



HAL
open science

Foreword of Proceedings of CARI 2020

Bruce W. Watson, Eric Badouel, Oumar Niang

► **To cite this version:**

Bruce W. Watson, Eric Badouel, Oumar Niang. Foreword of Proceedings of CARI 2020. CARI 2020 - Colloque Africain sur la Recherche en Informatique et Mathématiques Appliquées, Oct 2020, Thiès, Senegal. pp.1-12. hal-02926115

HAL Id: hal-02926115

<https://inria.hal.science/hal-02926115>

Submitted on 31 Aug 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Proceedings of CARI 2020

Actes du CARI 2020

Thiès Polytechnic School, Senegal, October 2020



**African Conference on Research in Computer Science
and Applied Mathematics**

Lieu : Ecole Polytechnique de Thiès, Sénégal

Deux activités :

- Ecole de Recherche : Mathematics of Artificial Intelligence
and Application to Robotics and Big Data
- Conférence CARI'2020

Dates importantes :

Lancement Appel à communication :	Octobre 2019
Deadline soumission :	30 Janvier 2020
Notification d'acceptation :	15 Mai 2020
Version finale :	1 Juillet 2020
Date Ecole de Recherche :	du 09 au 13 Octobre 2020
La Conférence :	du 14 au 17 Octobre 2020

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

AVANT-PROPOS

Le CARI, Colloque Africain sur la Recherche en Informatique, fruit d'une coopération internationale rassemblant universités africaines, centres de recherche français et organismes internationaux, tient sa quinzième édition cette année au Sénégal. Organisé tous les deux ans en Afrique, ses précédentes éditions se sont tenues à Yaoundé en 1992, à Ouagadougou en 1994, à Libreville en 1996, à Dakar en 1998, à Antananarivo en 2000, à Yaoundé en 2002, à Hammamet en 2004, à Cotonou en 2006, à Rabat en 2008, à Yamoussoukro en 2010, à Alger en 2012, à Saint-Louis du Sénégal en 2014, à Tunis in 2016 et à Stellenbosch en Afrique du Sud en 2018.

Le colloque est co-organisé par 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), et l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). Cette quinzième édition s'est déroulée sous la coordination du professeur Oumar Niang de l'Ecole Polytechnique de Thiès. La crise sanitaire liée à l'épidémie de Coronavirus nous a contraint à nous orienter vers une organisation en ligne de la conférence. Ce défi a pu être relevé grâce à la précieuse expertise de l'Université Virtuelle du Sénégal à qui nous adressons nos remerciements ainsi qu'à son Directeur le Professeur Moussa Lo.

Le CARI est devenu un lieu privilégié de rencontre et d'échanges de chercheurs et décideurs africains et internationaux de haut niveau dans les domaines de l'informatique et des mathématiques appliquées. Le programme scientifique, qui reflète la richesse et la diversité de la recherche menée sur le continent africain, met un accent particulier sur les travaux susceptibles de contribuer au développement technologique, à la connaissance de l'environnement et à la gestion des ressources naturelles. Le programme se décline en 36 communications scientifiques, sélectionnées parmi 92 articles soumis, et 5 conférences invitées présentées par des spécialistes de renommée internationale. La conférence a été précédée d'une école de recherche sur les Mathématiques de l'Intelligence Artificielle et leurs applications à la robotique et aux données massives.

Bien plus qu'un simple colloque, le CARI est un cadre dynamique de coopération, visant à rompre l'isolement et à renforcer la communauté scientifique africaine. Toute cette activité repose sur l'action forte et efficace de beaucoup d'acteurs. Nous remercions tous nos collègues qui ont marqué leur intérêt dans le CARI en y soumettant leurs travaux scientifiques, les relecteurs qui ont accepté d'évaluer ces contributions et les membres du Comité de programme qui ont opéré à la sélection des articles. L'ensemble des activités liées au CARI sont répertoriées sur le site officiel du CARI (<http://www.cari-info.org/>) maintenu par l'équipe du professeur Mokhtar Sellami de l'université d'Annaba. Laura Norcy, d'Inria, a apporté son soutien pour la coordination de cette manifestation. L'organisation du colloque a reposé sur le comité local d'organisation, mis en place par le professeur Oumar Niang.

Que les différentes institutions, qui, par leur engagement financier et par la participation de leurs membres, apportent leur soutien, soient également remerciées, et, bien sûr, toutes les institutions précédemment citées, qui soutiennent le CARI au fil de ses éditions.

