

Dernière mise à jour le 8 octobre 2019 à 16:10

Unité de recherche
Document d'autoévaluation

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2019-2020
VAGUE A

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Nom de l'unité pour le contrat en cours : **LAMA UMR CNRS 5127**

Acronyme pour le contrat en cours : **LAMA**

Domaine scientifique : **ST**

Sous-domaines scientifiques : **ST1**

Directeur pour le contrat en cours :

Philippe BRIAND (mars 2014-août 2018) – **Georges COMTE** (septembre 2018)

Directeur pour le prochain contrat : **Georges COMTE**

Type de demande :

Renouvellement à l'identique

Fusion, scission, restructuration

Création ex nihilo¹

Établissements et organismes de rattachement :

Liste des établissements et organismes tutelles de l'unité de recherche - Contrat en cours et prochain contrat :

Université Savoie Mont Blanc & INSMI (une demande de tutelle supplémentaire de l'Université intégrée de Grenoble est faite)

Table des matières

I	BILAN DE L'UNITÉ	1
1	PRÉSENTATION DE L'UNITÉ	1
1.1	Introduction	1
1.2	Effectifs et moyens	2
1.2.1	Effectifs	2
1.2.2	Moyens	4
1.3	Politique scientifique	6
2	PRÉSENTATION DE L'ÉCOSYSTÈME LOCAL	10
3	PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE	13
3.1	Bilan Scientifique	13
3.2	Faits marquants	13
4	ORGANISATION ET VIE DE L'UNITÉ	15
4.1	Pilotage et organisation administrative de l'unité	15
4.2	Animation scientifique de l'unité	16
4.3	Parité; Intégrité scientifique; Hygiène et sécurité; Développement durable et prise en compte des impacts environnementaux; Propriété intellectuelle et intelligence économique	17
II	PROJET ET STRATÉGIE À CINQ ANS DE L'UNITÉ	19
5	ANALYSE SWOT	19
6	STRUCTURATION, EFFECTIFS ET ORIENTATIONS SCIENTIFIQUES	22
6.1	Structuration et effectifs	22
6.2	Orientations scientifiques	25
III	ANNEXES DE L'UNITÉ	29
7	ANNEXE 1 - Lettre d'engagement	29
8	ANNEXE 2 - Organigramme fonctionnel de l'Unité	30
9	ANNEXE 3 - Équipements, plateformes de l'Unité	31
10	ANNEXE 4 - Produits et activités de la recherche de l'Unité	31
10.1	Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique de l'Unité	31
10.1.1	Journaux, revues	31
10.1.2	Livres	43
10.1.3	Articles d'ouvrages	44
10.1.4	Colloques, congrès, séminaires	45
10.1.5	Produits et outils informatiques	48
10.1.6	Activités éditoriales	49
10.1.7	Activité d'évaluation	49
10.1.8	Contrats de recherche financés par des institutions publiques	50
10.1.9	Post-doctorants et chercheurs accueillis	51
10.1.10	Indice de reconnaissance	52

10.2	Interaction de l'Unité avec l'environnement non académique, impact sur la société, la culture, la santé	53
10.2.1	Brevets, licences et déclarations d'invention	53
10.2.2	Interaction avec les acteurs socio-économiques	53
10.2.3	Produits destinés au grand public	53
10.3	Implication de l'Unité dans la formation par la recherche	54
10.3.1	Produits des activités pédagogiques et didactiques	54
10.3.2	Productions scientifiques issues des thèses	54
10.3.3	Formation	55
IV	BILAN DE L'ÉQUIPE EDPs²	57
11	PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE EDPs²	57
11.1	Introduction	57
11.2	Effectifs et moyens	57
11.3	Politique scientifique	57
12	PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE DE L'ÉQUIPE EDPs²	58
12.1	Bilan Scientifique	58
V	PROJET ET STRATÉGIE À CINQ ANS DE L'ÉQUIPE EDPs²	63
13	ANALYSE SWOT	63
14	STRUCTURATION, EFFECTIFS ET ORIENTATIONS SCIENTIFIQUES	63
15	ANNEXE 5 - Produits et activités de la recherche de l'équipe EDPs²	67
15.1	Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique de l'équipe EDPs ²	67
15.1.1	Journaux, revues	67
15.1.2	Livres	75
15.1.3	Ouvrages	75
15.1.4	Colloques, congrès, séminaires	76
15.1.5	Articles soumis	77
15.1.6	Produits et outils informatiques	78
15.1.7	Activités éditoriales	78
15.1.8	Activité d'évaluation	78
15.1.9	Contrats de recherche financés par des institutions publiques	79
15.1.10	Post-doctorants et chercheurs accueillis	80
15.1.11	Indice de reconnaissance	80
15.2	Interaction de l'équipe EDPs ² avec l'environnement non académique, impact sur la société, la culture, la santé	82
15.2.1	Brevets, licences et déclarations d'invention	82
15.2.2	Interaction avec les acteurs socio-économiques	82
15.2.3	Produits destinés au grand public	82
15.3	Implication de l'équipe EDPs ² dans la formation par la recherche	83
15.3.1	Productions scientifiques issues des thèses	83
15.3.2	Formation	83
VI	BILAN DE L'ÉQUIPE GÉOMÉTRIE	87

16 PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE GÉOMÉTRIE	87
16.1 Introduction	87
16.2 Effectifs et moyens	87
16.3 Politique scientifique	88
17 PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE DE L'ÉQUIPE GÉOMÉTRIE	89
17.1 Bilan Scientifique	89
17.2 Faits marquants	93
VII PROJET ET STRATÉGIE À CINQ ANS DE L'ÉQUIPE GÉOMÉTRIE	95
18 ANALYSE SWOT	95
19 STRUCTURATION, EFFECTIFS ET ORIENTATIONS SCIENTIFIQUES	95
20 ANNEXE 6 - Produits et activités de la recherche de l'équipe GÉOMÉTRIE	99
20.1 Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique de l'équipe Géométrie	99
20.1.1 Journaux, revues	99
20.1.2 Ouvrages	102
20.1.3 Colloques, congrès, séminaires	102
20.1.4 Articles soumis	102
20.1.5 Activités éditoriales	102
20.1.6 Activité d'évaluation	103
20.1.7 Contrats de recherche financés par des institutions publiques	103
20.1.8 Post-doctorants et chercheurs accueillis	104
20.1.9 Indice de reconnaissance	104
20.2 Interaction de l'équipe Géométrie avec l'environnement non académique, impact sur la société, la culture, la santé	109
20.2.1 Activités d'expertises scientifiques	109
20.2.2 Produits destinés au grand public	110
20.3 Implication de l'équipe Géométrie dans la formation par la recherche	110
20.3.1 Produits des activités pédagogiques et didactiques	110
20.3.2 Productions scientifiques issues des thèses	110
20.3.3 Formation	111
VIII BILAN DE L'ÉQUIPE LIMD	113
21 PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE LIMD	113
21.1 Introduction	113
21.2 Effectifs et moyens	113
21.3 Politique scientifique	114
22 PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE DE L'ÉQUIPE LIMD	117
22.1 Bilan Scientifique	117
22.2 Faits marquants	122
IX PROJET ET STRATÉGIE À CINQ ANS DE L'ÉQUIPE LIMD	127
23 ANALYSE SWOT	127

24 STRUCTURATION, EFFECTIFS ET ORIENTATIONS SCIENTIFIQUES	127
24.1 Analyse globale	127
24.2 Moyens, renouvellement des partenariats	128
24.3 Liens avec les autres équipes	128
24.4 Projets thématiques	129
25 ANNEXE 7 LIMD	134
25.1 Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique de l'équipe LIMD	134
25.1.1 Journaux, revues	134
25.1.2 Livres	136
25.1.3 Ouvrages	136
25.1.4 Colloques, congrès, séminaires	136
25.1.5 Articles soumis	141
25.1.6 Produits et outils informatiques	142
25.1.7 Activités éditoriales	142
25.1.8 Activité d'évaluation	143
25.1.9 Contrats de recherche financés par des institutions publiques	143
25.1.10 Post-doctorants et chercheurs accueillis	144
25.2 Interaction de l'équipe LIMD avec l'environnement non académique, impact sur la société, la culture, la santé	144
25.2.1 Brevets, licences et déclarations d'invention	144
25.2.2 Produits destinés au grand public	144
25.3 Implication de l'équipe LIMD dans la formation par la recherche	145
25.3.1 Produits des activités pédagogiques et didactiques	145
25.3.2 Productions scientifiques issues des thèses	145
25.3.3 Formation	145

NB. Les acronymes colorés de ce rapport sont des liens vers les sites internet des organismes ou des projets scientifiques qu'ils désignent.

Toutes les informations requises par chaque section du rapport sont données dans cette même section, sans renvoi à d'autres sections, ce qui a pour conséquence des redites d'une section à l'autre.

Première partie

BILAN DE L'UNITÉ

1. PRÉSENTATION DE L'UNITÉ

1.1 Introduction

Le Laboratoire de Mathématiques (**LAMA**) de l'Université Savoie Mont Blanc (**USMB**) est une UMR du **CNRS** (**UMR 5127**) ayant deux tutelles, l'USMB et le CNRS et comprend, en mai 2019, **31 membres permanents** pour un effectif global de **59 personnes**. Il s'est structuré au cours des 25 dernières années autour de **3 équipes de recherche** :

- **EDPs²** : Équations aux Dérivées Partielles : études déterministes et probabilistes,
- **GÉO** : Géométrie,
- **LIMD** : Logique, Informatique et Mathématiques Discrètes.

Cette diversité de thèmes de recherche dans un seul laboratoire représente les multiples composantes de l'**INSMI** (Institut National des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions), qui est l'institut de rattachement principal du LAMA, dans les domaines de recherche suivants : mathématiques fondamentales, mathématiques appliquées et mathématiques/informatique. Le LAMA possède en outre un institut de rattachement secondaire, il s'agit de l'**INS2I** (INstitut des sciences de l'Information et de leurs Interactions), justifié par la présence de chercheurs CNRS et d'enseignants-chercheurs rattachés aux disciplines de l'**INS2I**. Enfin, le LAMA a officiellement demandé à la future Université Intégrée de Grenoble qu'elle devienne l'une de ses tutelles (voir la section 1.3).

Notre volonté commune est la qualité de notre recherche - dans toute la diversité des mathématiques, du fondamental aux interactions - et son inscription dans les problématiques les plus vivantes et les plus concurrentielles lui correspondant. Nous avons également la volonté de développer les interactions des mathématiques selon un mode propre à chacune des trois équipes du laboratoire ; il s'agit ici des interactions avec d'autres sciences (géophysique, physique, biologie, médecine, mécanique et informatique, imagerie médicale) ou avec d'autres domaines des mathématiques (arithmétique, géométrie appliquée en théorie du contrôle, méthodes probabilistes pour les EDP, techniques combinatoires pour la théorie de la démonstration), aussi bien que de valorisations pédagogiques ou d'interactions avec le monde de l'entreprise. Cette assise fondamentale de notre recherche de laquelle découle, lorsque cela est possible, des applications vers le monde scientifique extérieur, technologique ou économique répond au soutien de l'INSMI, dont dépend le laboratoire, en faveur d'une recherche en prise avec les grands enjeux fondamentaux comme d'une recherche pluridisciplinaire.

Le profil des activités de l'unité est donné dans le tableau ci-dessous (figure 1).

Unité/Équipes	% Recherche Fondamentale	% Interactions avec L'environnement	% Formation Par la recherche	% Appuis À la recherche
Unité	83	7	10	17
EDPs2	75	10	15	20
Géométrie	94	1	5	20
LIMD	80	10	10	10

FIGURE 1 – Profil des activités du LAMA

1.2 Effectifs et moyens

1.2.1. Effectifs

En mai 2019, le laboratoire comprend **59** personnes pour **31** membres permanents dont **28** enseignant-chercheurs ou chercheurs CNRS. Le taux de chercheurs CNRS, au nombre de **6**, est **21 %**. Le dernier recrutement PR date de **2010**, le dernier recrutement MCF date de **2014**, la dernière affectation CR date de **2016**.

La composition nominative des équipes est donnée en section 6. La répartition du personnel par catégorie est la suivante :

- **21** enseignants-chercheurs
 - **10** professeurs,
 - **11** maîtres de conférences (dont **4** HDR et 4 à 5 HDR à venir sur le prochain contrat),
- **6** chercheurs CNRS
 - **1** directeur de recherche,
 - **5** chargés de recherche (dont **4** HDR),
- **1** PRAG (avec service d'enseignement à Annecy),
- **1** IR USMB
- **2** personnels administratifs
 - **1** ITA CNRS, responsable administrative, recrutée en juin 2018 (en remplacement d'1 ITA CNRS),
 - **1** personnel BIATSS USMB affectée à 50% au LAMA depuis septembre 2017 (en remplacement d'1 personnel BIATSS USMB à 100%).

À ces 31 membres permanents s'ajoutent :

- **3** professeurs émérites (1 dans chaque équipe),
- **5** collaborateurs bénévoles,
- **20** doctorants en mai 2019.

Le tableau suivant (figure 2) montre la répartition¹ des membres du laboratoire (permanents et non-permanents) en 2018-2019.

	PR	MCF (HDR)	EC	DR	CR (HDR)	CNRS	IR	PRAG	BIATSS ITA	Permanents	PR émérite	Collaborateur Bénévole	Doctorant	Effectif
EDPs ²	4	4 (2)	8	1	2 (1)	3	0,5	1		12,5	1	1	13	27,5
GEO	3	5 (1)	8		0,5+0,5 (0,5)	1				9	1	2	4	16
LIMD	3	2 (1)	5		1+0,5+0,5 (1,5)	2				7	1	2	3	13
Administration							0,5		1,5	2				2
Unité	10	11 (4)	21	1	5 (3)	6	1	1	1,5	30,5	3	5	20	58,5

FIGURE 2 – Effectifs du LAMA par équipe

Le flux total (-2) des personnels durant le précédent contrat est négatif : -4 chercheurs/enseignants-chercheurs, + 2 chercheurs. Le flux positif traduit le soutien du CNRS, le flux négatif des enseignants-chercheurs (-3) ne pouvant plus être rééquilibré sur le volet recherche par des affectations de chercheurs et accroissant d'autant les charges sur le volet enseignant et administratif, est le principal sujet de pré-occupation du LAMA.

