

# Projet de Réseau Thématique MAIAGES (2024-2028) : Mathématiques de l’Imagerie, Apprentissage et Géométrie Stochastique

Hermine Biermé, Jean-François Coeurjolly, Julie Delon et Nicolas Papadakis

## 1 Description

À partir de janvier 2024, le Réseau thématique MAIAGES (Mathématiques de l’Imagerie, Apprentissage et Géométrie Stochastique) se **propose de fédérer pour 5 ans la communauté française des mathématicien·nes travaillant dans les domaines de l’imagerie et/ou de la modélisation géométrique des données**, qu’elle soit stochastique ou déterministe. Il regroupe respectivement les communautés du RT *Mathématiques de l’Imagerie et de ses Applications* (MIA), né en 2013 en élargissant les thématiques du précédent GDR MSPC (Mathématiques des systèmes perceptifs et cognitifs), et du RT *Géométrie Stochastique* (GeoSto), né en 2012 pour donner une identité à la communauté française de géométrie aléatoire. Les deux communautés étaient déjà proches, avec environ 15% de membres en commun et des co-organisations d’événements comme les journées communes GeoSto/MIA, qui ont eu lieu à Rouen en 2022.

Les contours de nos communautés évoluent rapidement ces dernières années, une partie de leurs membres se rapprochant de l’apprentissage statistique, ce qui s’explique entre autre par le succès impressionnant des méthodes d’apprentissage profond et les questions mathématiques qu’elles soulèvent. Il a donc été décidé de faire apparaître cette thématique explicitement dans le titre du RT. Le projet scientifique du RT MAIAGES accompagne les évolutions récentes de nos disciplines, sans sacrifier les grandes thématiques des deux GDR précédents, qui apparaissent comme les deux axes principaux du RT :

- **Axe 1.** Mathématiques pour l’Imagerie et l’Apprentissage
- **Axe 2.** Géométrie Stochastique

Les activités du RT se déclinent ainsi selon 6 thèmes principaux et 2 thèmes transverses :

- Thème 1. Apprentissage statistique et optimisation en imagerie : stabilité des réseaux de neurones profonds, optimisation convexe/non convexe/stochastique, modèles génératifs, transport optimal. (Axe 1)
- Thème 2. Ensembles et champs aléatoires : géométrie et morphométrie, recouvrement et percolation, extrêmes, ensembles d’excursion, modèles booléens, modèles spatio-temporels. (Axes 2 et 1)
- Thème 3. Modélisation géométrique de données complexes : surfaces, graphes, géométrie de l’information, géométrie différentielle, visualisation. (Axes 1 et 2)
- Thème 4. Probabilités géométriques : processus ponctuels, mosaïques et graphes aléatoires en géométrie euclidienne et non-euclidienne, convexes et polytopes aléatoires. (Axe 2)
- Thème 5. Problèmes inverses pour l’imagerie : méthodes variationnelles, EDP, parcimonie, échantillonnage bayésien, théorie de l’approximation, assimilation de données. (Axe 1)
- Thème 6. Statistique pour les modèles de géométrie stochastique : inférence et classification de processus ponctuels spatiaux, géostatistique, analyse topologique des données. (Axe 2)
- Thème transverse 1 : L’interdisciplinarité et les applications : télécommunications, astronomie, biologie, risques environnementaux, physique, chimie, géographie, santé
- Thème transverse 2 : L’environnement de la recherche en mathématiques et sa place dans la société : recherche reproductible, vulgarisation, relations industrielles, parité, soutien aux jeunes chercheurs.

## 2 Pilotage

Le pilotage du RT sera assuré par un bureau composé de quatre personnes (2 par axes) et un comité scientifique de 12 personnes, afin d'avoir au moins deux spécialistes dans chacun des thèmes décrits ci-dessus. Le bureau est en charge des activités courantes du RT et de la gestion du budget. Le comité scientifique se réunit au moins une fois par an pour réévaluer les orientations du RT et en rééquilibrer les thématiques, selon les besoins exprimés par la communauté.