Pour les organisateurs

Bruce Watson, Président du CARI

Eric Badouel, Secrétaire du Comité permanent du CARI

Oumar Niang, Organisateur du CARI 2020



FOREWORD

CARI, the African Conference on Research in Computer Science, outcome of an international cooperation involving African universities, French research institutes, and international organizations, introduces this year its fifteenth edition in Senegal. Organized every two years in Africa, its preceding editions were held in Yaoundé in 1992, Ouagadougou in 1994, Libreville in 1996, Dakar in 1998, Antananarivo in 2000, Yaoundé in 2002, Hammamet in 2004, Cotonou in 2006, Rabat in 2008, Yamoussoukro in 2010, Algiers in 2012, Saint-Louis du Senegal in 2014, Tunis in 2016, and Stellenbosch, South Africa in 2018.

The conference is organized by 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), and the Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). This fifteenth edition was entrusted to Thies Polytechnic School, under the coordination of Professor Oumar Niang. The health crisis linked to the Coronavirus epidemic forced us to move towards an online organization of the conference. This challenge was made possible thanks to the valuable expertise of the Virtual University of Senegal to whom we would like to express our thanks as well as to its Director, Professor Moussa Lo.

CARI has evolved into an internationally recognized event in Computer Science and Applied Mathematics. The scientific program, which reflects the richness and the diversity of the research undertaken on the African continent with a special emphasis on works related to the development of new technologies, knowledge in environmental sciences and to the management of natural resources, consists of 36 scientific contributions, selected from 92 submissions, together with 5 invited talks delivered by acknowledged specialists. It was preceded by a research school on “Mathematics of Artificial Intelligence and Application to Robotics and Big Data”.

More than a scientific gathering, CARI is also a dynamic environment for cooperation that brings together African researchers with the end result to break the gap of isolation. The successes of such an initiative rely on the contribution of many actors. We wish first to thank our colleagues who showed their interest in CARI by submitting a paper, the referees who accepted to evaluate these contributions, and the members of the Program Committee who managed the selection of papers. This process rested on CARI official site (<http://www.cari-info.org/>) maintained by the team of professor Mokhtar Sellami at the University of Annaba. Laura Norcy, from Inria, was involved in numerous activities for the coordination of the Event. The local organization has been handled by the local organization committee under the supervision of professor Oumar Niang.

Thanks also for all the institutions that support and provide funding for CARI conferences and related activities, and all the institutions involved in the organization of the conference.

For the organizing committee

Bruce Watson, Chairman of CARI

Eric Badouel, Secretary of CARI Permanent Committee

Oumar Niang, Chair of CARI 2018



In Memoriam of Lala Andriamampianina and Claude Tangha



The CARI has had the pain of losing two of its early companions recently. Lala Andriamampianina and Claude Tangha were two endearing personalities of our community. They will be greatly missed. Each in his own way worked hard for the development of computer science on the African continent.

This edition of CARI 2020 is dedicated to them.



Dans la nuit du dimanche au lundi 10 février, notre cher Lala (Lala ANDRIAMAMPIANINA) s'en est allé. Avec une grande discrétion comme toujours, en fait comme nous le connaissions au sein de la famille CARI (Conférence Africaine sur la Recherche en Informatique et mathématiques appliquées) qu'il avait rejoint dès le début en 1992.

Lala ANDRIAMAMPIANINA fut l'un des Enseignants-Chercheurs de l'Université d'Antananarivo ayant énormément donné de son temps et de son savoir, qu'il partagea avec les étudiants et les jeunes en général, à travers les réseaux sociaux dont il était un fervent utilisateur. Il a toujours œuvré comme insulaire à arrimer la grande île au continent frère qu'est l'Afrique pour rebondir ensuite au niveau international.

Un autre point fort à marquer à l'endroit de Monsieur Lala : l'Internet. On peut vraiment l'appeler Monsieur Internet à Madagascar. Il en fut le pionnier, dans le cadre d'un projet dit Leyland-M/car, puis dans la mise en place avec l'ex-ORSTOM (l'actuel IRD) du projet RIO, qui établit le premier lien numérique de Madagascar vers le monde et de fait l'ouverture du domaine « .mg ». Sans doute plus acharné que d'autres à communiquer son savoir, à penser à la jeunesse de Madagascar il a toujours œuvré pour elle et avec elle.

Le dernier point, et non des moindres, que je ne manquerai pas de souligner ici, c'est son implication dans notre cher CARI depuis son existence en 1992 jusqu'à l'organisation dudit Colloque à Antananarivo en l'an 2000, une première pour Madagascar et pour la première fois j'ai vu Lala ému lors de son discours en tenue officielle. Ainsi, il a pu concrétiser son désir de partage, de vouloir rassembler la jeunesse étudiante Malgache pour l'ouvrir aux sciences et aux savoirs du numérique. Une de ses grandes qualités, Lala a su faire cela sans se plaindre, et ce quel que soit l'environnement socio-politico-économique traversé par Madagascar.