— Départs

- **1** PR : C. Lécot (**EDPs²**, départ à la retraite en octobre 2018).
- **2** MCF : X. Provençal, C. Raffalli (**LIMD**, départs en septembre 2017, démission en 2018 pour des postes à l'étranger)
- **1** CR : G. Theyssier (**LIMD**, mutation en septembre 2015)

1. La notation 0,5 + 0,5 dans la colonne CR vient de ce que 2 CR CNRS sont chacun à la fois membre des équipes **GÉO** et **LIMD**. La notation 0,5 dans la colonne IR vient de ce que notre IR répartit à parts égales son activité d'une part en activité de recherche et d'autre part en activité de maintenance du parc informatique, de la gestion des pages internet et de la communication de l'unité.

- 1 IE CNRS : C. Billat
- 1 BIATSS USMB : N. Marie

— Arrivées

- 2 CR : S. Tavenas (50% **GÉO**-50 % **LIMD**), J.-L. Verger-Gaugry (depuis l'**Institut Fourier**).
- 1 ITA : L. Bastide (en remplacement de C. Billat)

Le diagramme ci-dessous (figure 3) montre la répartition PR-DR/MCF-CR.

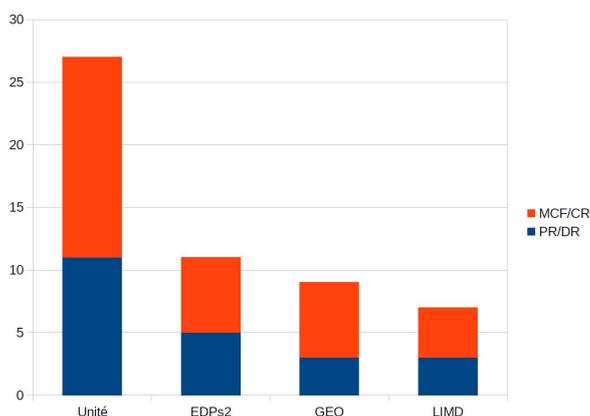


FIGURE 3 – Répartition PR-DR/MCF-CR

Le tableau suivant (figure 4) précise le flux des doctorantes et des doctorants de l'unité. Ce flux est globalement stable. En 2018-2019 le LAMA compte **20** doctorantes et doctorants pour **18** permanents HDR. D'autre part tous les permanents HDR de moins de 60 ans encadrent au moins une thèse tandis que **4** MCF ou CR non HDR (sur un total de 9) co-encadrent une thèse.

Thèses soutenues Entre 2014 et 2019	Thèse en cours
20	20

FIGURE 4 – Doctorants

Le diagramme ci-dessous (figure 5) est la pyramide des âges des enseignants-chercheurs et des chercheurs en 2019 du LAMA.

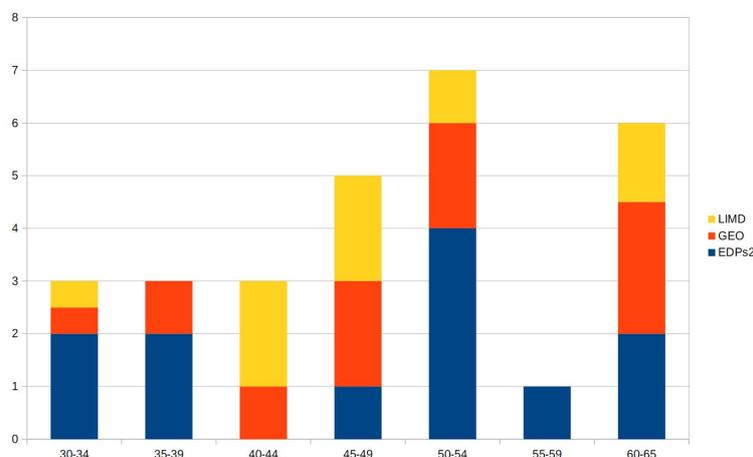


FIGURE 5 – Pyramide des âges EC & C en 2019

Les courbes ci-dessous (figure 6) représentent l'évolution de l'effectif du LAMA. Le tableau de gauche représente l'évolution de l'effectif global (enseignants-chercheurs et chercheurs) tandis que le tableau de droite représente l'évolution de l'effectif des enseignants-chercheurs seulement. On a indiqué l'effectif prévisionnel (hors recrutements et promotions possibles) en fin de contrat prochain, ce qui correspond entre 2019 et 2014 au départ de **5** PR (P. Baras, C. Bourdarias (en 2020), K. Kurdyka, P. Orro, K. Worytkiewicz) et **1** CR (J.-L. Verger-Gaugry), soit 21 % des permanents et 28 % des enseignants-chercheurs du LAMA. Ces permanents sur le départ constituent la colonne de droite du diagramme 5 de la pyramide des âges.

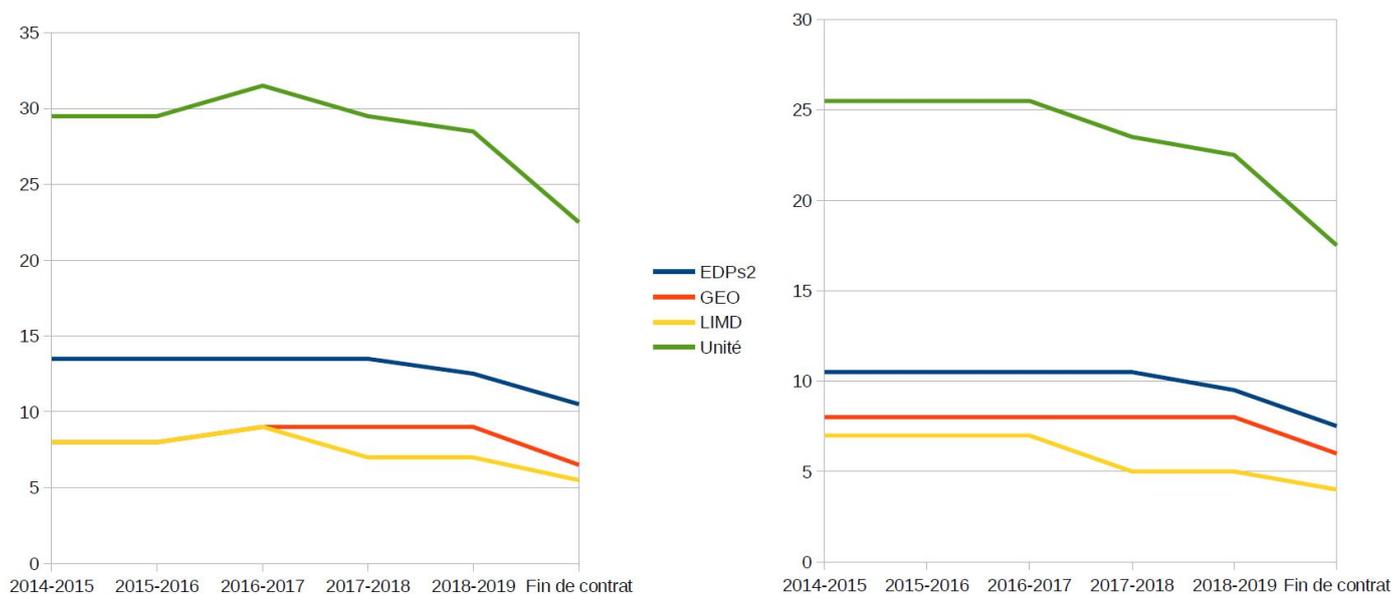


FIGURE 6 – Evolution des permanents (EC-C et EC) - Projection en 2024

Conclusion. La pyramide des âges et les perspectives de départ des MCF et des CR promouvables mettent le laboratoire dans une situation extrêmement préoccupante en ce qui concerne les postes permanents sur la période du prochain contrat, car un laboratoire de la taille du LAMA ne pourrait amortir la perte sèche de ces postes. Cette situation fait en outre suite à un bilan négatif départs/arrivées sur la période du dernier contrat. Cette analyse avait été clairement anticipée dans le rapport HCÉRES 2014-2015².

1.2.2. Moyens

Le budget global du laboratoire est en augmentation sur l'ensemble du dernier contrat.

Les **crédits récurrents** de l'unité sur la dernière période s'élèvent en moyenne à 80 k€ (à titre d'exemple en 2019 : 57 k€ provenant de l'USMB et 25 k€ du CNRS). Cette part du budget est à peu près stable sur l'ensemble du contrat (dans le détail on note une augmentation des crédits CNRS de 25 % entre 2014 et 2017, puis une stabilité, et une très légère baisse des crédits USMB), ce qui traduit sur le plan financier un soutien solide des deux tutelles du LAMA.

À ces crédits récurrents s'ajoutent des crédits provenant d'AAP (appels à projets) annuels ou pluri-annuels divers,

- soit locaux (USMB, **IDEX UGA**³, Fédération de Recherche **MARA**⁴, etc.),

2. Voir l'**Évaluation HCÉRES du LAMA 2014-2015**, page 5.

3. **UGA** : Université Grenoble Alpes.

4. **MARA** : Mathématiques Auvergne-Rhône-Alpes. Il s'agit de la fédération de recherche en mathématiques FR3490, regroupant les laboratoires de la Région et réunissant près de 500 enseignants-chercheurs et chercheurs, ainsi que 250 doctorants. Fondée en 2014 elle est la réunion des laboratoires partenaires :

l'ICJ, Institut Camille Jordan, UMR 5208 CNRS, Université de Lyon I, Université Jean Monnet Saint-Etienne, Ecole

— soit nationaux (ANR, IUF, PICS, Make Our Planet Great Again, 80 Prime etc.).

À titre d'exemple l'USMB a accordé, en 2019-2020, 16 k€ d'AAP USMB, dont 2 k€ de fonctionnement et 14 k€ de budget correspondant à 4 invitations d'un mois chacune de professeurs étrangers, tandis qu'en 2018-2019 l'USMB a accordé à l'unité, sur les mêmes AAP, un budget de 20 k€ répartis en 13 k€ de fonctionnement et 7 k€ de PR invités. On voit ici que les crédits de fonctionnement sur AAP peuvent présenter une certaine variabilité d'une année sur l'autre.

En ce qui concerne le fonctionnement et l'investissement, les crédits récurrents USMB et CNRS représentent 45% du budget 2019 de l'unité, la part des crédits ANR (ceux-ci étant répartis annuellement) 30%, la part des AAP annuels 25% (voir la figure 7). Tandis que la part annuelle du budget 2019 des **5 ANR** actuellement en cours (fonctionnement-investissement-personnel) correspond environ au double de celle du budget récurrent.

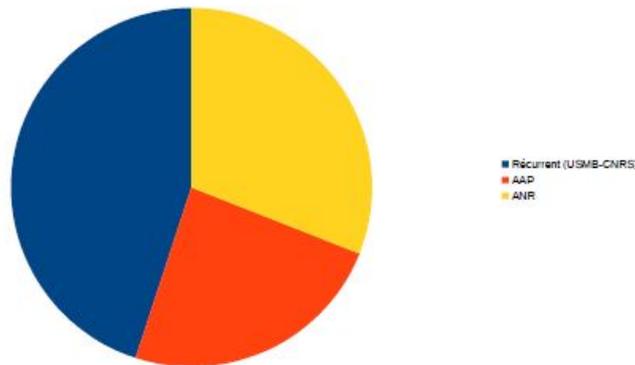


FIGURE 7 – Parts relatives des crédits récurrents USMB & CNRS (en bleu), des ANR (en jaune) et des AAP (en rouge) dans le budget de fonctionnement et d'investissement du laboratoire

Le laboratoire veille à une répartition équitable des fonds entre les équipes (celle-ci est faite au prorata des membres de chaque équipe) et à ce que chacun de ses membres puisse conduire ses recherches dans les conditions les meilleures : accueil de chercheurs, invitation aux séminaires locaux, participation à des séminaires nationaux et des colloques nationaux ou internationaux. Une fois ventilés sur les lignes financières des équipes celles-ci bénéficient d'une grande autonomie de gestion de leurs crédits de fonctionnement et d'investissement.

Jusqu'en 2018 une ligne spécifique doctorantes/doctorants était mise en place. Cette ligne est désormais répartie dans chaque équipe pour plus d'efficacité (les besoins des doctorantes/doctorants s'exprimant plus naturellement au sein de chaque équipe).

Le LAMA ne bénéficie pas de financement d'emplois de type post-doctorante ou post-doctorant, autrement que sur des financements ANR ou AAP, ou même de postes d'ATER. Ce qui prive le laboratoire d'une marge de manœuvre certaine en terme de politique scientifique, dans le contexte actuel de non réaffectation des postes permanents libérés.

Depuis 2011, les nouveaux arrivants au LAMA bénéficient d'un budget d'environ 3 000 € pour s'installer et poursuivre leurs recherches ; cette politique sera reconduite dans le prochain contrat.

Conclusion. Du point de vue des moyens récurrents le LAMA est soutenu par ses deux tutelles que sont l'USMB et le CNRS. La part importante des AAP locales et nationales dans les ressources financières du laboratoire, bien que traduisant une reconnaissance certaine de l'activité de recherche du LAMA, pourrait être un facteur d'incertitude budgétaire. D'autre part les réponses aux différents AAP

Centrale de Lyon, INSA Lyon,

l'Institut Fourier, UMR 5582 CNRS, Université Grenoble Alpes,

le LMBP, Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal, Laboratoire de Mathématiques, UMR 6620 CNRS, Université Clermont-Auvergne,

le LAMA, Laboratoire de Mathématiques, UMR 5127 CNRS, Université Savoie Mont Blanc,

le LJK, Laboratoire Jean Kuntzmann, UMR 5224 CNRS, Université Grenoble Alpes,

l'UMPA, Unité de mathématiques pures et appliquées, UMR 5669 CNRS, ENS de Lyon.

occupent une part croissante de l'activité des porteurs, un temps et une énergie pris en grande partie sur le temps consacré à la recherche.