- Bureau : Hermine Biermé (IDP, Tours, Axe 2), Jean-François Coeurjolly (LJK, Grenoble, Axe 2), Julie Delon (MAP5, Paris, Axe 1), Nicolas Papadakis (IMB, Bordeaux, Axe 1)
- Comité scientifique: Rémi Gribonval (INRIA, Lyon) et Samuel Vaiter (LJAD, Nice) (thème 1), Agnès Desolneux (Centre Borelli, Saclay) et Raphaël Lachize-Rey (MAP5, Paris) (thème 2), Barbara Gris (LJLL, Paris) et Bruno Galerne (IDP, Orléans) (thème 3), Nicolas Chenavier (LMPA, Calais) et Arnaud Rousselle (IMB, Dijon) (thème 4), Arthur Leclaire (LTCL, Paris) et Carole Leguyader (LMI, Rouen) (thème 5), Edith Gabriel (INRAE, Avignon) et Arnaud Poinas (LMA, Poitiers) (thème 6)

## 3 Activités envisagées et budget

Le RT MAIAGES envisage de travailler avec plusieurs acteurs académiques et industriels concernés par les méthodes mathématiques en imagerie, la géométrie aléatoire et la statistique spatiale. S'appuyant sur l'expérience des deux GDRs en la matière, le RT envisage principalement d'organiser des manifestations scientifiques. Le réseau pourra bénéficier de collaborations avec d'autres structures : autres RTs ou GDRs, sociétés savantes (notamment la SMAI et les groupes SIGMA, MODE, MAS), IHP, laboratoires, laboratoires d'excellence, instituts d'intelligence artificielle et entreprises. Ce partage des moyens de financement a permis et permettra d'obtenir des budgets plus conséquents, notamment pour inviter les orateurs étrangers ou financer des missions pour des doctorants. Le RT MAIAGES opte pour plusieurs modes d'action pour l'animation scientifique de la communauté :

- *Conférence annuelle internationale de Géométrie aléatoire* : Chaque année depuis sa création en 2012, une grande conférence internationale de 3 jours est organisée (couplée à une mini-école thématique de deux jours). Cette conférence jouera le rôle de "vitrine" de l'Axe 2 en permettant d'une part à certains de ses membres d'exposer leurs travaux de recherche, tout en essayant de respecter que l'essentiel des thèmes développés au sein du RT soit représenté, et d'autre part en proposant des ouvertures vers des domaines aux frontières du RT, tout en développant les liens avec les communautés allemandes, tchèques, suisses, scandinaves largement représentées au sein du RT MAIAGES.
- *Conférence bisannuelle internationale "Mathematics and Image Analysis"* : Cette conférence franco-allemande est l'événement phare de l'Axe 1, co-organisé avec le GAMM Activity Group on Mathematical Signal and Image Processing (GAMM-MSIP1) depuis 2014 tous les 2 ans (en alternance entre Paris et Berlin). Cette conférence est devenue au fil des ans l'une des conférences majeures des mathématiques de l'imagerie en Europe.
- *Journées thématiques intra-MAIAGES* : le RT envisage l'organisation de journées thématiques ciblées sur un ou plusieurs thèmes du RT MAIAGES. L'intégration d'expert-es de chaque thème (1 à 6) au sein du comité scientifique du RT pourrait permettre ce genre d'initiatives.
- *Journées thématiques inter-RT* : Le RT souhaite poursuivre l'organisation de colloques de plusieurs jours sur des thèmes scientifiques communs à d'autres groupes/RTs que cela soit au sein de l'INSMI ou d'autres instituts comme par exemple l'INS2I. Pour illustrer les compétences et les volontés en la matière, voici une courte liste d'événements organisés en commun entre ex GDRs/RT: MIA/MOA (Optimisation de Formes et Applications, Limoges et Bordeaux, 2017), Imabio/MIA (Microscopie et traitement d'image, Strasbourg, 2018), ISIS/MIA (Transport optimal en apprentissage statistique et trait. du signal, Paris, 2019), MIA/MOA/SMAI (Journées SMAI-MODE, Autrans 2018 et Limoges

2022), ISIS/MaDICS/MIA (Journée Co-conception Paris, 2017, 2018, 2019), Calcul/IM/MIA (École thématique GEOMDATA, Fréjus 2018).