Pour terminer, Lala nous a quittés oui, mais il a su mettre en place une équipe pour poursuivre son œuvre numérique. Cher Lala, ton nom était imprononçable pour nous, mais nous retiendrons à jamais ton prénom et au-delà ton engagement pour la recherche et l'enseignement.

Joël SOR



Je connais Claude depuis cette rencontre à l'IAI de Libreville, en 1988, où je siégeais au Conseil d'administration de L'IAI (Institut Africain d'Informatique), Claude Tangha était membre de la délégation camerounaise. Il avait entrepris une thèse visant à construire une plate-forme d'enseignement assisté par ordinateur, sous la responsabilité du Professeur Maurice Tchuenté et il cherchait un conseiller. J'avais accepté par principe de co-diriger cette thèse. Depuis lors de nombreux échanges ont eu lieu. Et j'ai découvert un chercheur passionné et un travailleur acharné et progressivement un grand ami.

Depuis, je suis revenu souvent à Yaoundé et nous avons beaucoup travaillé ensemble à l'enseignement, à sa thèse, qui a pu enfin être soutenue en 1992, puis à la direction de thèses de ses élèves.

Claude s'est toujours battu sur tous les fronts avec un courage et une ténacité exemplaires. Il a beaucoup donné pour sa famille, ses très nombreux élèves, ses collègues, son département Génie informatique à l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique (ENSP) de Yaoundé. Je n'oublie pas le soutien qu'il a toujours apporté pour les stages d'élèves -ingénieurs auprès des institutions et industries camerounaises. Il a été un artisan efficace et reconnu de la renommée de l'ENSP. Et plus tard, au lieu de rester en retraite, il a continué à se dévouer pour son Université d'Afrique Centrale. Et toujours il a été là pour ses amis.

Pour moi, Claude, c'est aussi le souvenir de bons moments passés avec nos familles, toujours marqués d'un sourire permanent, même dans l'adversité.

Nous perdons un grand homme, et pour moi un grand ami.

Jean-Claude DERNIAME

LISTE DES RELECTEURS – *LIST OF REFEREES*

Nahla ABDELLATIF
Soraya AIT CHELLOUCHE
Hugo ALATRISTA-SALAS
Pascal ANDRE
Pierre AUGER
Majdi AZAIEZ
Nabiha AZIZI
Eric BADOUEL
Kamel BARKAOUI
Nicolas BÉCHET
Hacene BELHADEF
Skander BELHAJ
Hen BEN AMEUR
El Hadi BENELHADJ
Slimane BEN MILED
Ibrahim BOUNHAS
Patrice BUCHE
Gaoussou CAMARA
François CHAROY
Loek CLEOPHAS
Laurent DEBREU
Belhassen DEHMAN
Jean-Christophe
DESCONNETS
Melhem EL HELOU
Nadjia EL SAADI
Yliès FALCONE
Radhouane FEKIH SALEM

Davide FREY
Abdoulaye GAMATIÉ
Nabil GMATI
Bamba GUEYE
Abdou GUERMOUCHE
Abderrahmane HABBAL
Yassine HADJADJ-AOUL
Makram HAMOUDA
Olivier HENARD
Mohamed Ali HAMZA
Mohamed Fahmi Ben
HASSEN
Jean-Claude HOCHON
Michel HURFIN
Roberto INTERDONATO
Mohamed JMAIEL
Eric KERGOSIEN
Mohamed Tarek KHADIR
Kolyang KOLYANG
Mohamed Tayeb LASKRI
Julia LAWALL
Philippe LEMOISSON
Christophe LETT
Moussa LO
Cédric LOPEZ
Stéphane MAAG
Mohamed MAJDOUB
Thomas MAUGEY

Rachid MCHICH
Ludovic ME
Paulin MELATAGIA YONTA
Etienne MEMIN
Ali MILI
Ali MOUSSAOUI
Tri NGUYEN-HUU
Boniface NKONGA
Rachid OUIFKI
Patrice QUINTON
Pedro Henrique PENNA
Clément PERNET
Nicolas RAFT
RAZAFINDRAKOTO
Mathieu ROCHE
Ounsa ROUDIES
Houari SAHRAOUI
Mokhtar SELLAMI
Rachid SENOUSI
Hassina SERIDI
Ehouarn SIMON
Yahya SLIMANI
Mouhamadou THIAM
Maurice TCHUENTÉ
Vanessa VARGAS
César VIHO
Nic VOLANSCHI
Hafed ZARZOUR

