

Projet d'École CIMPA 2022

*Ce document est à compléter avec votre éditeur de texte favori (ne pas changer la présentation et l'organisation du document). Le document final sera converti en un fichier pdf et envoyé, accompagné des CV des deux coordinateur/trices et d'une lettre d'appui de l'institution d'accueil, à app*cimpa.info (où * est à remplacer par @).*

Suivez les instructions données dans [CIMPA_CS_INSTR_fr.pdf](#) pour remplir ce document. Un exemple de projet rempli ([CIMPA_CS_APP_EX_fr.pdf](#)) est disponible sur le site web du CIMPA, n'hésitez pas à le consulter pour avoir une idée du document final attendu.

Pensez à contacter un·e des [responsables scientifiques](#) de votre zone pendant l'élaboration de votre candidature !

I. Information générale

Titre de l'école : Mathématiques en Analyse et Traitement du signal, des Images et des Données

Langue officielle de l'école : Français

Pays d'accueil : Sénégal

Nom et adresse de l'institution d'accueil (université ou équivalent) : Université de Thiès

Dates (option A) : 30/05/2022 – 10/06/2022

Dates (option B) : 06/06/2022 – 17/06/2022

II. Coordinateur/trices administratives et scientifiques

Coordinateur local

NOM : DIOP

Prénom : El Hadji Samba

Genre (M/F) : M

Institution et fonction : Université de Thiès, Chef du département de mathématiques

Pays : Sénégal

Adresse email : el-hadji.diop@univ-thies.sn

Coordinateur extérieur

NOM : ANGULO

Prénom : Jesus

Genre : H

Institution et fonction : MINES ParisTech – PSL Research University, Directeur de Recherche, Chef du Département de Mathématiques et Systèmes

Pays : France

Adresse email : jesus.angulo@mines-paristech.fr

III. Description du projet

Contenu scientifique

Le traitement du signal, des images ou des données en général connaît un essor fulgurant partout dans le monde, tant sur le plan de la recherche pure, que la recherche appliquée. Cela est principalement dû à la diversité des approches de modélisation, de plus en plus pointues et les interactions de plus en plus fortes entre les spécialités en mathématiques, notamment, l'analyse, les probabilités et statistiques, la géométrie, Ses domaines d'applications sont diverses et variées : santé, finances, agriculture, pêche, intelligence artificielle, L'objectif de cette école est de proposer des cours introductifs et avancés, pour les étudiants de niveau master, jeunes chercheurs et collègues enseignants-chercheurs intéressés et désireux de se réorienter vers cette thématique de recherche très féconde, afin de leur donner les bases nécessaires et leur présenter une vision globale de l'état d'avancement de la recherche dans ce domaine. Les thèmes des cours proposés seront autour des problèmes inverses, des approches bayésiennes, du transport optimal, de l'apprentissage, de la géométrie, de la morphologie mathématique et de l'optimisation. Huit cours seront proposés pour couvrir ses divers thèmes très riches, qui regroupent l'essentiel de ce qui se fait de même actuellement dans ce domaine. Au delà de la modélisation et des méthodes de résolutions analytiques, les aspects liés à la simulation numérique seront également abordés, sous forme de travaux pratiques, afin de mieux intégrer les aspects théoriques.

Institution d'accueil et contexte mathématique local

L'Université de Thiès est un établissement public d'enseignement supérieur créé en 2007, et a adopté, depuis sa création, le système pédagogique Licence-Master-Doctorat. Elle regroupe en son sein les établissements suivants :

- l'École Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA)
- l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) des Sciences Économiques et Sociales (SES)
- l'UFR des Sciences Et Technologies (UFR SET)
- l'UFR de la Santé (UFR Santé)
- l'UFR des Sciences de l'Ingénieur (UFR SI)
- l'Institut Universitaire Technologique (IUT),

regroupés en quatre pôles : un pôle agronomique (ENSA), un pôle scientifique et technique (UFR SET, UFR SI et IUT), un pôle économique et social (UFR SES) et un pôle des sciences de la sante (UFR Santé). L'UT dispose aussi d'une école doctorale, École Doctorale Développement Durable et Société (ED2DS) avec quatre mentions doctorales regroupant chacune plusieurs formations doctorales. En 2018-2019, l'UT comptait 70 programmes d'étude et de formation pour 135 enseignants-chercheurs titulaires, 392 enseignants-vacataires, 178 personnels administratifs techniques et de services, et 4350 étudiants. Le département de mathématiques fait partie de l'UFR SET, il compte 618 étudiants dont 451 hommes et 167 femmes, pour 5 enseignants-chercheurs permanents et 26 enseignants-vacataires. Deux (02) nouveaux enseignants-chercheurs viennent juste d'être recrutés pour accroître les capacités du département en recherche et en enseignement. Trois master sont proposés : le Master Mathématiques et Applications, avec des options en Analyse Numérique, Algèbre, Probabilités et Statistiques; le Master Mathématiques Enseignement et le Master Sciences des Données et Applications, option Statistiques & Économétrie.

Travail déjà réalisé en relation avec le projet et/ou accompagnant le projet

L'analyse et le traitement mathématique du signal, des images et des données reste encore méconnue au Sénégal et même en Afrique sub-saharienne en général, en témoigne la quasi-absence de reviewers africains dans les revues internationales et l'absence de rencontres (congrès /

workshops) nationales et internationales organisées en Afrique sub-saharienne. C'est un domaine qui est à cheval entre plusieurs disciplines, entre autres, les mathématiques pures et appliquées, la physique, l'informatique, l'électronique. Le développement des mathématiques continu de connaître un grand engouement au Sénégal et cela commence à porter ses fruits avec des projets de haute envergure comme SIMONS, et l'organisation de rencontres comme CIMPA (2016 à l'Université Cheikh Anta Diop, Dakar, 2017 et 2020 à l'Université Assane Seck, Ziguinchor (UASZ)), ou l'École Mathématique Africaine (2015 à Ziguinchor et 2017 à l'École Polytechnique de Thiès). L'analyse non linéaire et la géométrie ont été les principaux thèmes développés dans ces rencontres. Si on y ajoutait les modèles bayésiens et l'analyse numérique, on aurait alors presque tous les outils nécessaires pour apporter de l'originalité et de l'innovation, et faire une recherche pure et/ou appliquée de qualité dans le domaine du signal, des images et des données. Toutefois, il est primordial d'être bien être introduit dans un premier temps, puis d'avoir une bonne connaissance des problèmes ouverts et autres challenges. Il est clair que toutes ces expériences nous serviront sans aucun doute pour que cette École CIMPA impacte très positivement à moyen et long termes. Cette école s'inscrit donc dans une très bonne dynamique avec un travail déjà réalisé et/ou en cours de réalisation. En effet, on peut noter des cours de traitement d'images en niveau Master 2 donnés par Mame Diarra Fall (Université d'Orléans, France) en 2012, 2014, 2016 et 2017, un exposé sur les Problèmes inverses en Imagerie par Approches Bayésiennes en 2019 à AIMS (African Institute for Mathematical Sciences)-Sénégal. Également, on peut noter l'introduction, depuis 2016, de cours de traitement du signal et des images dans l'option Analyse Numérique du Master Mathématiques & Applications de l'Université de Thiès (UT), ainsi que les cours de traitement du signal et des images dispensés à l'École Polytechnique de Thiès (EPT). Cela a contribué modestement à une vulgarisation ce domaine avec la soutenance de cinq master 2 sur des sujets divers et variés. Également, une thèse est en cours, en co-direction avec le laboratoire d'Analyse Non-Linéaire, Géométrie et Applications de l'Université Cheikh Anta Diop (UCAD), sur le traitement géométrique des images, et qui va bien mettre en évidence l'apport indéniable de la géométrie (riemannienne et finslérienne en particulier) en analyse d'images. Les résultats préliminaires s'avèrent très intéressants et innovants, cette thèse apportera des contributions très utiles à la communauté du traitement des images. Le groupe de recherche Traitement Géométrique de l'Information (TGI) a d'ailleurs été initié pour organiser la recherche dans ce domaine entre l'UT et l'UCAD. Une autre thèse débutera en Octobre sur d'autres aspects géométriques et leurs applications en analyse et traitement d'images, et une autre est en cours de finalisation sur le transport optimal. Dans la même optique et pour renforcer le groupe en ressources humaines de qualité, l'Université de Thiès vient d'ailleurs de recruter deux nouveaux enseignants-chercheurs spécialisés respectivement en Analyse Fonctionnelle, et en Analyse Géométrique des Équations aux Dérivées Partielles. En sus de cela, on peut noter par ailleurs l'école EMA'2017 organisée à l'EPT dont une partie était dédiée au traitement du signal. Au niveau régional, cette école fera suite aux très rares occasions de réunir la communauté de traitement d'images en Afrique avec CIMPA'2021 (Essaouira, Maroc) où tous les cours sont dédiés aux images/données, on peut également noter CIMPA'2016 (Nouakchott, Mauritanie) et CIMPA'2021 (Fianarantsoa, Madagascar) avec seulement un cours dédié aux images/données.