- *Soutien de conférences internationales organisées en France* : le RT envisage de sponsoriser des conférences nationales ou internationales du domaine qui auraient lieu sur le sol français (en suivant l'exemple de ce qui a pu être fait par les GDRs MIA et GeoSto ces dernières années, exemple SAMPTA'19, SSVm'19, SSIAB'23, ...).
- *Soutien à l'organisation de symposium/session* : le RT souhaite soutenir financièrement toute initiative liée à la proposition de session invitée ou symposium (par exemple lors des journées de la SMAI ou celles du groupe MAS). Le RT pourrait par exemple financer les missions des personnes invitées dans la session.
- *Aide à la mobilité* : le RT remplira sa mission de formation par la recherche en incitant ses membres, et prioritairement les non permanents, à effectuer des séjours en dehors de leur laboratoire. Il pourra également faciliter les collaborations en son sein en participant aux frais de déplacements nécessaires.
- *École/semestre thématique* : le RT souhaite financer l'organisation d'écoles ou semestres sur ses thématiques. Pour citer quelques exemples: trimestre thématique *The Mathematics of Imaging* à l'IHP à Paris en début d'année 2019 et école d'hiver associée au CIRM, 2 mini-cours annuels dans le cadre des journées du GDR GeoSto.

Ces manifestations ont été des succès depuis de nombreuses années : le nombre de participants a été de plus de 40 participants pour chaque journée thématique ou école d'été, et jusqu'à plus de 200 participants pour les grandes conférences internationales. Les participants sont issus de laboratoires nationaux pour les journées thématiques, et répartis sur l'ensemble du territoire. Nous serons attentifs au fait que ces événements continuent à être organisés sur l'ensemble du territoire.

**Enjeux sociétaux et environnementaux** Pour les manifestations qu'il souhaite organiser entièrement, le RT MAIAGES cherchera à limiter l'invitation des chercheuses et chercheurs nécessitant des vols intercontinentaux, ou à la conditionner à des périodes étendues de mission ou de collaborations sur le lieu de la conférence ou territoire français. De même, le RT pourrait soutenir financièrement des participants aux conférences effectuant un trajet conséquent qui souhaitent étendre leur séjour pour effectuer une collaboration avec des membres du RT MAIAGES.

**Actions de communication grand public** Enfin, le RT MAIAGES poursuivra son action grand public par exemple en organisant des conférences grand public (3 ont été organisées en 2019 à l'IHP par MIA par exemple), ou en répondant à diverses sollicitations (comme par exemple celles issues du service de communication du CNRS,...).

**Budget prévisionnel** Suivant la liste des actions envisagées, voici le budget annuel. Comme l'une des actions est une conférence bisannuelle, le budget est décrit sur deux ans, année I et année II.

| Budget Année I   |                |
|--|----------------|
| Conférence annuelle géométrie stochastique   | 10 000€        |
| Journées thématiques intra-MAIAGES, inter-RT                                       | 10 000€        |
| Soutien conférences internationales, soutien à l'organisation de symposium/session | 10 000€        |
| Aide à la mobilité   | 6 000€         |
| École/semestre thématique  | 4 000€         |
| <b>TOTAL :</b>   | <b>40 000€</b> |

| Budget Année II  |                 |
|--|-----------------|
| Conférence annuelle géométrie stochastique   | 10 000€         |
| Conférence bisannuelle mathématiques pour l'imagerie                               | 16 000€         |
| Journées thématiques intra-MAIAGES, inter-RT                                       | 4 000€          |
| Soutien conférences internationales, soutien à l'organisation de symposium/session | 4 000€          |
| Aide à la mobilité   | 4 000€          |
| École/semestre thématique  | 2 000€          |
| <b>TOTAL :</b>   | <b>40 000 €</b> |

**Gestion administrative** Pour alléger et faciliter le travail des gestionnaires de l'Institut Denis Poisson à cheval entre les universités de Tours et Orléans,

- Hermine Biermé (Université de Tours) pourra être secondée par Bruno Galerne (Université d'Orléans);
- un virement d'un montant supérieur à 5000€ sera effectué chaque année à l'Institut Mathématique de Bordeaux, sous la responsabilité de Nicolas Papadakis;
- le soutien à la conférence annuelle sera effectué par virement au laboratoire de l'équipe organisatrice de la conférence annuelle de géométrie stochastique.