COMPUTER SCIENCE

Federation and Promotion of Heterogeneous Domains and Services

Abdramane Bah, University of Science and Technology of Bamako, Mali

Pascal André, Université de Nantes, France

Christian Attiogbé, Université de Nantes, France

Jacqueline Konaté, University of Science and Technology of Bamako, Mali

A publish/subscribe approach for implementing GAG's distributed collaborative business processes with high data availability

Maurice Tchoupé Tchendji, University of Dschang, Cameroon

Joskel Ngoufo Tagueu, University of Dschang, Cameroon

Vers le traitement et optimisation écologique des requêtes

Simon Pierre Dembele, LIAS/ISAE-ENSMA, France

Ladjel Bellatreche, LIA/ISAE-ENSMA, France

Carlos Ordonez, University of Houston, USA

Charging Stations placement in Drone Path planning for large space surveillance

Jean Louis Fendji Kedieng Ebongue, University of Ngaoundéré, Cameroon

Israel Bayaola Kolaigue, University of Ngaoundéré, Cameroon

Christopher Thron, University of Central Texas, USA

Anna Foester, University of Bremen, Germany

Parallel Hybridization for SAT : An efficient Combination of Search Space Splitting and Portfolio

Rodrigue Konan Tchinda, University of Dschang, Cameroon,

Clémentin Tayou Djamegni, University of Dschang, Cameroon

Algorithmes de sortie du Piège de la Zone Ennuyeuse en apprentissage par renforcement

Landry Steve Noulawe Tchamanbe, University of Yaoundé I, Cameroon

Paulin Melatagia Yonta, University of Yaoundé I, Cameroon

Approche Heuristique Multi Colonie Des Fourmis Pour La Résolution du Problème de Voyageur de Commerce

Mathurin Soh, University of Dschang, Cameroon

Baudoin Nguimeya Tsofack, University of Dschang, Cameroon

Clémentin Tayou Djamegni, University of Dschang, Cameroon

A novel node centrality metric based on common neighborhood in multidimensional networks

Félicité Gamgne Domgue, University of Yaoundé I, Cameroon

Norbert Tsopze, University of Yaoundé I, Cameroon

René Ndoundam, University of Yaoundé I, Cameroon

A CGM-Based Parallel Algorithm Using the Four-Russians Speedup for the 1-D Sequence Alignment Problem

Jerry Lacmou Zeutouo, University of Dschang, Cameroon

Grace Colette Tessa Masse, University of Dschang, Cameroon

Franklin Ingrid Kamga Youmbi, University of Dschang, Cameroon

Horizontally Elastic Edge-Finder For Cumulative Resource Constraint Revisited

Sévérine Fetgo Betmbe, University of Dschang, Cameroon

Clémentin Tayou Djamegni, University of Dschang, Cameroon

Application of LSTM architectures for next frame forecasting in Sentinel-1 images time series

Waytehad Rose Msokolai, University of Burgundy Franche-Comté, France

Wahabou Abdou, University of Burgundy Franche-Comté, France

Albert Dipanda, University of Burgundy France-Comté, France

Kolyang, University of Maroua, Cameroon

Comparative Study of the Performance of Elliptic Curve Cryptography Algorithms with Cryptography through RSA Algorithm

Nelson Josias Gbètoho Saho, Ecole Doctorale des Sciences de l'Ingénieur, Benin

Eugène C. Ezin, Institut de Formation et de Recherche en Informatique, Benin

A role-based collaborative process design on crowdsourcing systems

Rodrigue Aimé Djeumen Djatcha, University of Douala, Cameroon

Un nouvel algorithme d'extraction des motifs graduels appelé Sgrite

Clémentin Tayou Djamégni, University of Dschang, Cameroon

Laurent Cabrel Tabueu Fotso, University of Dschang, Cameroon

Edith Belise Kenmogne, University of Dschang, Cameroon

Résolution d'anaphores nominales avec les séparateurs à vastes marges sur les arbres syntaxiques

Dimedrik Vanil Feudjieu Donfack University of Yaoundé I

Paulin Melatagia Yonta, University of Yaoundé I

A Multi Resolution Algorithm for Real-Time Foreground Objects Detection based on Codebook

Ange Mikael Mousse, Université de Parakou, Benin

Bethel Atohoun, ESGIS, Benin

Packets delivery approach in a clustered Linear Sensor Network using a probabilistic capture model