Impact et suivi du projet

Cette école fait suite à trois écoles CIMPA déjà organisées au Sénégal:

- CIMPA'2016 – UCAD, Dakar : Analyse géométrique de formes optimales
- CIMPA'2017 – UASZ, Ziguinchor : Géométrie complexe et applications
- CIMPA'2020 – UASZ, Ziguinchor : Quelques aspects réels et effectifs de la géométrie algébrique,

et une école EMA :

- EMA'2017 – EPT, Thiès : Mathématiques pour la cryptographie post-quantique &

mathématiques pour le traitement du signal.

L'école CIMPA proposée est donc non seulement la première organisée à Thiès, mais comme soulignée un peu plus haut, elle va être l'une des rares rencontres organisée en Afrique sur le thème des mathématiques en analyse et traitement des signaux, images et données. Son impact est triple. En effet, sur le plan académique, elle permettra de mieux vulgariser ce domaine très riche tant sur le plan de la recherche pure qu'appliquée, et interdisciplinaire aussi, afin de mieux intéresser les étudiants, jeunes chercheurs et collègues enseignants-chercheurs, et créer une bonne dynamique de recherche. Les thèmes de l'école ont été bien choisis justement, car ils font l'objet de recherches très actives, mais surtout les thématiques du groupe de recherche TGI portent actuellement et à moyen et long termes sur les questions soulevées dans ces différents cours. En conséquence, avoir des spécialistes de renommées internationales pour chacun des cours proposés ne serait que plus que profitable et impacter positivement. Sur le plan institutionnel, ce sera aussi l'occasion de mettre en place des collaborations avec, entre autres, la mise en place de masters co-habilités et de doctorats en co-tutelle. Aussi, comme dit plus haut, les domaines d'applications sont très larges et variées, et touchent beaucoup de secteurs directement impliqués dans le développement du Sénégal, entre autres, l'agriculture, la santé, les énergies, les mines, l'environnement avec l'érosion côtière, les télécommunications. Thiès est une ville où l'agriculture est très présente avec l'ENSA et l'Institut Supérieur de Formation Agricole et Rurale (ISFAR) à travers le pôle agronomique de l'Université de Thiès. Le secteur minier joue aussi un rôle de taille avec les cimenteries, les mines de zircon et de phosphate en exploitation. Donc, sur le plan industriel, ce sera l'occasion de faire valoir toutes ces compétences en traitement de données en général, qui pourraient bien servir les secteurs de l'agriculture et des mines, et tant d'autres. En conséquence, cette école va aussi permettre de tisser un lien entre le monde académique et celui de l'entreprise.

Infrastructure

L'école se tiendra à l'Université de Thiès, plus précisément à l'UFR SET. Les intervenant.es seront hébergé.es au centre-ville dans de très bons hôtels à tarifs raisonnables. L'UT se trouve à 15 mn en voiture du centre-ville de Thiès, donc les intervenant.es seront à proximité de l'UT. Quant aux étudiants participant à l'école, ils seront sur les campus sociaux, soit à l'UT, soit dans les autres campus situés au centre-ville.

Participant.es attendu.es

Cette école est ouverte aux étudiants de niveau master, jeunes chercheurs (docteurs, doctorants) et enseignants-chercheurs désireux de ré-orienter leurs recherches dans le domaine du traitement et l'analyse des signaux, images et données. L'Université de Thiès a une position géographique privilégiée, car se situant dans un carrefour entre l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (40 mn de route en voiture), l'Université Alioune Diop de Bambey (1h de route) et l'Université Gaston Berger de Saint-Louis (1h45mn de route). De ce fait, plusieurs participant.es en provenance de ces différentes universités sont attendu.es, en plus de ceux de l'École Polytechnique de Thiès. Nous attendons aussi des participants en provenance de la sous-région, en particulier, de l'Université d'Abomey-Calavi (Bénin) et de l'Université Ngaoundéré (Cameroun).

IV. Comité scientifique

Membre 1

NOM : FALL

Prénom : Mame Diarra

Genre : F

Institution et fonction : Université d'Orléans, Maître de conférences

Pays : France
Rôle : Donnera un cours

Membre 2

NOM : DAOUDI
Prénom : Mohamed
Genre : H
Institution et fonction : Université de Lille, Professeur des universités
Pays : France
Rôle : Donnera un cours

Membre 3

NOM : TUMPACH
Prénom : Alice B.
Genre : F
Institution et fonction : Université de Lille, Maître de conférences
Pays : France
Rôle : Donnera un cours

Membre 4

NOM : DUVAL
Prénom : Vincent
Genre : H
Institution et fonction : INRIA Paris, Chercheur
Pays : France
Rôle : Donnera un cours

Membre 5

NOM : FADILI
Prénom : Jalal M.
Genre : H
Institution et fonction : GREYC, ENSICAEN, Professeur des universités
Pays : France
Rôle : Donnera un cours

Membre 6

NOM : MÉRIGOT
Prénom : Quentin
Genre : H
Institution et fonction : Université Paris-Sud, Professeur des universités
Pays : France
Rôle : Donnera un cours

Pourcentage total de femmes/hommes : 33,4 % et 66,6 %

V. Comité d'organisation

Membre 1

NOM : DIOP

Prénom : El Hadji

Genre : H

Institution : Université de Thiès

Pays : Sénégal

Rôle : Président du comité d'organisation

Membre 2

NOM : DIAGNE

Prénom : Mamadou Lamine

Genre : H

Institution : Université de Thiès

Pays : Sénégal

Rôle : Responsable du logement

Membre 3

NOM : THIAM

Prénom : El Hadji Abdoulaye

Genre : H

Institution : Université de Thiès

Pays : Sénégal

Rôle : Co-responsable de l'accueil et de la restauration

Membre 4

NOM : SALAME

Prénom : Khadime

Genre : H

Institution : Université de Thiès

Pays : Sénégal

Rôle : Co-responsable de l'accueil et de la restauration

Membre 5

NOM : NGOM

Prénom : Ndéye Fatou

Genre : F

Institution : École Polytechnique de Thiès

Pays : Sénégal

Rôle : Responsable du site web

Membre 6

NOM : DIOP
Prénom : Ndéye Fatou
Genre : F
Institution : Université de Thiès
Pays : Sénégal
Rôle : Responsable des affaires administratives

Pourcentage total de femmes/hommes : 33,4% et 66,6%.

