



MARGAU  
Fédération Mathématique  
de Recherche  
en Région Nouvelle-Aquitaine



Université  
de Limoges



## Présentation générale de l'axe 1

### Application des Mathématiques pour la physique et pour la donnée

---

Antoine Falaize<sup>a</sup>, Nima Yeganefar<sup>b</sup>

Journées thématiques de la Fédération MIREs

*Axe 1: Application des Mathématiques pour la physique et pour la donnée*

avec le soutien de la fédération MARGAUx

13 avril 2022, Poitiers

<sup>a</sup> Équipe M2N, LaSIE (UMR CNRS 7356), Université de la Rochelle, France

<sup>b</sup> Équipe Automatique & Systèmes, LIAS, ENSIP/ENSMA, Poitiers, France

## Mathématiques & leurs Interactions, Images & information numérique, Réseaux & Sécurité

- Fédération de laboratoires en mathématiques et sciences du numérique de Poitiers, Limoges et la Rochelle née du rapprochement du Pôle de recherche PRIDES, regroupant des laboratoires de Poitou-Charentes, et de laboratoire de l'Université Limousin.
- Fédération de recherche du CNRS labellisée en 2012 (FR 3423) sur les contours scientifiques de l'école doctorale S2IM (Sciences et ingénierie pour l'information, mathématiques).
- Rassemble les établissements :
  - Université de Poitiers (LIAS, LMA, XLIM),
  - Université de Limoges (XLIM),
  - Université de La Rochelle (L3I, MIA, équipe M2N du LaSIE),
  - ISAE-ENSMA.
- Associée aux instituts
  - Instituts INS2I (Institut des sciences de l'information et de leurs interactions),
  - INSIS (Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes) ,
  - INSMI (Institut national des sciences mathématiques et de leurs interactions) .
- Sections CNRS :
  - 6 - SI : fondements de l'informatique, calculs, algorithmes, représentations, exploitations,
  - 7 - SI signaux, images, langues, automatique, robotique, interactions, systèmes intégrés matériel-logiciel
  - 8 - Micro- et nanotechnologies/systèmes, photonique, électronique, électromagnétisme, énergie électrique
  - 41 - Mathématiques et interactions des mathématiques

## Objectifs

- Affirmer la nature transdisciplinaire de nos domaines.
- Définir avec les DUs une stratégie scientifique pour renforcer notre identité en travaillant aux interfaces, Santé, SHS, Ingénierie et environnement .
- Faire émerger une vraie identité scientifique Nouvelle Aquitaine dans le domaine Math-Sciences du Numérique par la plus value de nos compétences et niches d'excellence.
- Animation scientifique par projets collaboratifs, en favorisant l'émergence (amorçage, soutien jeunes arrivants, etc.).
- Accentuer le couplage fort avec le tissu technico-économique sur des enjeux sociaux-économiques identifiés comme prioritaires dans la Région, organiser les réponses conjointes et complémentaires aux entreprises.
- Organiser de grands événements scientifiques nationaux et internationaux.

## Restructuration en 2021 en 4 axes

**Axe 1** Application des Mathématiques pour la physique et pour la donnée

**Axe 2** Image

**Axe 3** Réseaux & Sécurité

**Axe 4** Sciences des données

# Organigramme



## Objectifs

- Soutenir des projets de collaboration pour le développement d'outils théoriques et numériques s'appliquent à des domaines très variés des sciences de l'ingénieurs et disciplines Maths/STIC.
- Organisation de manifestations scientifiques.

## Équipe de coordination

- Hermine Biermé (LMA)
- Antoine Falaize (LaSIE)
- Enrica Floris (LMA)
- Madalina Petcu (LMA)
- Nima Yeganefar (LIAS)



Institut national des sciences  
mathématiques et de leurs  
interactions

université  
BORDEAUX

Institut de Mathématiques de  
Bordeaux (IMB)



Laboratoire de Mathématiques et  
Applications de Poitiers (LMA)



Laboratoire de Mathématiques et  
leurs Applications de Pau (LMAF)



Axe MATHIS du laboratoire XLIM de  
Limoges



Laboratoire MIA et axe M2N du  
Laboratoire LaSIE de La Rochelle

## Fédération Mathématique de Recherche en Région Nouvelle-Aquitaine

MARGAUx est la vitrine de toutes les activités de recherche menées en mathématiques au niveau régional, des plus fondamentales aux plus appliquées.

C'est aussi un lieu d'échanges et de discussions des intérêts scientifiques des mathématiciens au sein la région Nouvelle-Aquitaine, mais aussi au niveau national auprès des instances scientifiques ou politiques.

La philosophie du projet est de fédérer l'ensemble des activités de recherche en mathématiques menées en Région Nouvelle-Aquitaine.

**Communiquer, animer et vulgariser** Triple rôle de communication et de divulgation vers

- la communauté mathématique,
- les acteurs socio-économiques et la société civile,
- le monde éducatif.