## 4 Participant·es

Après sondage des communautés de GDR GeoSto et MIA, 218 personnels permanents (CR, DR, MCF et PR) se sont manifestés pour participer au projet du RT MAIAGES. Comme illustré dans la Figure 1, ces personnels sont constitués pour deux tiers de mathématicien·nes appliqué·es, avec une répartition Rang A/Rang B de 45%/55% et une répartition femmes/hommes de 25%/75%.

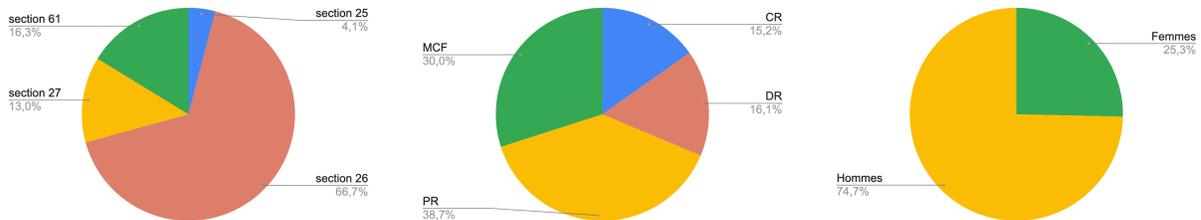


Figure 1: Répartition des personnels permanents du RT MAIAGES en fonction de la discipline, du statut et du genre.

Ces personnels sont présents dans 100 laboratoires Français dont 29 des 44 UMRs de l'INSMI. Le diagramme de la Figure 2 synthétise l'ensemble des laboratoires (ne dépendant pas forcément de l'INSMI) avec au moins deux personnels permanents souhaitant participer au RT MAIAGES. Comme illustré dans la Figure 3, les personnels couvrent de manière équilibrée l'ensemble des thématiques du RT MAIAGES et sont impliqués dans de nombreux champs d'application.

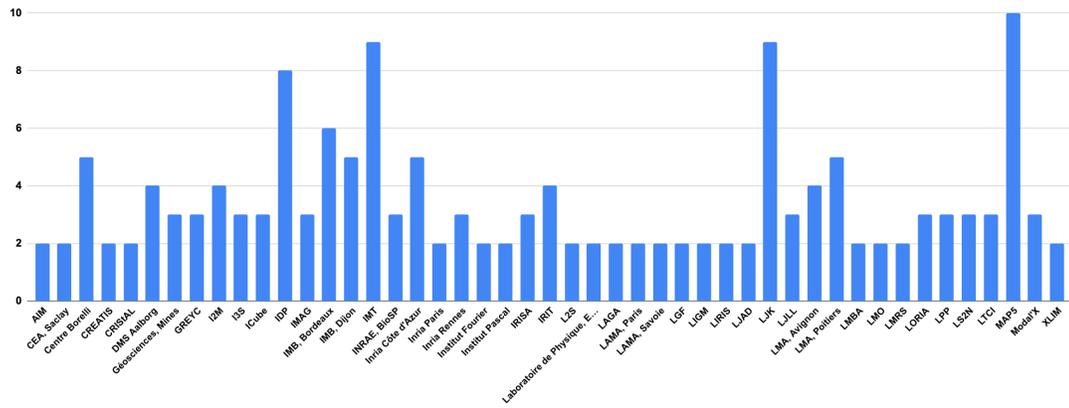


Figure 2: Laboratoires avec au moins 2 personnels permanents souhaitant participer au RT MAIAGES.