VI. Programme scientifique

Cours introductifs et avancés

Cours 1

Titre : Traitement d'image et Vision par Ordinateur : Outils Fondamentaux et Applications

Niveau : Introductif

Durée : 4h (+4h TD/TP)

NOM de l'enseignant : NGOM

Prénom de l'enseignant : Ndéye Fatou

Genre de l'enseignant : F

Institution de l'enseignant et fonction : École Polytechnique de Thiès, Maître de conférences

Pays de l'enseignant: Sénégal

Résumé du cours : L'objectif de cours est de donner les bases théoriques et pratiques du traitement des images et de la vision par ordinateur. Les principales techniques seront abordées sur des exemples d'applications concrets avec des illustrations à l'aide d'outils logiciels (Python) pour le traitement des images et des vidéos.

A l'issue de ce cours l'étudiant aura acquis les notions de base sur le traitement des images et la vision par ordinateur. Il aura aussi cerné les fondamentaux du traitement des images numériques, la génération de scènes 3D, l'apprentissage automatique (et approfondie) avec des applications en reconnaissance de forme et suivi de mouvements.

Cours 2

Titre : Éclatement d'Opérateurs en Sciences des Données

Niveau : Avancé

Durée : 6h (+4h TP)

NOM de l'enseignant : FADILI

Prénom de l'enseignant : Jalal

Genre de l'enseignant : H

Institution de l'enseignant et fonction : GREYC, ENSICAEN, Professeur des universités

Pays de l'enseignant: France

Résumé du cours : Ce cours se veut une introduction aux méthodes d'éclatement très populaires et efficaces pour la résolution des problèmes d'optimisation structurés, qui sont à leur tour omniprésents en sciences des données (en particulier en traitement et analyse d'images).

Le cours couvrira aussi bien les aspects théoriques que pratiques sur des applications concrètes. Le

programme du cours sera réparti en trois séances de 2h de cours et deux séances de TP.

Cours 3

Titre : Statistique Bayésienne appliquée à l'Imagerie

Niveau : Introductif et avancé

Durée : 4h (+4h TD/TP)

NOM de l'enseignant : FALL

Prénom de l'enseignant : Mame Diarra

Genre de l'enseignant : F

Institution de l'enseignant et fonction : Université d'Orléans

Pays de l'enseignant: France

Résumé du cours : De nos jours, les images sont omniprésentes dans notre vie quotidienne. Dans ce cours, on s'intéressera particulièrement à l'imagerie médicale. Des méthodes statistiques peuvent être mises en oeuvre pour reconstruire et traiter ces images. Cependant les images, par exemple médicales, sont souvent bruitées et il est nécessaire d'adopter un traitement particulier afin de pouvoir extraire l'information pertinente. L'abord du problème dans un contexte bayésien permettant l'introduction d'une information a priori sur l'image est un cadre à privilégier. Nous nous intéressons dans ce cours à introduire la méthodologie et l'application de modèles statistiques bayésiens au traitement d'images à de jeunes chercheurs et étudiants en doctorat. Plus précisément, l'objectif de ce cours est de fournir d'abord une introduction à la statistique bayésienne, puis d'apprendre à modéliser et à traiter des images dans un cadre bayésien. Le cours sera accompagné de travaux pratiques afin d'illustrer et d'étayer les notions abordées.

Cours 4

Titre : Géométrie et Apprentissage pour l'Analyse des Données 3D Statiques et Dynamiques

Niveau : Avancé

Durée : 6h (+4h TD/TP)

NOM de l'enseignant : DAOUDI

Prénom de l'enseignant : Mohamed

Genre de l'enseignant : H

Institution de l'enseignant et fonction : Université de Lille, Professeur des universités

Pays de l'enseignant: France

Résumé du cours: Les développements technologiques récents concernant l'imagerie tridimensionnelle rendent possibles la création et le stockage de modèles tridimensionnels à grande échelle. C'est pourquoi, l'utilisation des modèles tridimensionnels se retrouve aujourd'hui dans de nombreuses applications telles que le patrimoine culturel, les simulations médicales, l'industrie mécanique, les jeux, la réalité virtuelle, et, de manière générale, tout ce qui touche au multimédia.

Ce cours a pour objectif de fournir aux jeunes chercheurs (doctorants, docteurs) et aux étudiants de niveau master une vision des outils mathématiques et algorithmiques d'analyse des données 3D statiques et dynamiques. En plus de cela, nous couvrirons certaines solutions récentes d'apprentissage profond pour les données 3D. Les applications ciblées seront dans le domaine de la compréhension du visage et du corps et du comportement humain dans des séquences vidéo.

Plus précisément, ces cours veilleront à :

- donner les fondements mathématiques nécessaires à l'analyse de formes 3D statique et dynamique;
- présenter les méthodes d'analyse de formes 3D (surfaces et squelettes);

- présenter les méthodes d'apprentissage profond et les méthodes génératives pour les données 3D.

Cours 5

Titre : Méthodes Variationnelles pour les Problèmes Inverses

Niveau : Avancé

Durée : 6h (+4h TD/TP)

NOM de l'enseignant : DUVAL

Prénom de l'enseignant : Vincent

Genre de l'enseignant : H

Institution de l'enseignant et fonction : INRIA Paris, Chercheur

Pays de l'enseignant : France

Résumé du cours : Acquérir un signal ou une image avec la meilleure qualité possible est un enjeu crucial dans de nombreux domaines (imagerie médicale, biologique ou astronomique...). Mais c'est en général un problème inverse mal posé, puisque la qualité de l'acquisition est limitée par la résolution des capteurs et le bruit de mesure, et que certaines modalités (ex: tomographie) fournissent des observations qui ne sont pas exploitables sans traitement computationnel.

Ce cours abordera l'utilisation des méthodes variationnelles pour résoudre les problèmes inverses. On étudiera la notion de problème mal posé à travers l'exemple des problèmes inverses linéaires. On verra la nécessité de régulariser le problème, et on étudiera les performances et les limites de la régularisation de Tikhonov avec la norme euclidienne.

Pour dépasser ce cadre, il convient d'introduire un a priori plus précis sur le type de signaux que l'on veut reconstruire, ce qui est lié à la question de trouver une bonne représentation. On montrera comment les idées liées à la parcimonie permettent de dépasser la régularisation euclidienne, à la fois en terme d'erreur mais également en terme de structure des signaux reconstruits.

