processing (NLP) in cyber deception to perform their system. Our goal is to propose an NLP model based on text generation to construct deception environment.

**keywords:** Information system, Cybersecurity, cyber deception, NLP, Text generation.



## Robust AE Multiagent Reinforcement Learning for IDS

ATEDJIO Fabrice Setephin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

[fabriceatedjio@gmail.com](mailto:fabriceatedjio@gmail.com)

**Abstract:** Machine learning systems suffer from vulnerabilities due to intrusion attacks caused by malicious people. These weaken machine learning models by using adversarial attacks. we propose a robust intrusion detection model based on deep reinforcement learning that performs well against attacks. The first part of the model uses the adversarial environment based on the Expected-SARSA algorithm to bring reliability to the model and the second part uses the Contractive AutoEncoder to increase the robustness of the system.

**Keywords:** Machine learning, Robust, Expected-SARSA, Contractive AutoEncoder.



## Secure Domain Specific Language (DSL) for parallelizing Machine Learning Algorithms on multi-core

NANVOU TSOPGNY NEL Gerbault<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Yaoundé I

[gerbault.nanvou@facsciences-uy1.cm](mailto:gerbault.nanvou@facsciences-uy1.cm)

**Abstract:** Machine Learning algorithms must run on large amounts of data in order to produce powerful classification, regression, and clustering models. The larger the size of the data required to run these algorithms, the higher the execution time of these algorithms. Programmers of machine learning-related applications can take advantage of the rise of multi/many core architectures to reduce this long runtime. However, these programmers may find it difficult to write efficient parallel programs that run on these architectures because they used to implement these algorithms sequentially. It is therefore difficult to write low-level parallel code specific to the platform. Several DSLs have already been proposed in the context of parallelizing Machine Learning algorithms. But most of them are embedded in high level languages such as Python (case of Qjam) or Scala (case of OptiML). In order for such an

(embedded) DSL to produce code with good performances (execution time and speedup), the host language must have intrinsic characteristics allowing to have them. In this paper, we propose FastML, a Domain Specific Language embedded in the C language. The idea of FastML is to offer to the programmer learning primitives (such as gradient descent) already parallelized according to the Map-Reduce model, that he will just have to call by specifying the parameters, depending on the Machine Learning algorithm he wants to implement. The first experiments carried out on a machine with 8 cores and 8GB of RAM show that FastML gives promising results in terms of speedup compared to the OptiML DSL and the Scikit-learn platform. For example, with kmeans, FastML produces 4x as speedup (with 7 cores) compared to 1x for Scikit-learn and 0.70x for OptiML.

**Keywords:** Machine Learning (ML); Domain Specific Language (DSL); Parallelization.

---



## Securing SDN-Based Virtual Network Against DDoS Attacks: Machine Learning Approach

NSULOUN FOTSE Yannis Steve<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Dschang

[stevefotse01@gmail.com](mailto:stevefotse01@gmail.com)

**Abstract:** Software-Defined Networking (SDN) is a new paradigm that decouples the network into three planes which are: a control plane containing one or more controllers; a data plane in charge of data transfer; and an application plane allowing to reprogram network functionalities. Although software-defined networking has advantages such as a network wide view through the controller, the process and communication capacity of the controller is overloaded when distributed denial-of-service (DDoS) attacks occur against the SDN controller. DDoS attacks generate massive requests to the controller causing it to crash and rendering the network offline and unusable. Several solution approaches based on artificial intelligence techniques have been proposed. These approaches use as detection support, a machine learning algorithm implemented in the controller to identify normal traffic from abnormal traffic. The main disadvantages of these methods are: increased controller load, inability to identify the type of orchestrated DDoS attacks, controller memory consumption, increased latency. To remedy these shortcomings, we propose a protocol named EMLAD (Efficient machine Learning Approach against DDoS attacks in SDN-based virtual networks) for single controller architecture. EMLAD detects attacks in an SDN network using a centralize machine learning algorithm and takes advantage of the filtering mechanism in the data plane to reduce the load of the controller. However, when it comes to large-scale network the controller can still be overloaded due to the massive number of attack requests received. To overcome this issue, we propose a second protocol named FedLAD (Federated learning Approach against DDoS attack in SDN-based virtual network) which makes innovative use of a distributed learning process called federated learning to offload some part of the detection process directly to other controllers, making our protocol scalable to large-scale networks. To the best of our knowledge, our work is one of the first solutions which use federated learning to detect DDoS attack in SDN-based virtual network. We evaluated the performance of our schemes using InSDN, CICDoS2019 and CICIDS2017 datasets and they showed an accuracy above 99% which is significantly higher compared to those of related works. Moreover, the validation of our EMLAD protocol in real time with the SDN environment shows that our protocol detects DDoS attacks with high accuracy and low resource consumption.

**Keywords:** Software Defined Network, Distributed Denial of Service, Virtual Network, Machine Learning, Federated Learning.