Mamadou Petit Coulibaly, Université Assane Seck de Ziguinchor, Senegal

El Hadji Malik Ndoye, Université Assane Seck de Ziguinchor, Senegal

Ousmane Diallo, Université Assane Seck de Ziguinchor, Senegal

Bassirou Diène, Université Assane Seck de Ziguinchor, Senegal

An Efficient Algorithm to Discover Intra-Periodic Frequent Sequences

Edith Belise Kenmogne, University of Dschang, Cameroon

Clémentin Tayou Djamegni, University of Dschang, Cameroun

APPLIED MATHEMATICS

Recovering an elliptic coated inclusion by an energy gap tracking function

Belhassen Meftahi, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Tunisia

Naima Benmeghania, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Tunisia

A new approximation of the Height process of a CSBP

Ibrahima Drame, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal

Mathematical analysis of a two-stage anaerobic digestion model with production of hydrogen and methane

Nizar Mejri, ENSI Manouba University and LAMSI-ENIT, Tunisia

Nahla Abdellatif, ENSI Manouba University and LAMSI-ENIT, Tunisia

Yasmine Daoud, ENSI Manouba University and LAMSI-ENIT, Tunisia

Mathematical modelling and optimal control of banana blak sigatoka disease

Franklin Platini Agouanet, University of Yaoundé I, Cameroon

Jean Jules Tewa, ENSP, Université de Yaoundé I, Cameroon

Magloire Remy Etoua, ENSP, Université de Yaoundé I, Cameroon

A posteriori error estimation for the estimation of parameters in a porous media

Hend Ben Ameer, Université Tunis el Manar ENIT-LAMSIN, Tunisia

Nizar Kharrat, Université Tunis el Manar ENIT-LAMSIN, Tunisia

Mohamed Hedi Riahi, Esprit School of Engineering, Tunis, Tunisia

Second order topological expansion with respect to the insertion of small coated inclusion

Belhassen Meftahi, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, Tunisia

Determination of point-forces via extended boundary measurements using a game strategy approach

Marwa Ouni, Université de Tunis el Manar, ENIT-LAMSIN, Tunisia

Abderrahmane Habbal, Université Côte d'Azur, Inria, CNRS, LJAD, France

Moez Kallel, Université de Tunis el Manar, ENIT-LAMSIN, Tunisia

Un résultat d'existence et d'unicité du système couplé Purkinje-Myocarde

Khouloud Kordoghli, Faculté des Sciences de Tunis, Tunisia

Point source identification in time fractional diffusion equation

Ridha Mdimagh, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, LAMSIN, Tunisia

Imen Ben Saad, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, LAMSIN, Tunisia

Analysis of a mosquito life cycle model

Albert Guidzavai Kouchéré, University of Maroua, Cameroon

Abboubakar Hamadjam, University of Ngaoundéré, Cameroon

Damakoa Irepran, University of Ngaoundéré, Cameroon

Recovery of parameters of the coupled heart-torso model in cardiac electrophysiology

Abir Amri, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, LAMSIN, Tunisia

Discretization of an adaptive prediction model using a non-homogeneous meshing

Samuel Ismael Billong IV, ENSP, University of Yaoundé I, Cameroon

Georges-Edouard Kouamou, ENSP, University of Yaoundé I, Cameroon

Thomas Bouetou, ENSP, University of Yaoundé I, Cameroon

Identification of cracks in thermoelasticity

Hend Ben Ameer, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, LAMSIN & IPEST, Tunisia

Effects on competition induced by periodic fluctuations in environment

Mamadou Lamine Diagne, University of Thiès, Senegal

Tewfik Sari, INRAE, France

Effect of the mortality on a density-dependent model with a predator-prey relationship

Tahani Mtar, University of Tunis el Manar, ENIT-LAMSIN, Tunisia

Radhouane Fekih-Salem, University of Tunis el Manar, ENIT-LAMSIN, Tunisia

Tewfik Sari, ITAP, INRAE, France

Generalized Abs-Linear Learning by Mixed Binary Quadratic Optimization

Andreas Griewank, Humboldt University, Berlin, Germany

Angel Rojas, Yachay Tech. University, Ecuador

A minimalistic model of spatial structuration of humid savanna vegetation

Simon Rodrigue Tega II, University of Yaoundé I, Cameroon

Valaire Yatat, ENSP, University of Yaoundé I, Cameroon

Pierre Couteron, AMAP, IRD, Cirad, INRA, Université de Montpellier, France

Model order reduction using Dynamic Mode Decomposition : Application to the Anaerobic Digestion Model N.1 (ADM1)

Benaissa Dekhici, University of Tlemcen, Algeria

Boumediene Benyahia, University of Tlemcen, Algeria

Brahim Cherki, University of Tlemcen, Algeria