Cours 6

Titre : Transport Optimal, Discrétisations et Algorithmes

Niveau : Avancé

Durée : 6h (+4h TD/TP)

NOM de l'enseignant : MÉRIGOT

Prénom de l'enseignant : Quentin

Genre de l'enseignant : H

Institution de l'enseignant et fonction : Université Paris-Sud, Professeur des universités

Pays de l'enseignant: France

Résumé du cours : Ce cours sera consacré au problème du transport optimal et plus précisément à ses aspects numériques et algorithmiques. Après une introduction au base du transport optimal, en insistant sur la dualité de Kantorovich et ses conséquences, on fera un panorama de quelques méthodes utilisées pour résoudre numériquement le problème: algorithmes d'enchère, l'algorithme de Sinkhorn-Knopp pour le cas discret; l'algorithme et les méthodes newtoniennes d'Oliker-Prussner pour le cas semi-discret. On discutera enfin quelques applications du transport optimal à la science des données -- géométrie sur l'espace des mesures, plongements de mesures, etc.

Le cours sera organisé en trois séances de 2h cours, qui couvriront:

1. dualité de Kantorovich,
2. algorithmes,
3. espace de Wasserstein, applications aux données

Deux séances de TP de 2h accompagneront les cours théoriques, et porteront sur:

1. les algorithmes d'enchère et de Sinkhorn-Knopp,
2. le semi-discret, applications.

Cours 7

Titre : Géométrie de Dimension Infinie Appliquée à l'Analyse des Formes

Niveau : Avancé

Durée : 6h (+4h TD)

NOM de l'enseignant : TUMPACH

Prénom de l'enseignant : Alice B.

Genre de l'enseignant : F

Institution de l'enseignant et fonction : Université de Lille, Maître de conférences

Pays de l'enseignant: France

Résumé du cours : Dans ce cours, les bases de la géométrie de dimension infinie appliquée à l'analyse et la reconnaissance de formes seront présentées. Nous introduisons la notion de variétés de formes (shape spaces), et de fibrés de formes paramétrées (preshape spaces). La présentation sera très visuelle et illustrée par l'exemple des courbes du plan. Ensuite nous introduisons la notion de section canonique de fibré dont l'utilité sera illustrée par l'exemple des courbes paramétrées par longueur d'arc et des courbes paramétrées proportionnellement à la courbure. Puis nous introduisons des métriques riemanniennes sur l'espace des formes et l'espace des formes paramétrées, ainsi que la notion de métrique quotient et métrique induite. Ce contexte riemannien permet de mesurer les différences entre formes et de faire des statistiques sur l'espace des formes. Si le temps le permet, la généralisation de ce cadre au cas des courbes à valeur dans un espace homogène sera présentée et illustrée par des applications en analyse de signaux et mouvements.

Cours 8

Titre: Morphologie Mathématique pour l'Analyse Géométrique de Fonctions sur des Espaces Métriques, Ultramétriques et Groupes

Niveau : Avancé

Durée : 10h

NOM de l'enseignant : ANGULO

Prénom de l'enseignant : Jesus

Genre de l'enseignant : H

Institution de l'enseignant et fonction : MINES ParisTech – PSL Research University, Directeur de Recherche, Chef du Département de Mathématiques et Systèmes

Pays de l'enseignant: France

Résumé du cours: La morphologie mathématique est une théorie non-linéaire du traitement des signaux et des images. Ses fondements mathématiques s'articulant premièrement, autour des opérateurs sur des treillis complets, ensuite, de l'analyse non-linéaire associée à des algèbres de type maxplus ou maxmin et, finalement, des semi-groupes solutions d'une famille d'équations en dérivés partielles. L'idée clé est l'interprétation géométrique aisée de l'effet des opérateurs morphologique sur des fonctions. Ainsi, la morphologie mathématique est très féconde en applications pour l'analyse et caractérisation des images numériques où la géométrie des objets joue un rôle significatif.

Le cours est organisé en 5 séances de 2h chacune, qui couvriront les fondements théoriques et la morphologie mathématique, son extension à des espaces qui correspondent au type de données qu'il faut traiter actuellement (données sur graphes, sur des surfaces ou sur des hiérarchies; données avec des propriétés intrinsèques d'invariance ou équi-variance à préserver) et des exemples

d'utilisation pour des applications:

- I. Fondements de la morphologie mathématique
 - i. Eléments algébriques de la morphologie mathématique et théorie du filtrage morphologique
 - ii. Point de vue de l'analyse: connections avec l'analyse idempotent et les EDP de Hamilton—Jacobi de premier ordre
- II. Semi-groupes morphologiques et analyse spectrale maxplus sur des espaces métriques et géodésiques
- III. Semi-groupes morphologiques et analyse spectrale maxmin sur des espaces ultramétriques
- IV. Opérateurs morphologiques sur des groupes
- V. Applications :
 - i. Régularisation Lipchitzienne et caractérisation des fonctions Hölderiennes sur des espaces métriques
 - ii. Interactions avec réseaux de neurones et l'apprentissage profond

Séances d'exercices ou de travaux pratiques

Des séances de TD et TP seront organisées par les différents intervenants, complétant les cours théoriques dispensés. TD_i et TP_i seront respectivement relatifs aux cours_i. Ces séances se tiendront les après-midi.

Pourcentage total de femmes/hommes dans les intervenant·es : 37.5% et 62.5%

VII. Enregistrement des cours et activités complémentaires

Enregistrement des cours (oui/non) : oui, les cours seront enregistrés par la Direction de la Communication, du Marketing et de l'Audiovisuel de l'Université de Thiès.

VIII. Emploi du temps prévu (à présenter sous forme de tableau)

• Semaine 1 :

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi
Cérémonie d'ouverture : 08h30-10h00	Cours 2 : 08h30-10h30	Cours 2 : 08h30-10h30	Cours 3 : 08h30-10h30	Cours 4 : 08h30-10h30	Cours 4 : 08h30-10h30
Pause-café : 10h30-10h45					
Cours 1 : 10h45-12h45	Cours 1 : 10h45-12h45	Cours 3 : 10h45-12h45	Cours 4 : 10h45-12h45	Cours 5 : 10h45-12h45	Cours 5 : 10h45-12h45
Pause-déjeuner : 12h45-14h00					
Cours 2 : 14h00-16h00	TD2/TP2: 14h00-16h00	TD2/TP2: 14h00-16h00	TD3/TP3: 14h00-16h00	TD3/TP3: 15h00-16h30	LIBRE

Pause-café : 16h00-16h15					
TD1/TP1: 16h15-18h15	TD1/TP1: 16h15-18h15	LIBRE	TD4/TP4: 16h15-18h15	TD4/TP4: 16h45-18h30	LIBRE

• **Semaine 2 :**

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Cours 5 : 08h30-10h30	Cours 6 : 08h30-10h30	Cours 7 : 08h30-10h30	Cours 8 : 08h30-10h30	Cours 7 : 08h30-10h30
Pause-café : 10h30-10h45				
Cours 6 : 10h45-12h45	Cours 7 : 10h45-12h45	Cours 8 : 10h45-12h45	Cours 6 : 10h45-12h45	Cours 8 : 10h45-12h45
Pause-déjeuner : 12h45-14h00				
TD5/TP5: 14h00-16h00	TD5/TP5: 14h00-16h00	TD7/TP7: 14h00-16h00	Cours 8 : 14h00-16h00	TD7/TP7: 15h00-17h00
Pause-café : 16h00-16h15				
TD6/TP6: 16h15-18h15	Cours 8 : 16h15-18h15	LIBRE	TD6/TP6: 16h15-18h15	Cérémonie de clôture

Les champs notés LIBRE sont réservés à la visite de la ville de Thiès et une excursion dans la réserve de Bandia ou le désert de Lompoul.