Enfin des efforts doivent être faits en vue de traduire la recherche valorisable en contrats industriels, ce qui permettrait de diversifier les ressources du laboratoire et viendrait à l'appui de l'offre de formation mise en place lors du dernier contrat ; l'ouverture de deux parcours **CMI-Math** et **CMI-Info** et d'un Master de Modélisation Mathématiques et Analyse Appliquée **MMAA** en lien avec le contexte économique (voir plus précisément le paragraphe Formation par la recherche dans la Section 1.3).

1.3 Politique scientifique

Implication dans la recherche de pointe. Les thèmes de recherche développés dans le laboratoire sont définis au sein de chacune des équipes. Ils se déclinent ainsi :

- Analyse et/ou calcul scientifique des équations aux dérivées partielles.
- Théorie des processus stochastiques et/ou probabilités numériques.
- Géométrie algébrique réelle et géométrie modérée au sens large
- Géométrie sous-riemannienne et de Finsler.
- Théorie des nombres.
- Logique et complexité.
- Calcul formel, arithmétique, protection de l'information, géométrie.
- Algorithmique et Combinatoire.

Ces thèmes sont détaillés dans la section 6. Ils orientent le laboratoire sur des axes de recherches reconnus internationalement comme majeurs. En contrepartie, chacune des équipes est reconnue au plan national et international au travers de ces thématiques comme l'attestent les travaux de recherche publiés lors du dernier contrat, qui sont nombreux et de très bonne qualité (voir section 3.1). Le laboratoire souhaite donc logiquement soutenir chacun de ses axes actuels de recherche lors du prochain contrat.

Les axes de recherche principaux du LAMA sont globalement stables dans le temps, ce qui assure au laboratoire une certaine identité. Néanmoins, ils sont dans le détail revitalisés par l'évolution naturelle des projets de recherche individuels. Cette évolution des projets individuels, dans un faisceau cohérent de thématiques, traduit l'évolution même de ces thématiques au niveau international.

Il est à noter que l'évolution autonome des thèmes de recherche de chaque membre du LAMA garantit bien plus, depuis 5 ans, au niveau du laboratoire, la respiration thématique que ne le fait le flux propre des permanents, qui se trouve être sortant plutôt qu'entrant sur la période du précédent contrat :

- 4 départs : 1 PR (2018), 2 MCF (2018), 1 CR (2015)
- 2 arrivées : 2 CR (2016).

Bien entendu la bonne adéquation entre l'évolution, d'une part des projets individuels au LAMA, et d'autre part des domaines de recherche au niveau mondial, ne se fait qu'à proportion de l'inscription des membres du LAMA dans la recherche de pointe. Dès lors, afin d'éviter un enlisement de ses thématiques par une ouverture salutaire aux thèmes émergents et connexes à ses thèmes historiques, le laboratoire se doit d'encourager l'implication de ses membres dans une recherche ambitieuse.

Cette politique se décline sans surprise de la manière suivante.

- Incitation à participer à des programmes thématiques internationaux trimestriels ou semestriels (Institut Fields, IHP, Isaac Newton Institute, MSRI Berkeley etc.), incitation à déposer des demandes de délégation au CNRS ou de CRCT que ce soit pour participer à ces programmes de recherche ou en vue d'une HDR, incitation à la réactivité aux AAP de l'USMB, du CNRS, de l'**IDEX** de l'UGA et du **Labex Persyval-Lab** qui supposent généralement des coopérations scientifiques avec des laboratoires du site grenoblois, incitation à déposer des demandes d'ANR, d'IUF ou d'ERC.
- Soutien aux interactions inter-équipes, aux directions de thèses communes à deux équipes.
- Soutien financier aux collaborations locales (avec des membres d'autres laboratoires de l'USMB,

comme le CEA/l'INES⁵, le LOCIE⁶, le LECA⁷, ISTerre⁸) financement de missions de collaboration scientifique de courte ou moyenne durée.

- Soutien financier et administratif aux conférences organisées par les membres du LAMA.

Le laboratoire mesure la qualité de sa recherche au prestige des journaux dans lesquels sont publiés les travaux de ses membres, ainsi qu'aux indices de rayonnement standards (invitations dans les laboratoires étrangers et les programmes semestriels, invitations dans des conférences internationales, organisations de telles conférences, participations à des comités éditoriaux et des instances d'évaluation de la recherche, IUF, ERC, déclarations d'invention). L'objectif du laboratoire est de permettre aux équipes d'optimiser ces indicateurs vertueux, en mobilisant l'ensemble de ses moyens.

Formation par la recherche. Le flux d'étudiants en thèse passant par le laboratoire est un autre moyen, en période de perte effective de postes et de grande incertitude, même à moyen terme, quant au devenir des autres, de garantir le dynamisme et la renouvellement de nos thèmes de recherche. Les co-encadrements ou les co-tutelles, qui représentent la moitié des thèses en cours au LAMA, sont aussi une façon d'établir une coopération sur la durée avec des collègues d'autres laboratoires. À ce titre le laboratoire encourage le dépôt de sujets de stage de M2 recherche et de thèse sur son site et afin de favoriser l'attractivité du LAMA pour les doctorantes et les doctorants, il a été mis en place un système de financement auxiliaire sur dossier des stages de M2 pour les meilleurs candidats (2 à 3 stages par an pour lesquels les frais de déplacement et de logement sont pris en charge par le laboratoire, en sus de la rémunération légale des stagiaires).

Le **Master MMAA** (Master Modélisation Mathématique et Analyse Appliquée) a été mis en place en 2016 par le laboratoire. Il s'agit d'un Master professionnalisant en lien avec le contexte économique local, qui vient compléter le parcours **CMI-Math**⁹, également mis en place lors du contrat avec un parcours **CMI-Info**. Le Master **Master MMAA** comprend actuellement 8 étudiants en M1 et 5 étudiants en M2. Il devrait logiquement voir ses effectifs s'accroître dans les 2 années à venir. Cette offre de formation répond à une recommandation du précédent rapport HCÉRES :

« Le LAMA, comme d'ailleurs les autres unités de la région, subit la baisse des effectifs des étudiants en mathématiques. Suite à la réforme ESPE 2, l'USMB n'accueille plus de Master en mathématiques, rendant de ce fait, les études en mathématiques moins attractives, y compris au niveau de la Licence [...] Dans les deux autres équipes, l'essentiel des débouchés des doctorants est de type académique, alors que le nombre de ces postes est en diminution. Les débouchés de type « industriels » semblent absents.

Recommandation. Proposer un Master professionnel attractif soutenu par l'USMB. »¹⁰

5. L'INES (Institut de l'énergie solaire) est le centre de référence en France et l'un des premiers en Europe, dédié à la recherche, à l'innovation ainsi qu'à la formation sur l'énergie solaire. Il regroupe les équipes du CEA et de l'université de Savoie.

6. Le LOCIE (Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement) est le laboratoire de recherche représentant l'Université de Savoie et le CNRS au sein de l'Institut National de l'Énergie Solaire INES. Il s'agit d'une UMR CNRS, laboratoire de Polytech Annecy-Chambéry.

7. Le LECA (Laboratoire d'écologie alpine) est une UMR CNRS qui réunit l'ensemble des chercheurs en écologie de l'UGA, au travers de la ComUE de l'UGA.

8. ISTerre (Institut des Sciences de la Terre) est une UMR CNRS qui réunit l'ensemble des chercheurs en Sciences de la Terre de l'UGA, au travers de la ComUE de l'UGA.

9. Mise en place des parcours **CMI-Math** et **CMI-Info** lors du dernier contrat quinquennal : Le Cours Master en Ingénierie (CMI) est une formation renforcée licence-master, cohérente sur 5 ans, débouchant sur des fonctions d'ingénieur et construite sur le modèle international du master of engineering. Sa mise en œuvre est soumise à labellisation par le réseau national **FIGURE**.

Il s'agit d'une formation :

- Sélective, ouverte exclusivement aux bacheliers scientifiques sur dossier et audition,
- Renforcée, soumise à la validation de 6 crédits européens supplémentaires à chaque semestre,
- Équilibrée entre compétences scientifiques et technologiques avec un fort adossement à la recherche,
- Professionnalisée avec de nombreux stages, conférences, visites d'entreprises et de laboratoires,
- Internationalisée avec une expérience obligatoire à l'étranger (stage ou semestre dans une université partenaire),
- À l'encadrement renforcé : enseignements en petits groupes et accompagnement personnalisé.

Un séminaire spécifique est organisé pour les étudiants (de la première année au Master2) de la filière CMI. Il accueille un membre du laboratoire qui vient y présenter de manière adaptée les problématiques de sa recherche.

10. Voir l'**Évaluation HCÉRES du LAMA 2014–2015**, page 5.

On peut estimer que potentiellement les étudiants issus du **Master MMAA** s’engageraient pour environ la moitié d’entre-eux dans des thèses industrielles de type CIFRE.

Le laboratoire encourage fortement l’implication des ses membres dans les autres Masters typés recherche et à même de diriger vers des encadrants du LAMA des étudiants de très bonne qualité. Il s’agit particulièrement de s’impliquer dans les enseignements des Masters grenoblois (**Master Mathématiques et Applications**, Parcours Mathématiques Fondamentales). Le LAMA espère que le potentiel important, à l’échelle des mathématiques, d’allocations doctorales de thèses co-encadrées avec les collègues grenoblois, offertes par le **Labex Persyval-Lab**, dont le LAMA est membre de la deuxième version qui démarre en 2019, viendra à l’appui de cette incitation. Cet encouragement répond à une autre recommandation du rapport HCÉRES 2014-2015 :

« Poursuivre et éventuellement intensifier le développement d’activités communes avec les laboratoires de la région et continuer à proposer régulièrement des cours aux Masters de mathématiques de l’Université Joseph Fourier »¹¹

Au sein du pôle **MSTIC**¹² de l’UGA, dont il est membre, le LAMA participe au montage d’un projet EUR, dont le périmètre thématique ira des mathématiques à ses applications dans le domaine de l’information et de la communication. À l’intérieur de ce projet, le LAMA et les deux laboratoires de mathématiques de l’UGA que sont l’**Institut Fourier** et le Laboratoire Jean Kuntzmann (**LJK**) coordonnent un axe « mathématiques, du fondamental à l’appliqué ». Le LAMA participe également au montage de 2 projets EUR locaux, sur le thème d’une part de l’énergie solaire et d’autre part des réserves d’eau douce des lacs (voir la Section Présentation de l’Écosystème Local 2).

L’équilibre et la coopération entre les équipes. L’ensemble de ces efforts se fait avec le souci de préserver l’équilibre entre les équipes. La structuration du laboratoire en trois équipes reflète une diversité réelle de ses thèmes de recherche. Il s’agit de maintenir cette diversité en respectant les particularités de chacune de nos trois équipes. L’équipe **GÉO**, la composante formée par les logiciens de l’équipe **LIMD**, ainsi qu’une partie de l’activité des membres de l’équipe **EDPs**², sont tournées vers les mathématiques les plus fondamentales, une partie de l’activité de l’équipe **EDPs**² ainsi qu’une partie des membres de l’équipe **LIMD** sont tournées les interactions avec d’autres disciplines (voir la figure 1).

Favoriser la coopération inter-équipes est un facteur essentiel de diversification et d’approfondissement scientifique. Le laboratoire veille à créer un langage commun et une continuité d’intérêts non seulement au sein de chaque équipe, mais à l’échelle du laboratoire. Ceci afin d’éviter un cloisonnement dangereux pour un laboratoire de la taille du LAMA, qui nuirait à son dynamisme scientifique. Il s’agit par exemple de maintenir en parallèle des séminaires des équipes, un séminaire du laboratoire et un colloquium commun avec l’**Institut Fourier** et le **LJK**. Pour affirmer cette volonté, une journée du laboratoire est organisée chaque année. Elle consiste en des exposés courts donnés par des membres du laboratoire aux membres des autres équipes, et qui présentent les grands axes de recherche du LAMA. En 2019, la journée du laboratoire coïncidera avec une journée en l’honneur des 80 ans du CNRS, baptisée « **Autour des Mathématiques** », journée organisée par le LAMA et à laquelle seront associés l’**Institut Fourier**, le **LJK** et le **LAPTh**¹³. Une classe de terminale et deux classes de collège avec lesquelles J. Garnier a travaillé dans le cadre de Math.enJeans seront conviées à la matinée destinée à un très large public.

Politique de recrutement. Le LAMA appliquera pour la période à venir les mêmes règles en matière de recrutement que celles utilisées lors du précédent contrat, à savoir :

- Aucun recrutement local ne sera effectué en dehors de l’article 46.3, dont l’usage ne peut revêtir qu’un caractère d’exception. Par conséquent, d’une part l’incertitude pesant sur le rythme des postes mis au concours et d’autre part les opportunités offertes par le vivier national ou international de candidats d’excellente qualité ne laissent certainement pas présager à moyen terme de recrutement au titre de cet article.
- Les profils des postes mis au concours s’inscriront dans les axes de recherche d’une équipe, par souci de cohésion thématique. Dans ce contexte, le critère de recrutement essentiel est la qualité scientifique d’un dossier. De plus, afin de garantir des recrutements du laboratoire et non d’une équipe, les comités de sélection refléteront la composition du LAMA. Pour un comité de sélection

11. Voir l’**Évaluation HCÉRES du LAMA 2014-2015**, page 5.

12. Il s’agit du pôle Mathématiques, Sciences et Technologies de l’Information et de la Communication de l’UGA.

13. Le **LAPTh** est le Laboratoire de Physique Théorique de l’USMB, établi à Annecy-le-Vieux. Il s’agit d’une UMR CNRS.

de 12 membres - la règle usuelle pour notre laboratoire - chaque équipe fournira 2 membres locaux et proposera 2 extérieurs ; la présidence du comité sera assurée par un rang A extérieur à l'équipe.