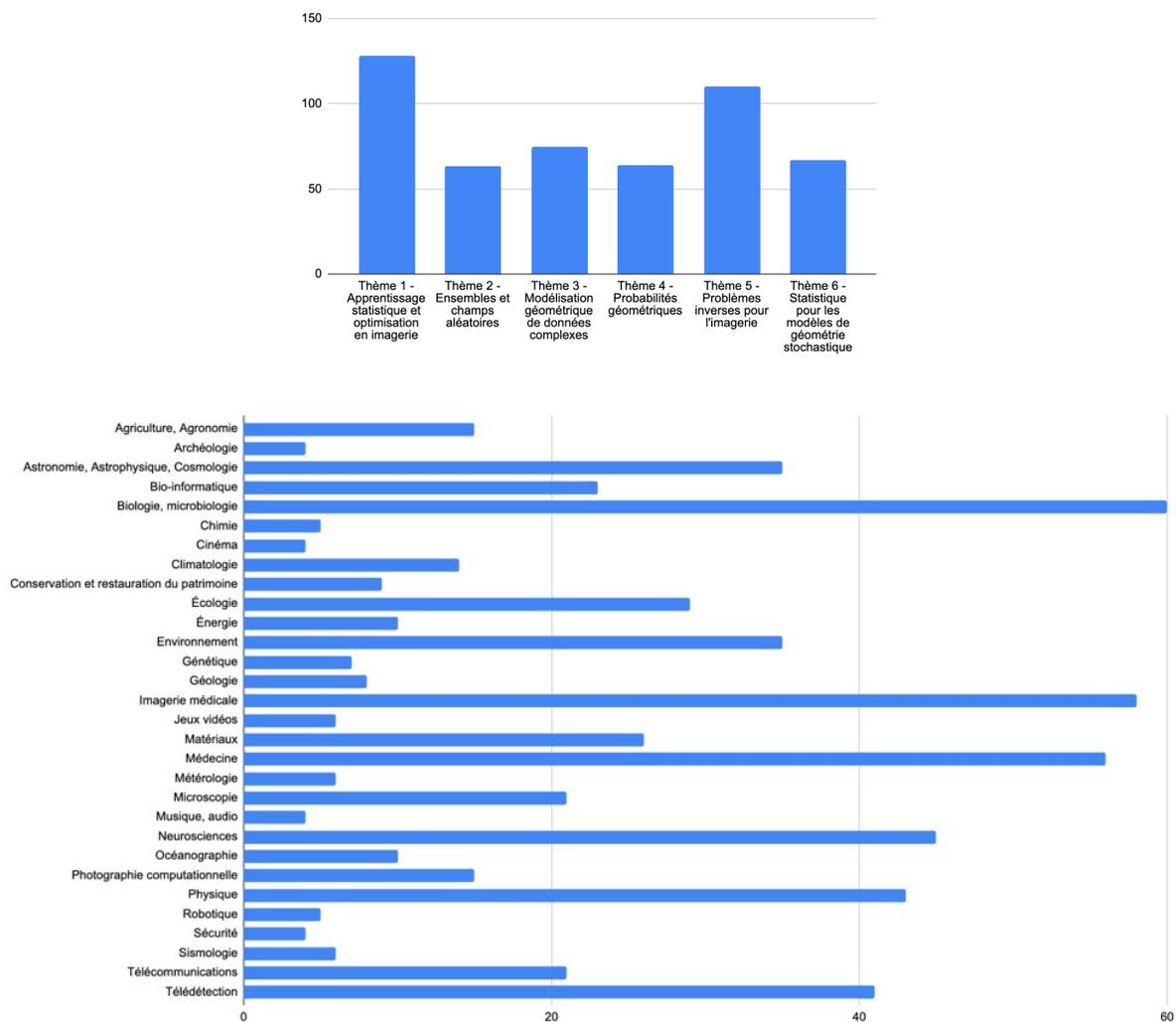


Figure 3: Haut: Thèmes du RT MAIAGES choisis par les personnels permanents. Bas : Domaines d'application concernant au moins 4 personnels permanents du RT MAIAGES.