IX. Budget prévisionnel (dépenses)

Transport: 11000 €

- Transport des sept (07) membres du comité scientifique : 7000 €
- Transport de cinq (05) participants du continent africain : 3000 €
- Transport de dix (10) participants sénégalais hors de Thiès : 1000 €
- Transport par bus de l'hôtel au lieu de l'école : pris en charge par l'Université de Thiès

Hébergement : 10700 €

- Hébergement des intervenants : 5500 €
- Hébergement des quinze (15) participants (10 des universités sénégalaises hors Thiès + 05 venant d'Afrique) : 5200 €
- Hébergement des quinze (15) autres participants de Thiès: pris en charge par l'Université de Thiès.

Restauration: 10800 €

- Repas du midi pour environ 50 personnes (intervenant.es, participant.es, organisateurs locaux): 5800 €
- Repas du soir pour environ 30 personnes (intervenant.es, participant.es et organisateurs

- locaux): 3000 €
- Pauses-café: 2000 €

Logistique: 1000 € Cérémonie d'ouverture, affiches, badges, pochettes pour les participant·es, secrétariat.

Autres : 1000 € excursion

Total dépenses: 34500 €

X. Financement (recettes)

Financement demandé au CIMPA: 11000 €

Financements locaux : 15000€

- UFR SET UT: 3000 €
- Rectorat UT: 6000 €
- Université Alioune Diop de Bambey: 1000 €
- Fondation Sonatel: 2000 €
- Groupe Dangote: 2000 €
- LONASE : 1000 €

Financements internationaux : 3000 €

- African Institute of Mathematical Sciences - Senegal: 1000 €
- International Mathematical Union: 1000 € (espéré)
- Agence Universitaire de la Francophonie: 1000 € (espéré)

Coûts couverts par les intervenant·es: 6000 € (les intervenant·es financeront leurs frais de voyage via leurs institutions).

Total recettes: 35000 €

XI. Soutien et implication des institutions locales

L'Université de Thiès et l'UFR SET prendront à charge les aspects liés à la logistique pour le bon déroulement de l'école, en particulier, les salles de cours, la connexion internet, le bus pour transporter les intervenants de leur hôtel au lieu de l'école.

XII. Remarques et commentaires additionnels

Néant.



Republique du Sénégal
Un Peuple - Un But - Une Foi

Ministère de l'Enseignement Supérieur
de la Recherche et de l'Innovation

UNIVERSITE DE THIES
RECTORAT



00000000N° 5...177/UT/RECT/SG/cd

Thiès le1.6...SEPT...2020

Le Recteur,

Objet : Lettre d'appui au projet d'École CIMPA'2022 à l'Université de Thiès.

Monsieur le Directeur,

L'Université de Thiès (UT) appuie l'initiative des enseignants-chercheurs **El Hadji Samba Diop, UT (Sénégal), et Jesus Angulo, Mines ParisTech (France)**, en vue d'organiser en juin 2022 une École CIMPA intitulée « Mathématiques en Analyse et Traitement des Signaux, Images et Données ».

En effet, cette importante initiative scientifique, compte tenu de sa dimension internationale, contribuera positivement au rayonnement de notre institution.

Par conséquent, c'est avec beaucoup d'intérêt que nous nous engageons à en faire la promotion dans nos réseaux, mais aussi à apporter tout le soutien administratif nécessaire à la réussite de cette activité.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Directeur, l'assurance de ma considération distinguée.

A

**Monsieur Christophe RITZENTHALER,
Directeur du Centre International
de Mathématiques Pures et Appliquées
(CIMPA), 28 avenue Valrose,
Campus Valrose,
Bâtiment Dieudonné II,
06108 Nice cedex 02,
France**

Professeur
Ramatoulaye Diagne
MBENGUE

Université de Thiès – Rectorat

Cité Malick SY Thiès – Tél. 33 939 76 00 / Fax. 33 952 21 21 - Boite Postale : 967 Thiès.
E-mail : rectorat@univ-thies.sn - Site Web : www.univ-thies.sn

El Hadji S. Diop

CONTACT INFORMATION

(+221) 77 088 1903
ehsdiop@hotmail.com
<https://sites.google.com/site/elhadjisdiop/>

RESEARCH INTERESTS

Mathematical Signal and Image Processing: Dictionary and Deep learning, Sparse approximations, Partial differential equations, Variational methods, Inverse problems, Scale-spaces, Mathematical morphology, Empirical Mode Decomposition, AM-FM models, Teager-Kaiser operators.

EDUCATION

Universite de Rennes I, Rennes, France

Ph.D. in Applied Mathematics, 2006-2009

- Subject: *A Partial Differential Equations-based approach for the 1D and 2D Empirical Mode Decomposition, and AM-FM models for signal and image analysis*
- Topics: *Partial differential equations, Harmonic analysis, Laplacian operator, Hilbert transform, Time-frequency, Energy separation algorithms, Empirical Mode Decomposition, Teager-Kaiser operators*
- Advisers: Prof. Abdel-O. Boudraa and Prof. Ali Kenchaf

Ecole Normale Supérieure de Cachan, Cachan, France

M.S. in Applied Mathematics, "Mathematics, Computer Vision and Machine Learning", 2005-2006

- Topics: *Deformable Models in Image Analysis, Video Sequences Analysis: Optical Flow and Matching, Wavelets for Signal Processing, Modeling in Image Processing, Image Analysis and Stochastic Geometry, Information-Based Theory: Applications to Image Mining and Semantic Coding, Inverse Problems in Cerebral Functional Imaging, Augmented Reality and Applications, Modeling in Neuroscience and elsewhere, Medical Imaging.*

Computer Science, CCBC, Maryland, US, 2004-2005, G.P.A.: 4.00.

Universite Cheikh Anta Diop, Dakar, Senegal,

M.S. in Applied Mathematics, "Numerical Analysis", 2002-2004

- Topics: *Functional Analysis, Partial Differential Equations & Shape Optimization, Statistics of Processes, Numerical Methods, Numerical Computation of Partial Differential Equations with Scilab, Stabilization of Evolutive Partial Differential Equations.*

B.S. in Pure Mathematics, 1998-2002

CURRENT APPOINTMENT

Head of Mathematics Department, University of Thies

July 2020 –

PROFESSIONAL EXPERIENCE

Fulbright Researcher, Center for Research in Computer Vision, Sept. 2017 to Dec. 2017

- Host: Prof. Mubarak Shah
- Topic: Deep Learning

Fulbright Researcher, Arizona State University, AZ, US

January 2018 to March 2018

- Host: Prof. Baoxin Li
- Topic: Dictionary Learning

University of Thies, Thies, Senegal

Associate Professor, Department of Mathematics

October 2016 –

Assistant Professor, Department of Mathematics

June 2013

Vision and Content Engineering Lab, CEA, Saclay, France

Postdoctoral Researcher

January 2013 to June 2013

- Supervisor: Dr. Quoc Cuong Pham
- Development and implementation of an efficient and robust appearance model based on a sparse dictionary of image features.