- Dans le cas de postes « mixtes », par exemple un poste rattaché administrativement à l'IUT mais dont la recherche est effectuée au LAMA, la règle précédente sera amendée pour que le comité soit représentatif des deux instances concernées. Une attention particulière sera néanmoins portée dans ce cas à la présence des trois équipes dans le comité.

La pyramide des âges des permanents du laboratoire (cf. figure 5) montre que, durant le prochain contrat quinquennal, plusieurs membres partiront à la retraite : **5** PR (P. Baras, C. Bourdarias (départ en 2020), K. Kurdyka, P. Orro, K. Worytkiewicz) et **1** CR (J.-L. Verger-Gaugry), représentant 21% des permanents du laboratoire. Le LAMA espère également que durant la même période au minimum **2** de ses MCF quitteront le laboratoire suite à une promotion.

S'ajoutent à ces départs programmés, des départs récents : **1** PR parti à la retraite en 2018 (C. Lécot) et **2** MCF qui ont quitté le laboratoire pour des postes à l'étranger en 2017 (X. Provençal et C. Raffalli). Dans le même temps deux CR ont été affectés au LAMA, maintenant quelque peu l'effectif à niveau. Le poste occupé par C. Lécot, pourtant très investi dans le montage et le pilotage de filières ainsi que dans sa recherche, a été redéployé par l'USMB et le flou demeure sur les deux autres postes, suspendus à un plan informatique à l'échelle de l'établissement, dont les contours nous sont inconnus en dépit de nos demandes d'éclaircissement. Au niveau d'un laboratoire de taille moyenne comme le LAMA, ces pertes, si elles ne sont pas très vite compensées, représentent un danger immédiat pour le maintien de la qualité de la recherche au sein du laboratoire et un danger à court terme pour sa cohésion. La perte de ces postes romprait la nécessaire harmonie thématique au sein des équipes et augmenterait dramatiquement les charges liées à l'administration et l'enseignement, charges déjà importantes pour notre laboratoire :

- D. Bresch est président du comité national de la section 41 du CNRS,
- P. Briand a été entre 2016 et 2018 délégué scientifique du HCÉRES et il est actuellement directeur adjoint scientifique à l'INSMI,
- P. Orro est directeur de l'UFR SCEM à laquelle sont rattachés les enseignants-chercheurs du LAMA,
- le LAMA porte les deux filières **CMI-Info** et **CMI-Math** et les enseignants-chercheurs du LAMA interviennent sur le site d'Annecy).

Il est à noter que ces charges grèvent d'autant le temps de recherche car celles-ci donnent lieu à des décharges d'enseignement très marginales en comparaison des tâches : 20 h pour le directeur du département, 36 h pour le directeur du laboratoire et 12 h pour le directeur adjoint.

Dans ces circonstances, le LAMA souhaiterait lors du prochain contrat :

- Reconduire dans chacune des équipes les 3 postes laissés libres suite aux départs évoqués ci-dessus, ceci afin de ne pas tomber sous un seuil critique d'enseignants-chercheurs par équipe et rompre l'équilibre entre les équipes ainsi que la continuité de leur spectre thématique.
- Instaurer un dialogue de confiance avec la direction de l'USMB débouchant sur une vision à moyen terme du développement scientifique du LAMA et de l'avenir de la recherche en mathématiques et en informatique à l'USMB, qui nous permette de tracer les lignes d'une politique scientifique raisonnée lors du prochain contrat. L'objectif étant de compenser sur quelques années les départs annoncés ci-dessus afin de maintenir la recherche en mathématiques à l'USMB au premier plan mondial.

Tutelle supplémentaire. À l'occasion de la restructuration du site grenoblois en Université Intégrée, faisant suite à la **ComUE** de l'Université Grenoble Alpes, de laquelle l'USMB était partenaire, s'est posée la question pour les deux universités du niveau d'intégration des UMR de l'USMB ne possédant pas déjà la tutelle de l'université de Grenoble. La question de la tutelle supplémentaire de l'Université Intégrée de Grenoble a dans ce contexte été posée au LAMA. le LAMA souhaitant bénéficier pleinement des opportunités offertes par l'**IDEX** et élargir sa coopération et sa coordination scientifique avec les laboratoires de mathématiques grenoblois que sont l'**Institut Fourier** et le **LJK**, a répondu favorablement à cette question. Une motion validant cette demande a été votée à l'unanimité en assemblée générale le 23 avril 2019. Elle officialise la demande que l'Université Intégrée de Grenoble devienne une des tutelles du LAMA aux côtés de l'USMB et du CNRS. Le CNRS et l'UGA ont également été saisis de cette demande le 23 avril. Des discussions ont lieu entre l'USMB, l'INSMI et l'UGA au sujet de cette demande, qui concerne

également 5 UMR de l'USMB ne possédant pas la tutelle UGA.

2. PRÉSENTATION DE L'ÉCOSYSTÈME LOCAL

Le LAMA diffuse sa recherche aux interfaces des mathématiques grâce aux opportunités offertes par l'écosystème académique local. Nous détaillons ci-dessous l'implication du LAMA dans ce réseau.

Au niveau local, c'est-à-dire au niveau de l'USMB, les liens avec les laboratoires environnants sont nombreux. Ils concernent bien évidemment la part la plus appliquée des mathématiques faites au LAMA et principalement l'équipe **EDPs**². À proprement parler, il n'existe pas de structure de coordination et de recherche inter-laboratoires mise en place par l'USMB. En ce sens les interactions des membres du LAMA avec les laboratoires du site savoyard traduit leur volonté propre d'interactions. Ces collaborations ont pour thèmes : Biologie-Ecologie, Géophysique, Hydrologie, Mécanique des Fluides, Energie et Matériaux et les partenaires locaux sont :

- **EDF** (Centre d'Ingénierie Hydraulique, Le Bourget-du-Lac et EDF-Lab Chatou (Haute-Savoie)) :
C. Bourdarias et S. Gerbi ont modélisé des écoulements d'eau en conduites fermées uniformes par une approche du type Saint-Venant et il ont proposé une méthode hybride volumes finis-méthode cinétique pour la résolution du modèle. Le modèle proposé est utilisé depuis 2008 dans le code industriel FlowMix d'EDF (Centre d'Ingénierie Hydraulique, Le Bourget du Lac). Ils ont également, avec B. de Laage de Meux, J.-M. Hérard (EDF Chatou) et C. Demay, (étudiant en thèse CIFRE à EDF Chatou, thèse soutenue en 2017), étudié l'entraînement d'air dans les écoulements en conduites fermées. C. Demay est actuellement chercheur titulaire à EDF, R&D Chatou.
- **L'INES/CEA**¹⁴ : D. Dutykh collabore avec M. Cugnet (chef de projets au CEA-Tech / LITEN / INES) autour de la modélisation liées aux batteries ou de la visualisation des données multi-dimensionnelles, afin d'améliorer la performance des voitures électriques. Un groupe de travail hebdomadaire est en place au LAMA.
D. Dutykh co-dirige avec S. Lespinats (CEA/DTS/INES)) la thèse de B. Colange (démarrée en 2017). Il s'agit d'un travail de réduction de dimension, de visualisation et d'interprétation des données, utilisant des méthodes de mapping ou de production/construction de cartes.
D. Dutykh souhaite continuer à s'investir avec l'INES et le CEA autour des méthodes numériques pour la prédiction du transfert de chaleur et d'humidité au travers de milieux poreux. Un dépôt de brevet sur le sujet est en cours.
- **INRIA** : D. Bresch est porteur local de l'ANR **VISCAP** associant des membres de l'INRIA.
- le **LOCIE**¹⁵ : Un deuxième dépôt de brevet dans lequel est impliqué D. Dutykh, en partenariat avec le CEA et le LOCIE, est prévu.
D. Bresch représente les membres du LAMA impliqués dans le projet Optiwind (horizon 2020 / Clean Sky) en collaboration avec Saint Gobain et porté par l'USMB par C. Ruyer-Quil du LOCIE.
D. Bresch est porteur local de l'ANR FRAISE (débutée en 2016), projet auquel sont associés des membres du LOCIE.
- Le **LECA**¹⁶ : J. Garnier co-dirige la thèse de L. Ledru (démarrée en 2018), avec C. Gallet et S. Ibanez du LECA. Cette thèse porte sur une modélisation de l'évolution par sélection naturelle de l'écosystème.
J. Garnier et L. Vuillon font partie de l'ANR Globnet portée par W. Thuillier du LECA (composante de Grenoble).
- **ISTerre**¹⁷ : D. Bresch et C. Acary-Robert propose de continuer une collaboration avec A. Burgisier et M. Collombet (**ISTerre**) sur l'étude mathématique d'un système bi-fluides qui composent

14. **L'INES** (Institut de l'énergie solaire) est le centre de référence en France et l'un des premiers en Europe, dédié à la recherche, à l'innovation ainsi qu'à la formation sur l'énergie solaire. Il regroupe les équipes du CEA et de l'université de Savoie.

15. Le **LOCIE** (Laboratoire Optimisation de la Conception et Ingénierie de l'Environnement) est le laboratoire de recherche représentant l'Université de Savoie et le CNRS au sein de l'Institut National de l'Energie Solaire INES. Il s'agit d'une UMR CNRS, laboratoire de Polytech Annecy-Chambéry.

16. Le **LECA** (Laboratoire d'écologie alpine) est une UMR CNRS qui réunit l'ensemble des chercheurs en écologie de l'UGA, au travers de la **ComUE** de l'UGA.

17. **ISTerre** (Institut des Sciences de la Terre) est une UMR CNRS qui réunit l'ensemble des chercheurs en Sciences de la Terre de l'UGA, au travers de la **ComUE** de l'UGA.

le magma d'un volcan explosif.

C. Acary-Robert et D. Bresch ont participé à deux projets avec le laboratoire **ISTerre** : AAP MODTRANS en 2016- 2017 et un projet CNRS TelluS-INSMI-MI 2016-2017.

Le LAMA participe à un projet d'EUR baptisé LACS, sur le thème des réserves d'eau douce des lacs, avec les laboratoires suivants de l'USMB : **CARTEL**¹⁸, **EDYTEM**¹⁹, **ISTerre**, **LCME**²⁰, **LISTIC**²¹, **LOCIE**, **LLSETI**²².

Le LAMA participe à un projet d'EUR baptisé SOLAIRE, sur le thème de l'énergie solaire, avec les laboratoires suivants de l'USMB : Le **CDPPOC**²³, l'**IREGE**²⁴, le **LEPMI**²⁵, **LISTIC**, **LOCIE** et le **LLSETI**.

À l'échelle académique, l'université de Grenoble a connu lors du dernier contrat et connaîtra lors du prochain contrat, une impressionnante réorganisation. Cette restructuration du paysage universitaire grenoblois dans le but de devenir une université d'importance mondiale, à 40 mn de TER de Chambéry, offre de réelles opportunités de multiplier les collaborations du LAMA et de renforcer le niveau de la recherche qui y est faite. Il s'agit d'un enjeu crucial pour le laboratoire qui lui permettrait via les AAP et les coopérations structurelles induites d'être acteur de son développement, en dehors de la question des postes permanents. Cette nouvelle marge de manœuvre de la politique scientifique du LAMA prendrait place dans un contexte grenoblois fortement structuré, en opposition au flou entourant la stratégie scientifique touchant à la recherche mathématiques au niveau de la tutelle USMB. Les liens entre le LAMA et ses partenaires grenoblois sont déjà solides, à titre d'exemple on compte 4 projets ANR (2 en cours et 2 terminés) impliquant des membres du LAMA de l'**Institut Fourier** et/ou du **LJK** : **ANR Shapo** portée par J. Lamboley, **ANR Geometrya** portée par H. Pajot, **ANR Optiform** portée par A. Henrot et **ANR CoMeDIC** portée par J.-O. Lachaud.

Le LAMA est rattaché à l'école doctorale **MSTII**²⁶ de Grenoble, auprès de laquelle le LAMA candidate chaque année pour des allocations doctorales. L'USMB, soutenant fortement en cela le LAMA, verse une allocation doctorale annuelle à l'école MSTII ; c'est en moyenne ce que le LAMA obtient en retour de l'école MSTII. Le LAMA bénéficie ainsi d'un processus de comparaison et de sélection à l'échelle de l'UGA de ses candidates et de ses candidats à une allocation doctorale.

L'USMB a été membre associé à la Communauté d'Universités et d'Établissements (**ComUE**) de l'académie grenobloise durant le dernier contrat. À ce titre les diplômes de doctorat en mathématiques préparés au LAMA et ayant obtenu une allocation de l'école MSTII ont été délivrés par l'UGA, et ce jusqu'en 2020, date de fin de la **ComUE**. Nous ne savons pas pour l'heure si une co-accréditation aura lieu à partir de 2020, ni quelle forme elle prendra.

La **ComUE** ayant été organisée en pôles de recherche, le LAMA a intégré en 2014 le pôle de recherche **MSTIC**²⁷ de l'UGA, une intégration qui a induit des discussions importantes avec les deux autres laboratoires de mathématiques de l'académie, l'**Institut Fourier** et le **LJK**, et a permis de dégager

18. **CARTEL** (Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et les Écosystèmes Limniques) est une unité mixte INRA - Université Savoie Mont Blanc qui étudie les écosystèmes aquatiques alpins dans un contexte de changement global (climat, pressions anthropiques).

19. **EDYTEM** (Environnements, DYnamiques et TErritoires de la Montagne) est une UMR du CNRS qui rassemble des chercheurs en géosciences (géologie, hydrogéologie, géomorphologie) et en sciences humaines et sociales (géographie) dans le but de résoudre, par une vision transdisciplinaire, les problématiques environnementales et sociétales propres aux zones de montagne.