**Structurer et fédérer la recherche**

- Représenter la pluralité des chercheuses et chercheurs en mathématiques de la région Nouvelle-Aquitaine.
- Discussion des intérêts communs, des difficultés rencontrées, des évolutions à mener pour que la recherche en mathématiques en région soit soutenue et demeure à son meilleur niveau.
- favoriser l'émergence de collaborations entre les membres des unités de recherche sur des thèmes de recherche relevant des mathématiques fondamentales, des mathématiques appliquées et de leurs applications.
- Organisation des événements scientifiques communs dans la région Nouvelle-Aquitain
- Soutien aux projets aux échelles régionale, nationale et européenne.
- Soutenir, initier ou coordonner la réponse collective des mathématiciens aux défis et objectifs régionaux et nationaux via une recherche de proximité.

**Former par la recherche**

- Favoriser les passerelles entre les offres de formation par la recherche.
- Encourager les rapprochements, l'échange et la circulation des doctorants au sein des unités de recherche de la région.
- Encourager les co-encadrements doctoraux entre unités, favorisant le partage de savoir-faire.

### Approches (liste non exhaustive)

- Modélisation mathématique déterministe et stochastique
- Équations aux dérivées partielles
- Analyse numérique
- Théorie des systèmes
- Théorie de Galois et de Lie
- Géométrie algébrique
- Arithmétique et cryptographie
- Probabilités/statistique
- Analyse de données

### Applications (liste non exhaustive)

- Les problèmes d'interactions fluide/structure
- Analyse de stabilité des systèmes multidimensionnels
- Application de la théorie des courbes elliptiques
- Application d'algorithmes génétiques
- Modélisation stochastique de milieux poreux
- Santé : croissances tumorales ou la modélisation de l'ostéoporose
- Structures de réseaux de neurones non linéaires
- Problèmes de séparation de phase pour des matériaux biphasiques

**Animation : M. Petcu (LMA), N. Yeganefar (LIAS), A. Falaize (LaSIE)**

- Analyse théorique et numérique des équations différentielles obtenues par la modélisation mathématique de systèmes physiques.
- Théorie des systèmes avec des actions sur l'estimation paramétrique, l'observation d'état, le contrôle en boucle ouverte (planification) ou boucle fermée (correction) et l'optimisation.
- Méthodes de discrétisation préservant certaines propriétés des solutions (causalité, stabilité) ou certaines structures géométriques particulières des systèmes dynamiques...
- ...jusqu'à leur implémentation (parallélisation, scalabilité).

**Animation : E. Floris (LMA), A. Falaize (LaSIE)**

- Articulation autour des sujets de mathématiques fondamentales, mettant en œuvre un large domaine de compétences scientifiques allant des mathématiques pures à l'informatique.
- Aspects théoriques en géométrie algébrique (courbes elliptiques, groupes d'automorphismes de variétés à géométrie spéciale, en particulier les surfaces K3, les variétés sphériques et les variétés unirégliées).
- Théorie des représentations des groupes de Lie et leurs algèbres de Lie et les algèbres de Poisson.
- Un axe de recherche lié porte sur les structure mathématiques des systèmes dynamiques issus en particulier de la mécanique (structures symplectique, de Poisson et de Dirac).

**Animation : H. Biermé (LMA)**

- Modélisation stochastique et l'inférence statistique pour diverses applications en lien avec la physique et les données.
- Perspectives théoriques : théorie des probabilités (géométrie stochastique, matrices aléatoires, processus et algorithmes stochastiques) ou statistique mathématique (statistique non-paramétrique, détection de rupture, grande dimension)
- Perspectives appliquées : développement numérique d'algorithmes stochastiques, algorithmes génétiques, Monte-Carlo, apprentissage statistique.
- Étude et développement théorique de nouveaux indicateurs et de nouvelles techniques d'apprentissage automatique et de fouille de données (typiquement de nouvelles structures de réseaux de neurones) en lien avec d'autres axes MIRES.

## Quelques exemples :

- Les problèmes d'interactions fluide/structure (thématique 1) : étude de la formation de vagues, optimisation des formes en aéronautique, méthodes de réduction de modèles appliquées par exemple aux machines tournantes (ventilateurs et agitateurs industriels).
- Application de la théorie des courbes elliptiques (thématique 2) en cryptographie et de la théorie des réseaux pour la construction des codes correcteurs d'erreurs.
- Application d'algorithmes génétiques (thématique 3) pour l'estimation des paramètres de modèles BRDF (réflectance bidirectionnelle, nécessaire pour représenter les matériaux dans le processus de simulation d'éclairage) à partir des données mesurées. Résolution de l'équation de luminance par des méthodes d'intégration de Monte-Carlo (thématique 3).
- Modélisation stochastique de milieux poreux (thématique 3) : modèles booléens, indicateur morphométriques, fonctionnelles de Minkowski, anisotropie.
- Des problèmes en Médecine (thématique 1-2-3) sur l'étude des croissances tumorales ou la modélisation de l'ostéoporose par le développement de modèles prédictifs et pronostiques basés sur l'imagerie médicale en lien avec des médecins du CHU Poitiers et des spécialistes en traitement de l'image.
- Le développement de structures de réseaux de neurones non linéaires basées sur des techniques de géométrie riemannienne (thématique 2-3).
- Les problèmes de séparation de phase pour des matériaux biphasiques, modélisés par des équations de type Cahn-Hilliard ou Caginalp avec ou sans perturbations stochastiques (thématique 1).
- Les problèmes de stabilité de systèmes dynamiques régis par des EDP (thématique 1).