---

### V.3. Liste des activités du CIMPA

**Titre de l'école :** Vert numérique : biologie mathématique et écologie théorique

**Dates :** Du 24 Septembre au 03 Octobre 2022

**Lieu :** Hammamet-Tunisie

**Coordinatrice locale :** Nahla Abdellatif

**Coordinatrice extérieure :** Suzanne Touzeau

Nous avons proposé pendant cette école 9 cours, 6 séances d'application sous forme de TP/TD ainsi que 3 conférences et un workshop (cours et atelier d'application), décrits ci-dessous :

#### **Cours 1, 2, 3,4**

Titre : Relations ressources-consommateurs. Du modèle du chémostat aux modèles d'épidémiologie

#### **Cours 1**

Titre : Relations ressources-consommateurs : Contexte et problématique

NOM et Prénom : HARMAND Jérôme (INRAE, Univ Montpellier, France).

#### **Cours 2**

Titre : Commensalisme et syntrophie

NOM et Prénom : SARI Tewfik (INRAE, Univ Montpellier, France).

#### **Cours 3**

Titre : Sur-rendement dans le chémostat à l'aide de commande périodique

NOM et Prénom : RAPAPORT Alain (INRAE, Univ Montpellier, France)

#### **Cours 4**

Titre : Les modèles du chémostat considérés du point de vue épidémiologique

NOM et Prénom : LOBRY Claude (Université de Nice, France)

#### **Cours 5**

Titre : Oscillations on ordinary differential equations of mixed type

NOM et Prénom : PINELAS Sandra (Departamento de Ciências Exatas e Engenharia, Academia Militar, Portugal)

#### **Cours 6**

Titre : Etude mathématique et numérique de quelques modèles biologiques du Chémostat. Modèles de la digestion anaérobie.

NOM et Prénom : ABDELLATIF Nahla (ENSI-Université de Manouba & LAMSIN-ENIT, Université de Tunis El Manar, Tunisie)

#### **Cours 7 :** Modélisation mathématique de la gestion des ressources naturelles.

Titre : Vers une gestion durable des pêcheries

NOM et Prénom : RAISSI Nadia (Université Mohammed V de Rabat, Maroc)

Titre : Valorisation énergétique des déchets ménagers

NOM et Prénom : EL KHATTABI Noha (Université Mohammed V de Rabat, Maroc)

Titre : Mathematical modeling of renewable resource management

NOM et Prénom : SERHANI Mustapha (Université Moulay Ismail, Meknes, Maroc)

#### **Cours 8**

Titre: Mathematical and statistical methods for dynamic models in agriculture

NOM et Prénom: SELMANE Schehrazad (University of Sciences and Technology Houari Boumediene, Algérie).

## **Cours 9**

Titre : Modélisation mathématique pour la gestion durable des agroécosystèmes

NOM et Prénom : TOUZEAU Suzanne (Institut Sophia Agrobiotec, INRAE, Université Côte d'Azur, CNRS & Inria Sophia Antipolis Méditerranée, France).

### **Séances d'exercices ou de travaux pratiques**

#### **TP 1 et 2:**

Titre : Modélisation de processus biologiques utilisant l'identification des paramètres à partir des données réelles

NOM et Prénom : FEKIH-SALEM Radhouane (ISIMa, Université de Monastir, & LAMSIN-ENIT, Université de Tunis El Manar, Tunisie)

#### **TP 3 et 4 :**

Titre : Etude numérique de quelques modèles biologiques du chémostat

NOM et Prénom : FEKIH-SALEM Radhouane (ISIMa, Université de Monastir, & LAMSIN-ENIT, Univ. Tunis El Manar, Tunisie)

#### **TP 5:**

Titre : Computer simulations with R Package ZeBook.

NOM et Prénom : SELMANE Schehrazad (University of Sciences and Technology Houari Boumediene, Algérie).

#### **TD 6 :**

Titre : Modélisation mathématique pour la gestion durable des agroécosystèmes.

NOM et Prénom : TOUZEAU Suzanne (Institut Sophia Agrobiotec, INRAE, Université Côte d'Azur, CNRS & Inria Sophia Antipolis Méditerranée, France).

### **Conférences :**

#### **Conf 1 et 2 :**

Titre : Optimizing bacterial resource allocation: metabolite production in bioreactors

NOM et Prénom : GOUZE Jean-Luc, (INRIA, France).

#### **Conf 3 :**

Titre: Optimisation de la stratégie de fonctionnement du bioréacteur à membrane pour le traitement des eaux usées.

NOM et Prénom : ELLOUZE Fatma (INSAT, Université de Carthage & LAMSIN-ENIT, Univ. Tunis El Manar, Tunisie).

### **Workshop: Irrigation intelligente avec des eaux saumâtres dans un contexte d'aridité.**

#### **Cours 1 :**

Titre : Les écoulements en milieux poreux.

NOM et Prénom : BOUHLILA Rachida (LMHE, ENIT, Tunisie).

#### **Cours 2.**

Titre : Transport de solutés en milieux poreux.

NOM et Prénom : GUELLOUZ Lamia (LMHE, ENIT, Tunisie).

#### **Atelier d'application**

Titre : Le logiciel Hydrus 1D/2D

NOM et Prénom : Nessrine Zemni (LMHE, ENIT, Tunisie).