20. Le **LCME** est le Laboratoire de Chimie Moléculaire et Environnement de l'USMB.

21. Le **LISTIC** est le Laboratoire d'Informatique, Systèmes, Traitement de l'Information et de la Connaissance de Polytech Annecy-Chambéry

22. Le **LLSETI** est le Laboratoire Langages, Littératures, Sociétés, Études Transfrontalières et Internationales.

23. Le **CDPPOC** est le Centre de Droit Public et Privé des Obligations et de la Consommation. Il s'agit du centre de recherche de la Faculté de Droit de l'université Savoie Mont Blanc.

24. L'**IREGE** est l'Institut de Recherche en Gestion et en Économie. Il s'agit du centre de recherche de l'université Savoie Mont Blanc qui rassemble les enseignants-chercheurs en gestion et en économie de cinq composantes de l'université (IAE Savoie Mont Blanc, IUT Annecy, IUT Chambéry, Polytech et Faculté de Droit) et de Grenoble École de Management.

25. Le **LEPMI** est le Laboratoire d'Electrochimie et de Physicochimie des Matériaux et des Interfaces de Grenoble, il s'agit d'une UMR CNRS. Il rassemble des compétences dans la plupart des domaines de l'électrochimie, notamment dans la production et le stockage électrochimique de l'énergie. Son antenne USMB est le LMOPS, le laboratoire des Matériaux Organiques à Propriétés Spécifiques

26. L'école doctorale **MSTII** est l'École Doctorale de Mathématiques, Sciences et Technologies de l'Information et Informatique de l'UGA.

27. Le pôle **MSTIC** est le pôle Mathématiques, Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication de la **ComUE** UGA.

des objectifs communs. Un axe « Mathématiques : du fondamental à l’appliqué » a ainsi émergé au sein du pôle MSTIC. Cet axe organisera les mathématiques et l’informatique telle qu’elle est pratiquée au LAMA, à l’échelle académique dans le prochain projet d’EUR (vague SFRI) porté par le pôle MSTIC. Outre des actions d’animation scientifique, comme le projet d’un colloquium commun, cet axe vise à accroître l’attractivité vis à vis des étudiants aux niveaux Master 1, Master 2, doctoral et post-doctoral. Il s’agit d’une réelle opportunité pour le LAMA d’intervenir davantage dans la formation doctorale (voir la partie formation par la recherche de la section 1.3).

Le **Labex Persyval-Lab**²⁸ (2020–2024) qui intègre dans sa deuxième version le LAMA, offre une grande opportunité concernant les AAP et les allocations doctorales pour des thèses co-dirigées avec nos collègues de l’**Institut Fourier** ou du **LJK**. L’un des objectifs affichés du **Labex Persyval-Lab** est de faire converger ses 4 axes avec ceux du pôle **MSTIC**, dont notamment l’axe « Mathématiques : du fondamental à l’appliqué ». La possibilité de répondre aux AAP « Équipes-Action » du **Labex Persyval-Lab** est une opportunité à saisir : ces AAP visent à constituer des équipes trans-laboratoires regroupées autour d’un thème commun. Un projet autour des EDP, entre l’**Institut Fourier**, le LAMA et le **LJK** verra le jour pour répondre à cet AAP dès l’automne 2019. De plus un investissement accru dans l’enseignement des Masters recherche grenoblois doit permettre un rapprochement naturel entre les encadrants des deux sites et ouvrir la voie à des thèses financées par le **Labex Persyval-Lab** (la règle du Labex étant que les thèses qu’il finance doivent être co-dirigées par des encadrants de deux laboratoires différents), s’ajustant au potentiel de très bons étudiants et étudiants des Masters grenoblois, qui pour l’instant excède la capacité d’attribution d’allocations doctorales par l’école **MSTII**.

Actuellement, le projet **Geospec** du Labex Persyval, porté par E. Oudet, implique des membres du **Institut Fourier**, du LAMA et du **LJK**.

La **ComUE** de l’UGA prend fin en janvier 2020 pour laisser place à une Université Intégrée : le projet **IDEX** « Université Grenoble Alpes : université de l’innovation », porté par le collectif d’établissements universitaires, écoles et organismes réunis par la Communauté Université Grenoble Alpes²⁹, a pour objectif de créer à Grenoble une université unique de premier rang mondial fondée sur l’excellence scientifique. Bien que l’USMB ne soit pas partenaire de ce projet, le LAMA peut prétendre aux AAP de l’**IDEX** seulement au titre de son autre tutelle qu’est le CNRS. La situation s’avérant trop pénalisante, le LAMA a répondu positivement à la proposition de tutelle scientifique de l’Université Intégrée de Grenoble, afin de jouer le rôle qui lui incombe au niveau académique. La tutelle supplémentaire de l’Université Intégrée de Grenoble permettrait en outre de fédérer les efforts des 3 laboratoires de mathématiques en uniformisant le pilotage scientifique à l’échelle académique de ces trois UMR.

Au niveau régional. Le LAMA est impliqué dans la Fédération de recherche FR3490 **MARA**³⁰ inaugurée le 28 février 2014. La première direction en a été assurée par D. Bucur. Elle permet d’accroître le dynamisme du laboratoire notamment pour ce qui est de l’organisation de manifestations scientifiques,

28. Le **PERSYVAL-lab** (Pervasive Systems and Algorithms) a pour ambition de maîtriser la conception et le contrôle de nouveaux systèmes informatiques combinant des dispositifs « intelligents » interconnectés et des objets virtuels interactifs au service de l’Homme. Il fédère 800 chercheurs et enseignants-chercheurs de 10 laboratoires de l’UGA (dont le LAMA) relevant de quatre domaines : l’informatique, le traitement du signal, l’automatique et les mathématiques.

29. Les institutions fondant le consortium de partenaires de l’**IDEX** sont :

- 1 université : Université Grenoble Alpes
- 3 grandes écoles : Grenoble INP, Sciences Po Grenoble, Ecole nationale Supérieure d’Architecture de Grenoble (ENSAG)
- 5 organismes de recherche : CNRS, INRIA, CEA, INSERM, IRSTEA
- Le CHU Grenoble Alpes.

30. La fédération **MARA** est la fédération de recherche en Mathématiques Auvergne-Rhône-Alpes, regroupant les laboratoires de la Région et réunissant près de 500 Enseignants/Chercheurs et Chercheurs, ainsi que 250 doctorants. Fondée en 2014 elle est la réunion des laboratoires partenaires :

- l’ICJ, Institut Camille Jordan, UMR 5208 CNRS, Université de Lyon I, Université Jean Monnet Saint-Etienne, Ecole Centrale de Lyon, INSA Lyon,
- l’Institut Fourier, UMR 5582 CNRS, Université Grenoble Alpes,
- le LMBP, Laboratoire de Mathématiques Blaise Pascal, Laboratoire de Mathématiques, UMR 6620 CNRS, Université Clermont-Auvergne,
- le LAMA, Laboratoire de Mathématiques, UMR 5127 CNRS, Université Savoie Mont Blanc,
- le LJK, Laboratoire Jean Kuntzmann, UMR 5224 CNRS, Université Grenoble Alpes,
- l’UMPA, Unité de mathématiques pures et appliquées, UMR 5669 CNRS, ENS de Lyon.

semestres thématiques, rencontres transfrontalières ou autres.

Un groupe de travail **MathsInFluids** mensuel a été mis en place à l'échelle régionale, impliquant mathématiciens de la fédération **MARA** et physiciens. Les participants à ce groupe de travail viennent de toute la région Auvergne-Rhône-Alpes avec des représentants de l'**Institut Fourier**, du LAMA, du **LMPB**, de l'**ICJ** et de l'**UMPA** côté mathématiciens et du **LEGI**, du **LabPhys**, de l'**École Centrale de Lyon**, du **LOCIE** côté physiciens.

La fédération participe à hauteur de 2500 € aux frais d'organisation d'une conférence « journées EDP Auvergne-Rhône-Alpes-2019 » qui cette fois-ci aura lieu sur deux jours sur le campus du Bourget-du-Lac, pour un public attendu de 50 personnes.

Il est enfin à noter que régulièrement des étudiants de l'ENS Lyon viennent faire des stages de M2 ou des thèses au LAMA (par exemple deux étudiants de l'ENS Lyon débiteront leur thèse au LAMA en septembre 2019).

3. PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE

3.1 Bilan Scientifique

Nous groupons dans cette section les données quantitatives permettant d'apprécier le bilan scientifique du laboratoire.

Le nombre total de publications du LAMA sur la durée du contrat s'élève à **348**, qui se répartissent ainsi :

- **277** articles publiés dans des revues à comité de lecture d'audience internationale,
- **18** articles dans des ouvrages,
- **53** articles dans des actes de colloques.

Enfin **3** ouvrages ont également été publiés.

Ce bilan traduit l'implication de l'ensemble des membres du LAMA dans la recherche internationale.

- **2** dépôts de brevet (l'un en partenariat avec le CEA, l'autre en partenariat avec le CEA et le LOCIE).
- **13** Participations à la création de logiciels.

Le LAMA a accueilli sur la période du contrat :

- **164** chercheurs dont **129** chercheurs étrangers, **1** un EC en délégation CNRS, **6** post-doctorantes/doctorants, **17** stagiaires de Master 1 ou de Master 2.
- **20** thèses ont été soutenues sur la période du précédent contrat pour **18** membres du LAMA possédant une HDR . **20** thèses sont en cours impliquant des membres du LAMA.
- Le nombre total de séminaires ayant eu lieu au LAMA s'élève à **316**.
- Les membres du LAMA ont donné **157** exposés dans des conférences d'audience internationale avec comité scientifique.
- Les membres du LAMA ont effectué plus de **80** séjours en tant qu'invités dans des laboratoires d'universités étrangères.
- **57** conférences ont été organisées ou co-organisées par des membres du LAMA, dont **8** écoles.
- Le laboratoire a hébergé ou héberge **8** contrats ANR et J. Garnier est partenaire d'un contrat ERC (MESOPROBIO).

Les membres du LAMA font partie de **21** comités éditoriaux de revues.

Les membres du LAMA ont été referees de très nombreux journaux internationaux dont les plus importants (Annals of Math, Inventiones, Duke Math. J. etc.) et ont exercé des activités de referee pour de nombreuses conférences sélectives internationales.

3.2 Faits marquants

Articles marquants. On donne ici les **5 publications les plus marquantes** sur la période du contrat. D'autres résultats de premier plan ont été obtenus et publiés dans des revues comme *Algebraic Geometry*, *Ann. Appl. Probab.*, *Ann. Inst. Fourier*, *Ann. Sci. Éc. Norm. Supér.* *Arch Rational Mech*

Anal., *J. Diff. Geom.*, *J. Eur. Math. Soc.*, *J. Fluid mechanics*, *J. Reine, Angew. Math.*, *Forum Math. Pi*, *Trans. Amer. Math. Soc.*, *Int. Math. Res. Not.*, ou dans des actes de colloques importants. Ces articles figurent dans la liste des 20% des articles les plus significatifs de l'unité (voir [10.1.1](#)) et on en trouvera le descriptif dans la section du bilan scientifique des équipes (voir sections [12.1](#), [17.1](#), [22.1](#)).

Les références de la liste qui suit sont celles de la liste des 20 % des articles les plus significatifs de l'unité, section [10.1.1](#).

- [\[8\]](#) D. Bresch et P.-E. Jabin. Global existence of weak solutions for compressible Navier-Stokes equations : Thermodynamical unstable pressure and anisotropic viscous stress tensor. *Annals of Maths*, [arXiv:1507.04629](#), (188) :577–684, 2018.

Dans cet article D. Bresch et P.-E. Jabin, introduisent une nouvelle méthode d'estimations quantitatives de régularité très faible pour les équations de continuité. Cette méthode a permis d'apporter une réponse à deux problèmes ouverts sur les équations de Navier-Stokes compressibles et a donné lieu à une publication de 108 pages dans *Annals of Maths* en 2018. Ce travail a été mis à l'honneur lors du congrès international de mathématiques (ICM) à Rio de Janeiro en 2018 ([lien vidéo](#)) et a donné également lieu à une publication originale dans le volume des actes publiés lors de cette conférence ([\[9\]](#) D. Bresch et P.-E. Jabin. Quantitative regularity estimates for advective equation with anelastic degenerate constraint. *Proceedings ICM Rio Brazil 2018*, [lien](#), 2018.). Plusieurs mini-cours ont été donnés sur le sujet dans plusieurs centres de recherche internationalement reconnus dont un a été publié.

- [\[14\]](#) D. Bucur et A. Henrot. Maximization of the second non-trivial Neumann eigenvalue. À paraître dans *Acta Math.*, [arXiv:1801.07435](#), 2019.

Dans cet article D. Bucur et A. Henrot ont obtenu un résultat concernant la maximisation de la seconde valeur propre non-triviale du Laplacien-Neumann sous contrainte de volume. En particulier, ce résultat répond positivement à la conjecture de Polya pour la seconde valeur propre de Neumann en toute dimension d'espace et sans contraintes topologiques.

- [\[18\]](#) R. Cluckers, G. Comte, D. J. Miller, J.-P. Rolin et T. Servi. Integration of oscillatory and subanalytic functions. *Duke Math. J.*, [lien](#), 167(7) :1239–1309, 2018.

Dans cet article est donnée une description explicite, par ses générateurs, de la plus petite algèbre de fonctions contenant les fonctions sous-analytiques, stable par intégration et transformée de Fourier. Il s'agit de la première description d'une telle algèbre contenant à la fois des fonctions définissables au sens de la géométrie modérée (les fonctions sous-analytiques), et des intégrales oscillantes. La stabilité de cette algèbre par transformée de Fourier L^2 est également obtenue. L'article combine des techniques analytiques propres à la structure sous-analytique, comme les décompositions cellulaires et la préparation des fonctions sous-analytiques et de leurs logarithmes, ainsi que des techniques de distribution uniforme modulo 1 des fonctions (à la Weyl).