# MIRES Axe 1 : Liste des projets retenus pour l'année 2017

- Modèle bio, PIERRE Morgan, LMA / MIA
- Algorithmes stochastique, SLAOUI Yousri, LMA / IMB
- Théorie des nombres, MOVAHHED Abbas, XLIM-MATHIS / IMB
- SDAC, LOUIS Pierre-Yves, LMA / XLIM-IG / XLIM-MATHIS / LABRI
- Géométrie algébrique, SARTI Alessandra, LMA / IMB
- Mouvement de foule, IGBIDA Nourredine, XLIM-MATHIS / LMA / IMB

# MIRES Axe 1 : Liste des projets retenus pour l'année 2018

- Optimisation de forme appliquée, PIERRE Morgan, LMA / XLIM-MATHIS / LMAP
- SDAC, LOUIS Pierre-Yves, LMA / XLIM-IG LABRI
- Action des groupes sur les variétés, FLORIS Enrica, LMA / MIA / IMB
- Algèbre de Lie, OSPEL Cyrille, LMA / LASIE
- Navier-Stoke, PETCU Madalina, LMA / LASIE
- SAMBAGD, CHOQUET Catherine, MIA / XLIM-IG
- Stabilité des systèmes multidimensionnels?, CLUZEAU Thomas, XLIM-MATHIS / LIAS
- Algorithmes stochastique, SLAOUI Yousri, LMA / IMB / LMAP

# MIRES Axe 1 : Liste des projets retenus pour l'année 2019

- Stabilité et stabilisation des systèmes multidimensionnels, CLUZEAU Thomas, XLIM-MATHIS / LIAS
- Algorithmes stochastique, SLAOUI Yousri, LMA / XLIM-ICONES / IMB / LMAP
- SDAC, LOUIS Pierre-Yves, LMA / XLIM-ICONES / XLIM-IG
- Géométrie des réseaux de neurones, MOSQUERA Rolando, LASIE / LIAS / L3I
- Optimisation de formes, BOURDIN Loïc, XLIM-MATHIS / LASIE / XLIM-SRF / LMAP
- Nvier-stokes, MIRANVILLE Alain, LMA / LASIE / I2M

- Stabilité et stabilisation des systèmes multidimensionnels, YEGANEFAR Nima, XLIM-MATHIS / LIAS
- Algorithmes stochastique, SLAOUI Yousri, LMA / XLIM-ICONES / IMB / LMAP
- SDAC, LOUIS Pierre-Yves, LMA / XLIM-ICONES / XLIM-SIR / LABRI
- Croissance tumorale, MIRANVILLE Alain LMA / LASIE / I3M
- Description symbolique pour la génération de code, FALAIZE Antoine, LASIE / XLIM-IG

# MIRES Axe 1 : Liste des projets retenus pour l'année 2021

- Stabilité et stabilisation des systèmes multidimensionnels, YEGANEFAR Nima, XLIM-MATHIS / LIAS
- Algorithmes stochastique, SLAOUI Yousri, LMA / XLIM-ICONES / IMB / LMAP
- Croissance tumorale, MIRANVILLE Alain LMA / LASIE / I3M

La fédération participe au financement et à l'organisation de conférences aux niveaux national ou international, sélectionnés en début d'année, puis au fil de l'eau selon les crédits disponibles.

## Rencontres Franco-Maghrébine Modélisations Déterministes et Aléatoires

- Rencontre entre des chercheurs des universités françaises, tunisiennes, algériennes et marocaines, dont le but est d'échanger et de discuter des sujets en communs afin de préparer des projets de coopération.
- Première édition : 20–21 février 2019 à l'Ecole Supérieure des Sciences et de la Technologie de Hammam Sousse, Université de Sousse, Tunisie.
- Deuxième édition : 13–14 Avril 2020, Hammam Sousse, Tunisie.

## Biduum de Théorie des Nombres

- Depuis 2003, un biduum de théorie des nombres se tient tous les deux ans sur l'un des trois sites de Limoges, Clermont-Ferrand et Aurillac.
- Appui financier de la Fédération MIRES (CNRS) et du GDR STN à l'édition qui a eu lieu les 18 et 19 mai 2017 à Limoges.

**Merci de votre attention**