Center of Mathematical Morphology, Departement of Mathematics and Systems, Mines ParisTech, Fontainebleau, France

Postdoctoral Researcher

July 2011 to September 2012

- Supervisor: Prof. Jesùs Angulo
- Study of morphological PDEs for anisotropic image diffusion.
- Bringing robustness against noise and adaptability to morphological operators
- Applications in image enhancement and denoising

Image and Information Processing Department, Telecom Bretagne, France

Postdoctoral Researcher

December 2009 to May 2011

- Supervisor: Prof. Valérie Burdin
- Development and implementation of a level set-based medical image segmentation incorporating a priori shape information of target objects of interests.

Signal and Acoustics Department, French Navy Engineering School Brest, France

Research and Teaching Assistant

November 2006 to December 2009

- Supervisor: Prof. Abdel-Ouahab Boudraa
- Research Assistant within the Naval Academy Research Institute
- Teaching Assistant within the Signal and Acoustics Department.

PUBLICATIONS

- [1] E. H. S. Diop and M. Shah. "Deep Generative Model based on Curvature-based Decomposition and Adversarial Networks ", in preparation.
- [2] E.H.S Diop and A.O. Boudraa, "2D Teager-Kaiser energy operator statistical behavior in white Gaussian noise environment", in preparation.
- [3] A.O. Boudraa, Y. Préaux, T. Chonavel, E.H.S. Diop and I. Fujino, "Signals comparison via an energy operator", in preparation.
- [4] E.H.S. Diop and K. Skretting (2020), "A block-based sparse approximation method for time-frequency signal analysis", submitted.
- [5] E. H. S. Diop, K. Skretting and A.-O. Boudraa (2020). A Sparse Coding Frequency Separation Method for AM-FM Images Analysis. *EUSIPCO'2020*, accepted.

- [6] E. H. S. Diop and J. Angulo (2020). Inhomogeneous morphological PDEs for robust and adaptive image shock filters. *IET Image Processing*, vol. 14, Issue 6, pp. 1035-1046, May.
- [7] E. H. S. Diop, A. O. Boudraa and S. Prasath (2020). Optimal nonlinear signal approximations based on piecewise constant functions. *Circuits, Systems, and Signal Processing*, vol. 39, pp. 2673-2694.
- [8] E. H. S. Diop, K. Skretting and A.-O. Boudraa (2020). Multicomponent AM-FM signal analysis based on sparse approximation. *IET Signal Processing*, vol. 14, no. 1, pp. 32-43, February.
- [9] E. H. S. Diop and K. Skretting (2019). Frequency Separation Method based on Sparse Coding. *Proc. IEEE ICASSP*, pp. 5192-5196, 12-17 May.
- [10] E. H. S. Diop and A. O. Boudraa (2019). Analyse de signaux AM-FM par approximation parcimonieuse [AM-FM signal analysis based on sparse approximation]. *Proc. GRETSI'2019*, pp., 26-29 Août.
- [11] E. H. S. Diop, V. Burdin and S. Prasath (2019). Minimum existence of segmentation functional based on geometrical active contours and shape priors. *Nonlinear Analysis: Real World Applications*. Submitted.
- [12] E. H. S. Diop and J. Angulo (2019). Levelings based on Spatially-Adaptive Scale-Spaces using Local Image Features. *IET Image Processing*, vol. 13, no. 10, pp. 1597 - 1607.
- [13] E. H. S. Diop, R. Alexandre and A. O. Boudraa (2018). 2D Curvature-based Analysis of Intrinsic Mode Functions. *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 25, no. 1, pp. 20-24.
- [14] E. H. S. Diop and J. Angulo (2015). Multiscale Image Analysis based on Robust and Adaptive Morphological Scale-Spaces. *Image Analysis & Stereology*, vol. 34, pp. 101-112.
- [15] E. H. S. Diop and R. Alexandre (2015). Analysis of Intrinsic Mode Functions based on Curvature Motion-like PDEs. In : vol. 9213, LNCS, *Proc. Curves and Surfaces*, J-D. Boissonnat, A. Cohen, O. Gibaru, C. Gout, T. Lyche, M-L. Mazure and L. L. Schumaker Eds., pp. 202-209.
- [16] E. H. S. Diop, R. Alexandre and V. Perrier (2013). A PDE based and interpolation-free framework for modeling the sifting process in a continuous domain. *Advances in Computational Mathematics*, vol. 38, pp. 801-835.
- [17] E. H. S. Diop and V. Burdin (2013). Bi-Planar Image Segmentation Based on Variational Geometrical Active Contours with Shape Priors. *Medical Image Analysis*, vol. 17, no. 2, pp. 165-181.
- [18] E. H. S. Diop, R. Alexandre and L. Moisan (2012). Intrinsic Nonlinear Multiscale Image Decomposition: A 2D Empirical Mode Decomposition-like tool. *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 116, no. 1, pp. 102-119.
- [19] E. H. S. Diop and J. Angulo (2012). Spatially Adaptive PDEs for Robust Image Sharpening. *Proc. IEEE ICIP*, Orlando, Florida, Sept. 30-Oct. 3 2012, pp. 949-952.
- [20] E. H. S. Diop and J. Angulo (2012). Morphological Scale-Spaces Image Analysis with Robust and Adaptive PDEs. *Proc. Intl' conf. on Stereology, Spatial Statistics and Stochastic Geometry*, Prague, Czech Republic, June 2012.
- [21] E. H. S. Diop and J. Angulo (2012). Robust Nonlinear PDEs for Multiscale Morphological Image Analysis. *Proc. 83rd Annual Sci. Conf. of Intl' Assoc. of Appl. Math. and Mech. (GAMM)*, Darmstadt, Germany, March 26-30 2012.