- [\[20\]](#) D. Coeurjolly, J.-O. Lachaud et Jérémy Levallois. Multigrid convergent principal curvature estimators in digital geometry. *Computer Vision and Image Understanding*, [lien](#), 129 :27–41, 2014. Special section : Advances in Discrete Geometry for Computer Imagery.

Cet article propose les premiers estimateurs de courbures moyenne, Gaussienne, et principales sur les surfaces digitales 3D, et qui ont la propriété prouvée de convergence. Auparavant, seuls des estimateurs de courbure sur des contours 2D proposaient quelques garanties.

- [\[35\]](#) J. Kollár, W. Kucharz et K. Kurdyka. Curve-rational functions. *Math. Ann.*, [arXiv:1509.05905](#), 370(1-2), 39–69, 2018.

Les auteurs développent la théorie des fonctions rationnelles continues récemment initiée par J. Kollár. Ces travaux leur ont valu une invitation au Congrès International des Mathématiciens ICM 2018 à Rio de Janeiro en août 2018 ([lien vidéo](#)) pour donner un exposé dans la section de Géométrie Algébrique et Complexe et ont conduit à l'article : [\[36\]](#) W. Kucharz et K. Kurdyka. From continuous rational to regulous function. À paraître dans *Proc. ICM 2018, Rio de Janeiro, World Scientific*, [lien](#), 3, 737–767, 2018.

Invitations.

- Les travaux de D. Bresch et P.-E. Jabin ayant donné lieu à l'article [\[38\]](#) ont été exposés par P.-E. Jabin à l'**ICM 2018** à Rio de Janeiro.

- K. Kurdyka a été conférencier à l'**ICM 2018** à Rio de Janeiro.
- D. Bucur a été Visiting Fellow pour un semestre à l'Institut Newton de Cambridge en 2014.
- G. Comte a été Research Member au MSRI de Berkeley de janvier à mai 2014, à l'occasion du semestre « Model Theory, Arithmetic Geometry and Number Theory »,
- Séjour de R. Tyson au LAMA financé par le programme « Make Our Planet Great Again »

Distinctions et prix.

- D. Bucur est membre de l'IUF senior depuis 2014.
- J.-O. Lachaud a obtenu le prix Software award de la prestigieuse conférence Symposium on Geometry Processing 2016, pour la bibliothèque open-source **DGtal**.
- L. Vuillon a remporté l'appel d'offre CNRS 80 PRIME pour mener des recherches à la frontière des instituts CNRS INSMI (Institut National des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions) et INSIS (Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes) dans le cadre du projet GeoFiber.
- S. Tavenas et ses co-auteurs ont obtenu le prix du meilleur article pour l'article [33] à la conférence *International Colloquium on Automata, Languages and Programming* en 2016. Les auteurs exhibent un polynôme explicite et montrent que tout circuit arithmétique de profondeur trois qui le calcule nécessite une taille au moins presque-cubique. La meilleure minoration précédente était quadratique
- Prix de thèse Paul Caseau attribué à C. Demay (thèse dirigée par C. Bourdarias et S. Gerbi).

Valorisation.

- D. Dutykh a déposé 2 déclarations d'invention, l'une en partenariat avec CEA, l'autre en partenariat avec le CEA et le **LOCIE**.

4. ORGANISATION ET VIE DE L'UNITÉ

4.1 Pilotage et organisation administrative de l'unité

Direction du Laboratoire. Le directeur du LAMA est élu pour 4 ans (2 mandats consécutifs au plus) et assure la responsabilité principale scientifique et administrative du laboratoire. La direction du laboratoire a été assurée ces dernières années par : I. Ionescu de 1998 à 2001, K. Kurdyka de 2002 à septembre 2005, T. Lachand-Robert d'octobre 2005 à février 2006, L. Vuillon de mars 2006 à mars 2010, D. Bresch de mars 2010 à mars 2014, P. Briand de mars 2014 à septembre 2018. La direction est assurée par G. Comte depuis septembre 2018.

L'arrivée de L. Bastide en juin 2018, responsable administrative et secrétaire de direction, assurant la gestion administrative et financière des équipes aux côtés de F. Mendonça dos Reis, a considérablement simplifié les tâches administratives de la direction du LAMA. Après une période d'incertitude planant sur ce poste, son recrutement en mobilité interne au CNRS a permis une rationalisation et une fluidité du service administratif inespérées.

Le retour de C. Acary-Robert de sa disponibilité de 2 ans a permis de mettre en place une communication efficace du laboratoire en lien avec la cellule communication de l'USMB. C. Acary-Robert met en forme et relaie l'actualité du LAMA de manière très régulière.

Pour plus d'efficacité (notamment pour pallier les absences pour mission) le directeur de laboratoire est épaulé d'un directeur adjoint : D. Bresch de mars 2006 à mars 2010, J.-O. Lachaud de mars 2010 à mars 2014, G. Comte de mars 2014 à septembre 2018, D. Bucur depuis septembre 2018.

Responsables d'équipes. Ils sont élus par les membres de leur équipe. Ils assurent la direction scientifique et financière de leur équipe et apportent leur aide à la direction dans l'administration du laboratoire. La direction du laboratoire et les trois responsables d'équipes constituent le premier cercle de discussion et de décision au sein du laboratoire.

- D. Bresch est responsable de l'équipe **EDPs²**,
- F. Bihan est responsable de l'équipe **GÉO**,
- L. Vuillon est responsable de l'équipe **LIMD**.

Le budget du laboratoire est réparti dans les équipes et celles-ci bénéficient d'une grande autonomie de gestion.

Pôle administratif. L. Bastide (ITA CNRS) est responsable administrative, secrétaire de direction et gestionnaire administrative et financière pour l'équipe **EDPs²** et **GÉO** depuis juin 2018, F. Mendonça Dos Reis est gestionnaire administrative et financière pour l'équipe **LIMD** (affectée à 50 % au LAMA depuis septembre 2017).

Pôle informatique. C. Acary-Robert, recrutée comme ingénieure de recherche par l'USMB en 2006, assure, en sus de ses missions de recherche en calcul scientifique, l'appui logistique informatique du laboratoire (devis, commande, installation, maintien, sécurité). Elle a aussi pris en charge la communication du LAMA, qui consiste à mettre en forme l'actualité du LAMA, la faire figurer sur notre site web et la transmettre à la cellule communication de l'USMB. Elle mène enfin une activité d'appui à la recherche en lien avec les projets de modélisation et de calcul scientifique.

Le conseil de laboratoire. Il est renouvelé tous les 5 ans en harmonie avec le contrat quinquennal. Il est constitué ainsi (voir le règlement intérieur pour plus de précisions) :

- 1 membre de droit : le DU (et le cas échéant son adjoint),
- 2 membres nommés par le DU,
- 6 membres élus.

Le conseil est composé comme suit :

- ITA/BIATSS : 2,
- PR/DR : 2/1,
- Maîtres de conférences/CR : 2/2,
- Doctorant : 1,
- DU : 1.

Le conseil du laboratoire s'est réuni 13 fois sur la période du dernier contrat quinquennal et de nombreuses assemblées générales ont eu lieu (environ 2 à 3 par an).

Logiciel d'aide à l'administration des missions. Afin de faciliter la mise en oeuvre de la partie administrative des missions des membres du laboratoire, ainsi que d'en assurer l'archivage et de permettre un suivi des comptes en temps réel, un logiciel a été développé en interne par P. Hyvernât et R. Lepigre. Il permet de faire les demandes de mission en ligne. Chaque demande donnant automatiquement lieu à une requête par email auprès du responsable de la ligne budgétaire sollicitée par le missionnaire. La validation de la mission par le responsable de la ligne budgétaire marque le départ du processus administratif conduisant à l'ordre de mission, la demande d'autorisation d'absence à l'étranger, la réservation des billets de transport et du logement avec bons de commande. La ligne budgétaire est alors imputée d'une somme correspondant à une estimation du coût de la mission, somme qui est ramenée à sa valeur exacte au retour du missionnaire.

Ce logiciel rend le missionnaire plus autonome dans sa demande, l'administration des missions plus standardisée et plus sûre et le suivi du budget en temps direct très précis.

Bibliothèque de recherche. Le LAMA gère une bibliothèque de recherche d'environ 1200 ouvrages. Le suivi des prêts se fait en ligne. Les ouvrages sont en consultation libre dans la salle de séminaire. Le budget annuel pouvant être alloué par le laboratoire à l'achat d'ouvrage est d'environ 2 k€. Environ une dizaine d'ouvrage est acheté par an, souvent à l'aide de crédits ANR.

4.2 Animation scientifique de l'unité

- Chaque équipe organise son propre **séminaire hebdomadaire**.
 - Le séminaire de l'équipe **EDPs²** a lieu le vendredi à 14 h,
 - Le séminaire de l'équipe **GÉO** a lieu le jeudi à 14 h,
 - Le séminaire de l'équipe **LIMD** a lieu le jeudi à 10 h.

Les membres de l'équipe **LIMD** participent par ailleurs régulièrement au séminaire **CHOCOLA** de l'ENS-Lyon.

- À ces séminaires s'ajoute un **colloquium**, dont on espère qu'à l'avenir, en dépit des difficultés d'organisation matérielles, au moins la moitié sera en commun avec l'**Institut Fourier** et le **LJK**. Au total 13 exposés de colloquium ont été organisés sur la période du contrat.

- Un **séminaire spécifique** est organisé une fois par mois pour les étudiants (de la première année au Master 2) des filières **CMI-Math** et **CMI-Info**. Il accueille un membre du laboratoire qui vient y présenter de manière adaptée les problématiques de sa recherche. Au total **15** exposés pour les étudiants des filières CMI ont été organisés sur la période du contrat.
- Un séminaire des doctorants est plus rarement organisé, à cause du nombre restreint des doctorantes et des doctorants. Il conviendrait cependant de relancer la dynamique de ce séminaire, en lien avec les doctorantes et les doctorants grenoblois de l'école doctorale **MSTII**.

Sur la période du précédent contrat, le nombre total de séminaires s'élève à **316**.

- Une **journée du LAMA** est organisée chaque année en mai ou en juin. Elle consiste en une demi-journée d'exposés courts (environ 30 mn) par des membres du laboratoire qui exposent, avec le recul que nécessite le public composé des autres membres du LAMA, les résultats de leurs travaux. Cette demi-journée est suivie d'un buffet et d'une après-midi consistant en une promenade collective. La journée se clôturant par un dîner dans un restaurant.
- Sur le modèle de la **journée grand public** en l'honneur des 80 ans du CNRS, qui a été organisée par le LAMA le 23 mai 2019, nous souhaitons mettre en place chaque année une journée des mathématiques réunissant les trois laboratoires de mathématiques **Institut Fourier**, LAMA e **LJK**.

4.3 **Parité ; Intégrité scientifique ; Hygiène et sécurité ; Développement durable et prise en compte des impacts environnementaux ; Propriété intellectuelle et intelligence économique**

- **Environnement.** Des poubelles de tri papiers et déchets recyclables sont en place dans chaque bureau. Une poubelle compostage a été mise en place en salle de convivialité. Nous choisissons un traiteur qui s'approvisionne localement et qui limite les déchets (vaisselle en dure). Nous achetons systématiquement du papier recyclé pour les imprimantes, des feutres pour tableaux blancs fabriqués avec au moins 95% de matériaux recyclés. Le directeur de l'unité encourage fortement l'usage du train plutôt que celui du véhicule personnel pour les déplacements en mission. De même les visio-conférences sont à privilégier pour des activités qui nécessiteraient des missions courtes (comme des participations à des jurys de thèses, des réunions de GDR ou d'ANR, ou des collaborations scientifiques courtes).
Ces dispositions sont appelées à se diversifier et s'approfondir, car le LAMA souhaite engager une réflexion sur la réduction de l'impact de sa recherche sur l'environnement, en lien avec d'autres laboratoires, dans le cadre du collectif **Labos1.5**.
- **Parité.** La direction du LAMA veille à ce que les stéréotypes de genre ne nuisent pas au fonctionnement harmonieux du laboratoire. Les membres du LAMA sont d'autre part collectivement avertis que ces stéréotypes pourraient biaiser un recrutement et contreviendrait par là à une politique de recrutement qui se doit d'être basée sur l'excellence. Un référent et une commission parité sont créés en 2019. Leur rôle consistera à proposer des actions de promotion des mathématiques spécifiquement destinées aux étudiantes.
- **Hygiène et sécurité.** L. Bastide est la nouvelle Assistante Prévention (AP) depuis septembre 2018 (suite au départ de C. Raffalli). Sa formation est en cours en 2019 (3 jours de formations Assistant Prévention à Grenoble, 4 demi-journées des « Juedis de la Sécurité », 1 journée de formation au logiciel USMB Althuss.

Deuxième partie

PROJET ET STRATÉGIE À CINQ ANS DE L'UNITÉ

5. ANALYSE SWOT

Points forts. Le LAMA a su organiser depuis des années ses axes de recherche autour de thématiques internationalement reconnues. Les équipes et les membres du LAMA sont en retour internationalement reconnus, comme l'attestent la liste des faits marquants et des publications (voir la section 3.1), qui comportent des articles nombreux (proportionnellement à l'effectif des permanents) et publiés dans des revues généralistes et spécialisées de tout premier rang mondial.

Le nombre et la diversité des invitations des membres du LAMA dans des instituts ou des départements d'universités étrangères de renom attestent également d'une recherche de premier plan, en prise avec les grands enjeux de nos domaines de recherche.

Le spectre des thématiques est large, allant du plus fondamental au plus appliqué, il touche aux trois sections 25, 26 et 27 du CNU. Il s'agit d'une spécificité du LAMA à mettre au rang de ses points forts.