- [22] E. H. S. Diop, A. O. Boudraa and F. Salzenstein (2011). A joint 2D AM-FM estimation based on Higher Order Teager-Kaiser Energy Operators. *Signal, Image and Video Processing*, Springer, vol. 5, no. 1, pp. 61-68.
- [23] E. H. S. Diop, R. Alexandre and A. O. Boudraa (2010). Analysis of Intrinsic Mode Functions: A PDE Approach. *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 17, no. 4, pp. 398-401.
- [24] E. H. S. Diop, S. O. Ba, T. Jerbi and V. Burdin (2010). Variational and Shape Prior-based Level Set Model for Image Segmentation. *Proc. Intl' Conf. of Num. Anal. and Appl. Maths (ICNAAM)*, Rhodes, Greece, September 2010, pp. 2139-2142.
- [25] E. H. S. Diop, R. Alexandre and A. O. Boudraa (2009). A PDE Model for 2D Intrinsic Mode Functions. *Proc. IEEE ICIP*, Cairo, Egypt, November 2009, pp. 3961-3964.
- [26] E. H. S. Diop and A. O. Boudraa (2009). Higher Order Teager-Kaiser Operators for Image Analysis: Part II - A Multicomponent Image Demodulation. *Proc. IEEE ICIP*, Cairo, Egypt, November 2009, pp. 3961-3964.
- [27] E. H. S. Diop, R. Alexandre and A. O. Boudraa (2009). A PDE characterization of the Intrinsic Mode Functions. *Proc. IEEE ICASSP*, Taipei, Taiwan, April 2009, pp. 3429-3432.
- [28] E. H. S. Diop, A. O. Boudraa and F. Salzenstein (2009). Higher Order Teager-Kaiser Operators for Image Analysis: Part I - A Monocomponent Image Demodulation. *Proc. IEEE ICASSP*, Taipei, Taiwan, April 2009, pp. 1041-1044.
- [29] E. H. S. Diop and A. O. Boudraa (2009). Démodulation d'images large bande par opérateur d'énergie [Wideband image demodulation based on energy operator]. *Proc. GRETSI*, Dijon, France, Septembre 2009.
- [30] A. O. Boudraa and E. H. S. Diop (2008). Image contrast enhancement based on 2D Teager-Kaiser operator. *Proc. IEEE ICIP*, San Diego, USA, October 2008, pp. 3180-3183.
- [31] E. H. S. Diop, A. O. Boudraa and A. Bouchikhi (2008). An Improved Image Demodulation Algorithm Based on Teager-Kaiser. *Proc. IEEE ISCCSP*, Malta, March 2008, pp. 876-881.
- [32] A.O. Boudraa, E. H. S. Diop, F. Salzenstein and A. Bouchikhi (2007). Seuillage d'images basé sur l'opérateur de Teager-Kaiser [Image thresholding based on Teager-Kaiser operator]. *Proc. GRETSI*, France, Septembre 2007.
- [33] A.O. Boudraa, E. H. S. Diop and F. Salzenstein (2007). Teager-Kaiser energy operator for image contrast enhancement. *Proc. International Conference on Nonconvex Programming*, Rouen, France, December 2007.
- [34] E. H. S. Diop et V. Burdin, "Méthode par level sets avec à priori de formes pour la segmentation de fémurs à partir d'images EOS", 35 pages, ITI, Telecom Bretagne, Février 2011.
- [35] E. H. S. Diop and R. Alexandre, "A PDE Analysis of Intrinsic Mode Functions", IRENav, 50 pages, june 19th 2009.
- [36] E. H. S. Diop, R. Alexandre and A. O. Boudraa, "A PDE characterization of 2D Intrinsic Mode Functions", IRENav, 20 pages, december 8th, 2008.
- [37] E. H. S. Diop and R. Alexandre, "On the study of the Empirical Mode Decomposition: A PDE formulation of the Intrinsic Mode Functions", IRENav, 14 pages, july 9th 2008.

TECHNICAL
REPORTS

- [38] E. H. S. Diop, A. O. Boudraa, "A Filtered Teager-Kaiser Energy Operator-Based for Wide-band Image Demodulation", IRENav, 30 pages, march 19th 2008.
- [39] E. H. S. Diop, A. O. Boudraa and F. Salzenstein, "Image Demodulation based on Higher Teager-Kaiser Operators", IRENav, 19 pages, january 25th 2008.
- [40] E. H. S. Diop, A. O. Boudraa and F. Salzenstein, "Image Demodulation based On Higher Order Teager-Kaiser Operators: applications to image segmentation", IRENav, 17 pages, september 3rd 2007.
- [41] E. H. S. Diop, A. O. Boudraa and A. Khenchaf, "Démodulation d'images multicomposantes à bande large par modèles AM-FM: Applications à des images sonar de fonds marins", IRENav, 15 pages, march 29th 2007.

GRANTS

- Fulbright Research Scholarship, 2017.
- Travel grant (\$500) supported by *IEEE Signal Processing Society and the U.S. Office of Naval Research* for attending ICASSP'09 conference, 2009.

PROFESSIONAL MEMBERSHIPS

- **SMAI Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles**, France
- **GdR ISIS (Information, Signal, Images et ViSion)** research group, France

REFEREE SERVICE

- IEEE Transactions on Image Processing
- IEEE Signal Processing Letters
- IET Image Processing
- IET Signal Processing

ADVISING AND MENTORING

Ph.D. Students:

- 2019 - : Alioune Mbengue, "Mathematical Morphology in Riemannian and Finslerian Spaces". Co-supervised with **Prof. D. Seck** and **Dr. B. Manga**.

M.S. Students, University of Thies, Thies, Senegal

- Ata Ngom, "Optimal piecewise affine functions for signal approximation", 2020.
- Fatima Mbaou, "Morphological PDE on graphs: applications to levellings", 2020.
- Ramata Coulibaly, "A signal analysis method based on shape optimization", 2017.
- Mouhamadou M. Diop, "A 2D shape optimization Approach in image analysis", 2017.
- Serigne Diouf, "A color quaternions-based Extension for an image analysis model", 2017.

B.S. Students, French Navy Engineering School, Brest, France

- "Sonar Image Segmentation based on Active Contours", 2009.
- A. Pagnoux and J. Habonneau, "Non Linear Signal Approximation based on Optimal Piecewise Constant Functions", 2008.
- M. Busser and S. Nagel, "AM-FM Models for Image Demodulation", 2007.

TEACHING
EXPERIENCE

University of Thies, Thies, Senegal

Lecturer and lab sessions

June 2013 to present

- General Topology (B.S. level)
- Differential equations in Banach spaces (B.S. level)
- Analysis 1, Analysis 2 (Undergraduate level)
- Deformable models in image analysis (M.S. level)
- Fundamentals in signal processing (M.S. level)
- Image processing (M.S. level)
- MATLAB programming (M.S. level)

French Navy Engineering School, Brest, France

Research and Teaching Assistant

November 2006 to December 2009

- Probability & Statistics (B.S. level)
- Analysis and Algebra (Undergraduate level)
- Basics in Signal Processing (B.S. level)
- Numerical Communications (M.S. level)
- Matlab programming (M.S. level)
- Random signals (M.S. level)
- Image processing (M.S. level)
- Fourier expansions & Filtering techniques (B.S. level)

SOFTWARE SKILLS

- Scientific software: Scilab, Matlab, MegaWave, Lua, Python, Torch.
- Operating systems: Windows, Linux.
- Computer programming: Experience in C, C++.
- Editing software: Latex, Beamer, Word, Excel, Powerpoint, Access.

REFERENCES

Prof. Radjesvarane Alexandre (alexandrerdja@gmail.com)

- Dean and CEO, Graduate School in Computer Science and Mathematics Engineering, Cergy Pontoise, France

Prof. Jesús Angulo (jesus.angulo@mines-paristech.fr)

- Professor, Center of Mathematical Morphology, Mines ParisTech, Fontainebleau, France

Prof. Valérie Burdin (valerie.burdin@imt-atlantique.fr)

- Professor, Institut Mines-Telecom Atlantique, Brest, France

Prof. Abdel-Ouahab Boudraa (abdel.boudraa@ecole-navale.fr)

- Professor, Arts et Métiers ParisTech and French Navy Engineering School, Head of Underwater Acoustics Research Group

CURRICULUM VITAE

Jesús Angulo

Senior Research Director-*Directeur de Recherches*

Qualification Professeur des Universités
(Sect. CNU 61, No. Qualif. 13161246651)

Centre de Morphologie Mathématique
Départ. Mathématiques et Systèmes
MINES ParisTech
35, rue Saint-Honoré
77305 Fontainebleau, FRANCE

Tel. : + 33 (0) 1 64 69 47 75

Fax. : + 33 (0) 1 64 69 47 07

E-mail : jesus.angulo@mines-paristech.fr

Web : <http://cmm.ensmp.fr/~angulo/>



PERSONAL DETAILS

- *First Name:* **Jesús**
- *Surname:* **Angulo López**
- *Date and Place of Birth:* **28 April 1975** in Cuenca, **SPAIN**
- *Residential Address:*
40, Paul Allaine,
F-77850 Héricy, FRANCE
- *Phone Number:* **+ 33 (0) 6 14 36 63 54**
- *E-mail:* jesus.angulo.00@gmail.com
- *Nationality:* **Spanish**
- *Languages:*
 - **Spanish:** native language
 - **French:** bilingual
 - **English:** fluent
- *Marital Status:* **Married, two daughters**