Les membres du LAMA font preuve d'une très bonne réactivité aux différents AAP au niveau national, académique, régional ou national. En témoigne la part importante des financements ANR dans le budget fonctionnement et personnel du LAMA (voir la section 1.2.2). L'interaction importante du LAMA avec les laboratoires de l'USMB, de l'UGA, de la région, le CEA/INES ou des acteurs économiques comme EDF lui permet d'appliquer sa recherche à l'interface des mathématiques (2 déclaration d'invention, participation à 3 projets EUR en cours).

Le LAMA représente un laboratoire attractif pour les chercheurs, puisque ceux-ci représentent 21 % des permanents.

Le devenir des doctorants et des doctorantes du LAMA est un point très positif. Sur environ 15 thèses principalement encadrées au LAMA, on compte parmi nos docteurs du précédent contrat : 1 CR CNRS, 1 professeur à exercice complet Ecole Polytechnique, 1 chercheur titulaire à EDF, 2 MCF, 1 post-doctorant à l'Institut Max Planck Bonn, 1 post-doctorant pour 2 ans à l'Institut Weizmann, 1 post-doctorant à l'université de Genève, 1 post-doctorant à l'Institut Max Planck de Saarebrücken, 1 post-doctorant à l'Université de Marne la Vallée, 1 post-doctorant à l'institut national de médecine génomique au Mexique, 1 post-doctorant au National Institute of Informatics de Tokyo, 1 ingénieur dans le secteur privé.

Le LAMA bénéficie jusque-là d'un soutien financier stable de la part des ses deux tutelles que sont l'USMB et le CNRS.

Enfin le LAMA est un laboratoire où l'ambiance entre collègues est très bonne.

Points à améliorer. Afin de diversifier ses ressources financières en valorisant sa recherche auprès des entreprises tout en offrant parallèlement un débouché à nos docteurs, la partie la plus directement applicable de la recherche faite au LAMA doit pouvoir plus régulièrement donner lieu à des contrats industriels de type CIFRE. Ce partenariat industriel devrait venir à l'appui de la nouvelle offre de formation du Master Modélisation Mathématique et Analyse Appliquée **MMAA** et des parcours **CMI-Math** et **CMI-Info**.

Le LAMA doit veiller à la cohésion interne de l'équipe **LIMD**, dont le spectre thématique est très large. La perte récente de deux MCF rend problématique la question de sa cohésion, qui ne pourra être rétablie que par des recrutements compensant les départs.

Le LAMA doit pouvoir renforcer sur le prochain contrat ses liens avec les deux laboratoires grenoblois que sont l'**Institut Fourier** et le **LJK**. Un investissement accru dans les Masters grenoblois doit être une des modalités de ce renforcement³¹.

Opportunités offertes par le contexte. Pour ce qui concerne le contexte local, le LAMA continuera ses collaborations naturelles avec de nombreux laboratoires de l'USMB (voir la section 2).

31. Il est à noter que la périodicité du thème du **Master Mathématiques Fondamentales** de Grenoble ne permet pas de fait une participation continue des membres du LAMA à ce Master, mais seulement une participation périodique.

La structuration de l'UGA en université intégrée autour de l'**IDEX** « Université Grenoble Alpes : Université de l'innovation » présente une opportunité à saisir de coopération accrue avec les laboratoires de mathématiques de l'UGA (**Institut Fourier** et **LJK**) ainsi qu'avec des laboratoires partenaires du pôle MSTIC de la précédente **ComUE**. Le **Labex Persyval-Lab** doit permettre de structurer cette collaboration au sein de l'axe « Mathématiques : du fondamental à l'appliqué », déjà mis en place entre les trois laboratoires de mathématiques. Cette structuration se fera au travers d'AAP impliquant des membres des trois laboratoires et de co-directions de thèses pour lesquelles des allocations seront mises en jeu par le **Labex Persyval-Lab**. Le projet d'EUR sur la périmètre thématique du pôle MSTIC représente un enjeu supplémentaire pour renforcer notre offre de formation par la recherche et nos liens avec nos partenaires naturels de l'UGA.

Comme déjà signalé dans la section 2, le LAMA a demandé que l'Université Intégrée de Grenoble devienne une de ses tutelles aux côtés de l'USMB et du CNRS, afin de jouer le rôle qui lui incombe au niveau académique dans le contexte de forte restructuration du site grenoblois. Des discussions avancées entre les deux universités (qui concernent également les 5 UMR de l'USMB qui n'ont pas encore l'UGA comme tutelle) ont lieu à l'heure où ce rapport est rédigé. L'obtention de la tutelle de la future Université Intégrée de Grenoble permettra au LAMA de coordonner plus facilement ses appels à projets avec les deux laboratoires de mathématiques grenoblois, avec lesquels le LAMA partage la même vision quant à l'organisation de la recherche mathématique à l'échelle académique. Cette structuration offrira une synergie accrue à nos coopérations et un poids plus important à l'axe mathématique au sein de l'**IDEX** de l'UI et du **Labex Persyval-Lab**. Depuis plusieurs années le LAMA ne bénéficie d'aucun poste d'ATER de la part de l'USMB. La nouvelle tutelle de l'Université Intégrée de Grenoble pourrait permettre de compenser en partie cet état de fait, plusieurs thèses encadrées au LAMA étant des thèses de l'école doctorale MSTII.

Dans le même temps le LAMA doit également pouvoir développer des coopérations plus systématiques à l'échelle régionale en s'appuyant sur la fédération **MARA**.

Risques liés au contexte. Les analyses développées ci-dessus concernant les points forts du LAMA, les points à améliorer et les opportunités liées au contexte peuvent toutes grandement pâtir de l'analyse des risques inhérents au contexte que nous allons maintenant développer.

Le risque le plus important et le plus immédiat pour le LAMA concerne la question des **3** postes libérés en 2018 (**1** départ à la retraite d'un PR de l'équipe **EDPs**² en 2018, **2** démissions de MCF de l'équipe **LIMD** en vue d'obtenir des postes à l'étranger) en lien avec les départs inévitables prévus par la pyramide des âges au terme du prochain contrat (**5** PR (dont 1 en 2020) et **1** CR partiront à la retraite). Soit un total de 40 % de l'effectif actuel des enseignants-chercheurs du LAMA, ou d'un tiers de l'effectif des enseignants-chercheurs et des chercheurs du LAMA. S'ajoute à cette réalité, un essaimage prévisible et souhaité, mais non quantifiable, de maîtres de conférences sur le point d'obtenir leur HDR (3 des 4 derniers MCF, recrutés en 2010, 2011 et 2012 sont dans ce cas).

Ce bilan a été anticipé lors du dernier rapport HCÉRES 2014-2015 :

*« Plusieurs membres du LAMA vont prendre leur retraite d'ici le prochain contrat quadriennal, notamment dans l'équipe **EDPs**². Le manque de visibilité concernant la reconduction des postes suite à des départs à la retraite prévus et des promotions prévisibles fragilise le laboratoire dans sa politique scientifique au niveau des recrutements. Compte tenu des effectifs de l'unité, il est essentiel que le LAMA puisse conserver son potentiel humain afin de garantir le maintien d'une activité de recherche dont la qualité est internationalement reconnue. »*³²

Les effectifs des filières mathématiques sont actuellement faibles au plan national, pour ne pas dire mondial. Un mouvement qui touche depuis des années les disciplines considérées comme fondamentales. Une filière sélective a été mise en place par le LAMA afin de contrecarrer cette tendance. Il s'agit du **CMI-Math**³³. En parallèle une filière **CMI-Info** a vu le jour, elle aussi portée par le LAMA et

32. **Évaluation HCÉRES du LAMA 2014-2015**, page 5.

33. Mise en place des parcours **CMI-Math** et **CMI-Info** lors du dernier contrat quinquennal : Le Cours Master en Ingénierie (CMI) est une formation renforcée licence-master, cohérente sur 5 ans, débouchant sur des fonctions d'ingénieur et construite sur le modèle international du master of engineering. Sa mise en œuvre est soumise à labellisation par le réseau national **FIGURE**.

Il s'agit d'une formation :

- Sélective, ouverte exclusivement aux bacheliers scientifiques sur dossier et audition,
- Renforcée, soumise à la validation de 6 crédits européens supplémentaires à chaque semestre,

plus particulièrement l'équipe **LIMD**. Un Master de Modélisation Mathématique et Analyse Appliquée **MMAA** a été développé pour compléter le parcours **CMI-Math**, (tandis que le parcours **CMI-Info** bénéficie du Master préexistant d'informatique). Le Master 2 **MMAA** a ouvert en septembre 2018. Il devrait recevoir dès septembre 2019 la première promotion des étudiants du parcours **CMI-Math**, il s'agit d'un Master de type professionnel, orienté vers le bassin régional d'entreprises.

En dépit de ces efforts, selon la politique scientifique mise en place par l'USMB, les effectifs des étudiants en mathématiques pourraient être évalués par cette même université comme insuffisants relativement à d'autres départements ou UFR de l'université. Le laboratoire redoute, que lors du prochain contrat, des postes soient redéployés, sur ce seul critère, des mathématiques vers des disciplines aux effectifs de licence plus conséquents. Cette crainte est justifiée par le redéploiement apparent du poste de PR de C. Lécot (départ à la retraite en octobre 2018).

Sans un dialogue de confiance entre le LAMA et l'équipe présidentielle, fondant une vision claire de la recherche et de l'offre de formation en mathématiques et en informatique à l'USMB et débouchant sur un soutien assumé de l'USMB, aucune politique scientifique efficace ne pourra être menée sur le prochain contrat par la direction du LAMA. À défaut d'un fort soutien de l'USMB au LAMA sur le volet des postes, les risques encourus par le laboratoire seraient inévitablement les suivants :

- La part d'administration du laboratoire, d'administration des filières d'enseignement ainsi que l'enseignement lui-même vont peser toujours plus sur le temps disponible de recherche ; les mathématiques étant de ces disciplines où il est très difficile de collectiviser et d'abaïsser en deçà d'un seuil critique ce temps individuel de recherche, sous peine de rupture (il est à noter que les enseignants-chercheurs du LAMA interviennent également sur le site d'Annecy à hauteur environ de 2 services complets).
- La perte des postes évoqués ci-dessus, ou d'une part même réduite de ces postes, à l'échelle d'un laboratoire comme le LAMA, entraînera une dispersion trop grande des membres des équipes sur l'éventail des thématiques, rompant le continuum scientifique par atomisation.
- Le soutien du CNRS (21 % de chercheurs au LAMA quand la moyenne nationale est de 10 % en mathématiques) qui atteste jusque-là de l'attractivité du LAMA, ne sera inévitablement plus le même pour une unité devenue bien moins cohérente (la perte d'attractivité touchera aussi bien les chercheurs postulant une affectation au LAMA que les chercheurs actuellement en poste au LAMA) et le label d'UMR CNRS sera clairement en jeu.

Une lettre détaillant cette analyse et co-signée par les responsables d'équipe, le directeur adjoint et le directeur du LAMA a été adressée au président de l'USMB le 20 février 2019. Elle reste à ce jour sans réponse. Cette lettre faisait suite à une entrevue de 2h, ayant eu lieu le 22 novembre 2018, entre le président de l'USMB, le directeur de l'UFR SCEM et le directeur du LAMA.

Enfin, la demande faite par le LAMA de la nouvelle tutelle de l'Université Intégrée de Grenoble, aux côtés de l'USMB et du CNRS, ne doit en aucune façon se traduire par un désengagement de l'USMB sur la question des postes permanents. Qu'un rééquilibrage des crédits récurrents entre les tutelles ait lieu, à l'occasion de la mise en place de la tutelle de l'Université Intégrée de Grenoble, paraît naturel. Il est en revanche certain, durant la phase initiale de mise en place de l'Université Intégrée de Grenoble que celle-ci ne contribuera pas au renouvellement des postes d'enseignants-chercheurs du LAMA, qui ont vocation à enseigner sur le site du Bourget-du-Lac et d'Annecy. Le devenir de ces postes est sous la responsabilité entière de l'USMB. Le LAMA souhaite donc que l'USMB assume pleinement cette responsabilité et soutienne le renouvellement des postes permanents du LAMA dans la période cruciale du prochain contrat en adaptant son action à la hauteur de l'enjeu (40 % des postes des enseignants-chercheurs du LAMA sont concernés par des départs sur la période 2018–2024, 23 % sur la période 2019–2024, hors promotions potentielles de MCF).

-
- Équilibrée entre compétences scientifiques et technologiques avec un fort adossement à la recherche,
 - Professionnalisée avec de nombreux stages, conférences, visites d'entreprises et de laboratoires,
 - Internationalisée avec une expérience obligatoire à l'étranger (stage ou semestre dans une université partenaire),
 - À l'encadrement renforcé : enseignements en petits groupes et accompagnement personnalisé.

Un séminaire spécifique est organisé pour les étudiants (de la première année au Master2) de la filière CMI. Il accueille un membre du laboratoire qui vient y présenter de manière adaptée les problématiques de sa recherche.

6. STRUCTURATION, EFFECTIFS ET ORIENTATIONS SCIENTIFIQUES

6.1 Structuration et effectifs

Le LAMA est organisé en trois équipes : **EDPs²**, **GÉO** et **LIMD**.

Nous donnons ci-dessous la liste des thèmes de recherche de chacune de ces équipes, désignés par des acronymes. Cette liste est suivie d'un tableau donnant la composition nominative de l'équipe, tableau dans lequel les acronymes sont associés aux membres de l'équipe.

- Les axes de recherche principaux de l'équipe **EDPs²**.

Le thème fédérateur de l'équipe est l'étude des **équations aux dérivées Partielles non linéaires**. Il se divise en deux sous-axes :

- **Analyse et/ou calcul scientifique des équations aux dérivées partielles (AEDP³⁴ /CSEDP³⁵) :**
 - Couplage EDPs et frontières libres,
 - Mécanique des fluides compressibles et incompressibles avec ou sans surface libre,
 - Phénomènes de propagation en dynamique et génétique des populations,
 - Interactions avec d'autres disciplines.
- **Théorie des processus stochastiques et/ou probabilités numériques (AEDS/CSEDS) :**
 - EDSR, systèmes de particules,
 - Régularisation par l'aléa,
 - Méthodes de quasi-Monte-Carlo,
 - Interactions avec d'autres disciplines.