EDUCATION

- **“Habilitation à Diriger des Recherches” (Habil. or D.Sc.) in Mathematics and Computer Science *March 2012*:** Université Paris-Est.
Dissertation: Mathematical Morphology for Multivariate Images
Committee: Prof. I. Bloch, Prof. J. Chanussot, Prof. M. Couprie, Prof. F. Meyer, Prof. Ph. Salembier, Prof. M. Schmitt, Prof. J. Serra and Prof. A. Trémeau
- **Ph.D. Thesis in Image Processing (Mathematical Morphology) (1999-2003):** Ecole des Mines de Paris, France, at the Centre de Morphologie Mathématique. Dissertation with highest honours (“Très Honorable avec les Félicitations du Jury”)
Thesis Advisor: Prof. Jean Serra
Dissertation: Mathematical morphology and colour image indexing. Application to microscopy in

biomedicine

Committee: Prof. A. Albiol, Prof. A. Trémeau, Prof. G. Flandrin, Dr. J. Klossa, Dr. F. Vallet and Prof. J. Serra

- **Master Thesis (1999):** Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain, at the Image and Video Processing Group. Dissertation with highest honours (“Matricula de honor”)
Thesis Advisor: Prof. Antonio Albiol,
Research Area: Temporal segmentation of video sequences
- **M. Eng. in Telecommunication Engineering (1993-1999):** School of Telecommunications Engineering, Universidad Politécnica de Valencia, Spain, diploma received in October 1999
- **Secondary school (1989-1993):** At the “Instituto C.E.I.” in Albacete, Spain. Diploma with highest honours
- **Primary school (1981-1989):** At the “Colegio Público Juan Angel Sevilla” in Honrubia, Cuenca, Spain. Diploma with highest honours

NOMINATIONS

One of the 10 finalist for the ParisTech price for the best Ph.D. Thesis in 2003 (ParisTech is a consortium of the ten most prestigious Graduate Engineering Institutes in France)

PROFESSIONAL EXPERIENCE

Since January 2019 **Research Director/Directeur de Recherches:**

- *Head of department of mathematics and systems.*
- *Head of doctoral studies at the CMM, and coordinator of Ph.D. program at the department of mathematics and systems.*
- Theoretical and methodological research on mathematical morphology and contributions to the enlargement of its frontiers, in interaction with machine learning, data analysis, Riemannian geometry and partial differential equations.
- Solution of challenging problems from image processing applications in partnership with academia and industry, including project management in various contracts and technical work in these projects (algorithm development, technology transfer, etc.)
- Supervision of masters and doctoral students, supervision of post-doc.
- Contribution to the scientific influence and prestige of the CMM by the publication in scientific journals, participation in conferences and organization of scientific events.
- Education (courses and seminars) to support the impact of research on the training of PhD students and external training.
- Leading expert and advice for CMM researches on mathematical morphology for multivariate imaging.

December 2012-December 2018 **Senior Fellow Researcher/Maître de Recherches:**

- *Head of doctoral studies at the CMM, and coordinator of Ph.D. program at the department of mathematics and systems.*

February 2008 - November 2012 **Fellow Researcher/Chargé de Recherches:** Theoretical and methodological research on mathematical morphology; solution of challenging problems from image processing applications; coordination, supervision and technical developments in industrial projects; expertise on biomedical image processing. Including teaching activities and supervision of students (Ph.D., master thesis, internship).

January 2004 - January 2008 Associate Researcher/ARMINES Project Chief: Main activity is the development of methods and software for reading microscopic biomedical images using morphological signal and image processing algorithms (Projects GEMBIO, INDIGO and BIOTYPE). Including teaching activities and supervision of students (Ph.D., master thesis, internship).

November 1999 - December 2003 Research Engineer: Research grant at the Centre de Morphologie Mathématique of the Ecole des Mines de Paris. Duties included developing and programming morphological image processing algorithms applied to biomedicine and biotechnology in the framework of several projects with industrial and academic partners. **Teaching assistant** for the practical work of the courses *Morphological Image Processing in Practice* (J. Serra) and *Ecole d'été de morphologie mathématique* (S. Beucher)

2004/2005 Lecturer: Lecturer of the course *Image Analysis using mathematical morphology* (18 hours) at the SUPELEC-Metz (Ecole Supérieure d'Electricité)

Mars - April 2002-2009 Lecturer and Teaching Assistant: Lecturer of the course *Imagerie médical* and assistant for the practical work of the course *Morphologie Mathématique* (2nd year of engineering studies) organised by A. Manzanera at the Ecole Nationale Supérieure de Techniques Avancées, Paris

SELECTED LIST OF PUBLICATIONS

- Google Scholar Statistics: **h-index=28**, citations=3484
 - ~ 50 journal papers, ~ 120 conference papers
1. J. Angulo. “**Generalised Morphological Image Diffusion**”. *Nonlinear Analysis*, Vol. 134, 1–30, 2016.
 2. J. Angulo and S. Velasco-Forero. “**Riemannian Mathematical Morphology**”. *Pattern Recognition Letters*, Vol. 47, 93–101, 2014.
 3. J. Angulo. “**Morphological Bilateral Filtering**”. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, Vol. 6, Issue 3, 1790–1822, 2013.
 4. J. Angulo and S. Velasco-Forero. “**Stochastic Morphological Filtering and Bellman-Maslov Chains**”. In *Proc. of ISMM'13 (11th International Symposium on Mathematical Morphology)*, LNCS 7883, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 171–182, Uppsala, Sweden, May 2013.
 5. S. Velasco-Forero and J. Angulo. “**Random projection depth for multivariate mathematical morphology**”. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, Vol. 6, Issue 7, 753–763, November 2012.
 6. S. Velasco-Forero and J. Angulo. “**Supervised ordering in R^n : Application to morphological processing of hyperspectral images**”. *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 20, No. 11, 3301–3308, 2011.
 7. J. Angulo. “**Hypercomplex mathematical morphology**”. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, Vol. 41, No. 1–2, 86–108, 2011.
 8. R. Verdú, J. Angulo and J. Serra. “**Anisotropic morphological filters with spatially-variant structuring elements based on image-dependent gradient fields**”. *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol. 20, No. 1, 200–212, 2011.
 9. M. Luengo-Oroz and J. Angulo. “**Cyclic Mathematical Morphology in Polar-logarithmic Representation**”. *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 18, No. 5, 1090–1096, 2009.
 10. J. Angulo, D. Jeulin. “**Stochastic watershed segmentation**”, In *Proc. of the 8th International Symposium on Mathematical Morphology (ISMM'2007)*, Rio de Janeiro, Brazil, October 2007.
 11. J. Angulo. “**Morphological colour operators in totally ordered lattices based on distances. Application to image filtering, enhancement and analysis**”. *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 107, No. 2–3, 56–73, 2007.
 12. J. Angulo and J. Serra. “**Modelling and Segmentation of Colour Images in Polar Representations.**”. *Image Vision and Computing*, Vol. 25, No. 4, 475–495, 2007.