34. La lettre « A » de **AEDP** désigne le terme « Analyse ». De même pour les autres acronymes.

35. Les lettres « CS » de **CSEDP** désignent le terme « Calcul Scientifique ». De même pour les autres acronymes.

Composition de l'équipe EDPs² et axes de recherche

4 PR	4 MCF	1 IR
<ul style="list-style-type: none"> - Pierre BARAS (AEDP) - Christian BOURDARIAS (AEDP, CSEDP) - Philippe BRIAND (AEDS, CSEDS) - Dorin BUCUR (AEDP) 	<ul style="list-style-type: none"> - Paul-Éric CHAUDRU de RAYNAL (AEDS, AEDP) - Stéphane GERBI (HDR) (AEDP, CSEDP) - Marguerite GISCLON (HDR) (AEDP) - Céline LABART (AEDS, CSEDS) 	<ul style="list-style-type: none"> - Céline ACARY-ROBERT (CSEDP)
1 DR CNRS	2 CR CNRS	1 PRAG
<ul style="list-style-type: none"> - Didier BRESCH (AEDP) 	<ul style="list-style-type: none"> - Denys DUTYKH (HDR) (CSEDP) - Jimmy GARNIER (AEDP, CSEDP) 	<ul style="list-style-type: none"> - Christophe BONJOUR
1 PR émérite	1 Collaborateur bénévole	13 Doctorants (directeurs)
<ul style="list-style-type: none"> - Christian LÉCOT (CSEDS) 	<ul style="list-style-type: none"> - Rébecca TYSON (Canada, AAP Make our Planet Great Again) (AEDP) 	<ul style="list-style-type: none"> - Ahmed ABDALAZEEZ (Dutykh-Didenkulova, (Estonie)) - A. BOUWE (Briand-Co-tutelle Côte d'Ivoire) - Simone CITO (Bucur-Leaci (Italie)) - Benoît COLANGE (Dutykh-Lespinat (CEA)) - Suelen GASPARIN, co-tutelle (Dutykh-Mendes (Brésil)) - Abir GHANNOUM, co-tutelle (Briand-Labart-Jazar (Liban)) - Zhanat KARASHBAYEVA (Dutykh-Adamov-Rysbaiuly (Kazakhstan)) - Chiraz KASSEM, co-tutelle (Gerbi-Wehbe (Liban)) - Pierre LAFONTAINE (Bucur-Garnier) - Léo LEDRU (Garnier-Gallet (LECA)-Ibanez (LECA)) - Maria MARTIGNONI, (Garnier-Tyson (Canada)) - Khwala MSHEIK, co-tutelle (Bresch-Talhouk (Liban)) - Florian PATOUT (Calvez (ENS Lyon)-Garnier)

• Les axes de recherche principaux de l'équipe **GÉO**.

— **Géométrie algébrique réelle et géométrie modérée au sens large :**

- Géométrie algébrique, géométrie des ensembles définissables dans une structure o-minimale sur les réels (géométrie semi-algébrique, sous-analytique réelle) ou dans une structure modérée sur des corps valués (**GM**),
- Singularités réelles, complexes, p-adiques, motiviques (**SI**),
- Géométrie tropicale, combinatoire des polytopes convexes (**GT**).

— **Géométrie sous-riemannienne et de Finsler (GSRF).**

— **Théorie des nombres :**

- Complexité arithmétique (**CA**),
- Comptage de points rationnels de hauteur bornée dans les ensembles définissables dans des structures o-minimales réelles, oscillant, non archimédiennes (**PR**),
- Fonctions zêta dynamiques, conjecture de Lehmer (**DD**).

Composition de l'équipe GÉO et axes de recherche

3 PR	5 MCF	0,5+0,5 CR CNRS
<ul style="list-style-type: none"> - Georges COMTE (GM, SI, PR) - Patrice ORRO (GSRF, GM) - Krzysztof KURDYKA (GM, SI) 	<ul style="list-style-type: none"> - Frédéric BIHAN (GM, GT) - Olivier LE GAL (GM, SI) - Michel RAIBAUT (GM, SI) - Stéphane SIMON (GSRF, SI) - Patrick VEROVIC (GSRF) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sébastien TAVENAS (50% GÉO - 50% LIMD) (CA) - Jean-Louis VERGER-GAUGRY (50% GÉO - 50% LIMD) (DD)
1 PR émérite	2 Collaborateurs bénévoles	4 Doctorants (directeurs)
<ul style="list-style-type: none"> - Fernand PELLETIER (GSRF) 	<ul style="list-style-type: none"> - Patrick CABAU (Enseignant Lycée) - Éric LEICHTNAM (IMJ) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lars ANDERSEN (Comte-Raubaut) - Cédric LE TEXIER (Bihan-Shaw (Oslo)) - Rémy NGUYEN (Comte-Fichou (Rennes I)) - Mohadeseh VAKILI (Kurdyka-Le Gal)

- Les axes de recherche principaux de l'équipe **LIMD**.

- **Logique et complexité** :
 - Logique, homotopie, catégories (**LHC**),
 - Structures formelles pour le calcul et les preuves (**SCP**),
 - Complexité et algorithmes (**C&A**).
- **Calcul formel, arithmétique, protection de l'information, géométrie** :
 - Géométrie discrète (**GD**),
 - Arithmétique (**A**).
- **Algorithmique et Combinatoire** :
 - Combinatoire des mots, algorithmique du texte et de génome (**CMAG**),
 - Systèmes dynamiques, automates et algorithmique (**SDAA**),
 - Biologie systémique symbolique (**BSS**).

Composition de l'équipe LIMD et axes de recherche

3 PR	2 MCF	1+0,5+0,5 CR CNRS
- Jacques-Olivier LACHAUD (GD) - Laurent VUILLON (GD, CMAG, BSS) - Krzysztof WORYTKIEWICZ (LHC)	- Pierre HYVERNAT (LHC, SCP) - Karim NOUR (HDR) (LHC, SCP)	- Tom HIRSCHOWITZ (HDR) (LHC, SCP) - Jean-Louis VERGER-GAUGRY (50% GÉO - 50% LIMD) (A, SDAA) - Sébastien TAVENAS (50% GÉO - 50% LIMD) (C&A)
1 PR émérite	2 Collaborateurs bénévoles	3 Doctorants (directeurs)
- Robert BONNET (LHC)	- Noël BERNARD (MCF retraité) - Rodolphe LEPIGRE (Docteur)	- Daniel ANTUNES (Lachaud-Talbot ESIEE Paris) - Ambroise LAFONT (Hirschowitz-Tabareau (INRIA)) - Lorenza PACINI, (Vuillon-Lesueur (IXXI, Ampère))

6.2 Orientations scientifiques

Axes de recherche. Les axes de recherche du LAMA sont bien identifiés et lisibles au travers de l'organisation du laboratoire en trois équipes. Au sens large, il s'agit d'analyse liée aux EDP, de géométrie et de logique-informatique. L'individualisation de ces axes en garantit la stabilité dans le temps et confère au laboratoire son identité. Des intersections thématiques entre les trois équipes existent cependant, qui donnent lieu à de nombreux échanges :

- Entre les équipes **EDPs**² et **GÉO** : La géométrie modérée et la théorie des singularités, qui constituent l'axe principal de l'équipe **GÉO**, se donnent pour but l'étude des propriétés géométriques et analytiques de certains ensembles et fonctions, définissables dans des structures particulières.

Lorsque le langage qui définit ces structures est celui de l'algèbre, les ensembles à l'étude sont ceux de la géométrie algébrique. Mais on peut aussi se préoccuper de structure engendrées par des solutions de certaines EDO, étudier les fronts d'onde en géométrie définissable non archimédienne, ou encore étudier le comportement des fonctions dont les graphes sont définissables sous les transformations classiques de l'analyse (transformée de Fourier et de Mellin par exemple).

- Entre les équipes **GÉO** et **LIMD** : L'étude des structures o-minimales se fait classiquement à l'aide d'outils d'une branche de la logique, la théorie des modèles. D'autre part, les aspects plus combinatoires de la géométrie algébrique élargissent sur les thèmes de l'équipe **LIMD**, justifiant l'appartenance à 50% entre les deux équipes de S. Tavenvas (CR CNRS). Enfin la théorie des nombres, sous divers aspects, est une préoccupation commune aux deux équipes, justifiant l'appartenance à 50% entre les deux équipes de J.-L. Verger-Gaugry (CR CNRS).
- Entre les équipes **EDPs²** et **LIMD** : interaction EDP-LIMD : Depuis 2011, D. Bucur et J.-O. Lachaud travaillent sur des questions à l'interface de la géométrie discrète et du calcul des variations, avec des applications en analyse d'image. À ce titre, D. Bucur est membre du projet ANR **CoMeDIC**, porté par J.-O. Lachaud. D. Bucur et J.-O. Lachaud ont conjointement dirigé la thèse de M. Foare entre 2013 et 2017 (qui est actuellement maître de conférences à Lyon) sur des questions d'analyse d'images par des méthodes variationnelles et géométriques. Enfin T. Coupechoux a effectué un stage de Master sur des méthodes d'interpolation d'images par EDP, dans le cadre du projet ANR **CoMeDIC**.

Le laboratoire souhaite conserver ces orientations scientifiques, tout en favorisant leurs évolutions naturelles, comme précisé dans la section Politique Scientifique 1.3. De telles évolutions ont eu lieu sur les 10 dernières années.

C'est ainsi que l'équipe **EDPs²** a vu sa thématique « Probabilités » se renforcer en 2010 avec le recrutement de C. Labart (MCF) et en 2014 avec le recrutement de P.-E. Chaudru de Raynal (MCF, dernier recrutement d'enseignant-chercheur au LAMA), qui travaillent sur les équations différentielles stochastiques. Cette thématique, autour de P. Briand, P.-É. Chaudru de Raynal et C. Labart, prend désormais une place importante au sein de l'équipe **EDPs²**.

Les équipes **GÉO** et **LIMD** ont également connu l'apparition d'une thématique nouvelle au cours du dernier contrat, rattachée à la théorie des nombres (travaux de G. Comte, L. Vuillon, J.-L. Verger-Gaugry et soutenance de thèse de P. Villemot).

Cependant l'évolution des thèmes de recherche au sein des équipes est le produit de l'évolution des orientations personnelles des membres des équipes, plus que la conséquence d'une politique de recrutement dont le LAMA n'a pas les moyens actuellement : le LAMA compte 4 départs lors du dernier contrat (1 PR (2018), 2 MCF (2018), 1 CR (2015)) pour 2 arrivées (2 CR (2016)).

La perspective des nombreux départs à la retraite attendus lors du prochain contrat quinquennal auxquels s'ajoutent un probable essaimage de nos MCF et de nos CR³⁶, met en danger l'équilibre entre les équipes, leur cohésion thématique et leur potentiel scientifique sur la scène internationale. Dans cette circonstance, plus qu'à la mise en place volontariste d'une diversification accrue des thématiques, l'heure ne peut être *a priori* qu'au renforcement des thématiques majeures du laboratoire, en vue de leur pérennisation. En effet, sans engagement chiffré de l'USMB sur un quota de postes libérés réaffectés au LAMA, la politique de redéploiement de postes au coup par coup observée sur le dernier contrat, réduit la marge de manœuvre de la politique scientifique du LAMA à néant.

Potentiel scientifique et recrutements. Dans un contexte plus qu'incertain concernant le devenir de ces postes, le laboratoire devra parer au plus urgent pour garantir l'équilibre entre les 3 équipes et la pertinence des thématiques en leur sein. Rien n'indique que le LAMA disposera d'une marge de manœuvre suffisante dans ses recrutements pour assurer équilibre et cohérence scientifique, mais si minime soit-elle, le LAMA saisira les opportunités offertes par le contexte actuel des recrutements, où abondent les excellents candidats, pour renforcer l'homogénéité des équipes.

- Du point de vue de son potentiel scientifique et de sa cohésion, l'équipe **LIMD** paraît déjà particulièrement en difficulté du fait du départ en 2017 de deux MCF très actifs en recherche (X. Provençal

36. Voir les diagrammes 5 et 6 : 5 PR (P. Baras, C. Bourdarias dès 2020, K. Kurdyka, P. Orro, K. Worytkiewicz) et 1 CR (J.-L. Verger-Gaugry), représentant 21% des permanents du laboratoire, sont concernés par des départs à la retraite sur le prochain contrat. Au total 40 % des postes des enseignants-chercheurs du LAMA sont concernés sur la période 2018–2024, en ajoutant à cette liste les départs de C. Lécot, X. Provençal et C. Raffalli qui ont eu lieu en 2018.

et C. Raffalli, pour des postes à l'étranger) et d'un CR en 2015 (G. Theyssier), abaissant le nombre de ses membres au seuil critique de **5** enseignants-chercheurs et **2** (=1+0,5+0,5) CR. L'urgence serait le recrutement d'un MCF en vue de renforcer la thématique géométrie discrète, analyse de formes et d'images, autour de J.-O. Lachaud.

- La perspective à court terme est tout aussi préoccupante pour l'équipe **EDPs**², qui entre 2018 et 2020 perdra **3** PR. Le recrutement rapide dans un premier temps d'un PR dans la thématique EDP, avec sensibilité aux probabilités, se relève là encore vital pour garantir la cohésion et le potentiel scientifique de l'équipe.
- Enfin, la perspective du départ à la retraite de **2** PR (sur 3) et d'un CR en fin de prochain contrat dans l'équipe **GÉO** sera aussi extrêmement problématique. Il s'agira de recruter dans un premier temps un PR expert de géométrie modérée au sens large (géométrie algébrique réelle, structures o-minimales, géométrie définissable non archimédienne).

Troisième partie

ANNEXES DE L'UNITÉ

7. ANNEXE 1 - Lettre d'engagement



Département d'évaluation
de la recherche

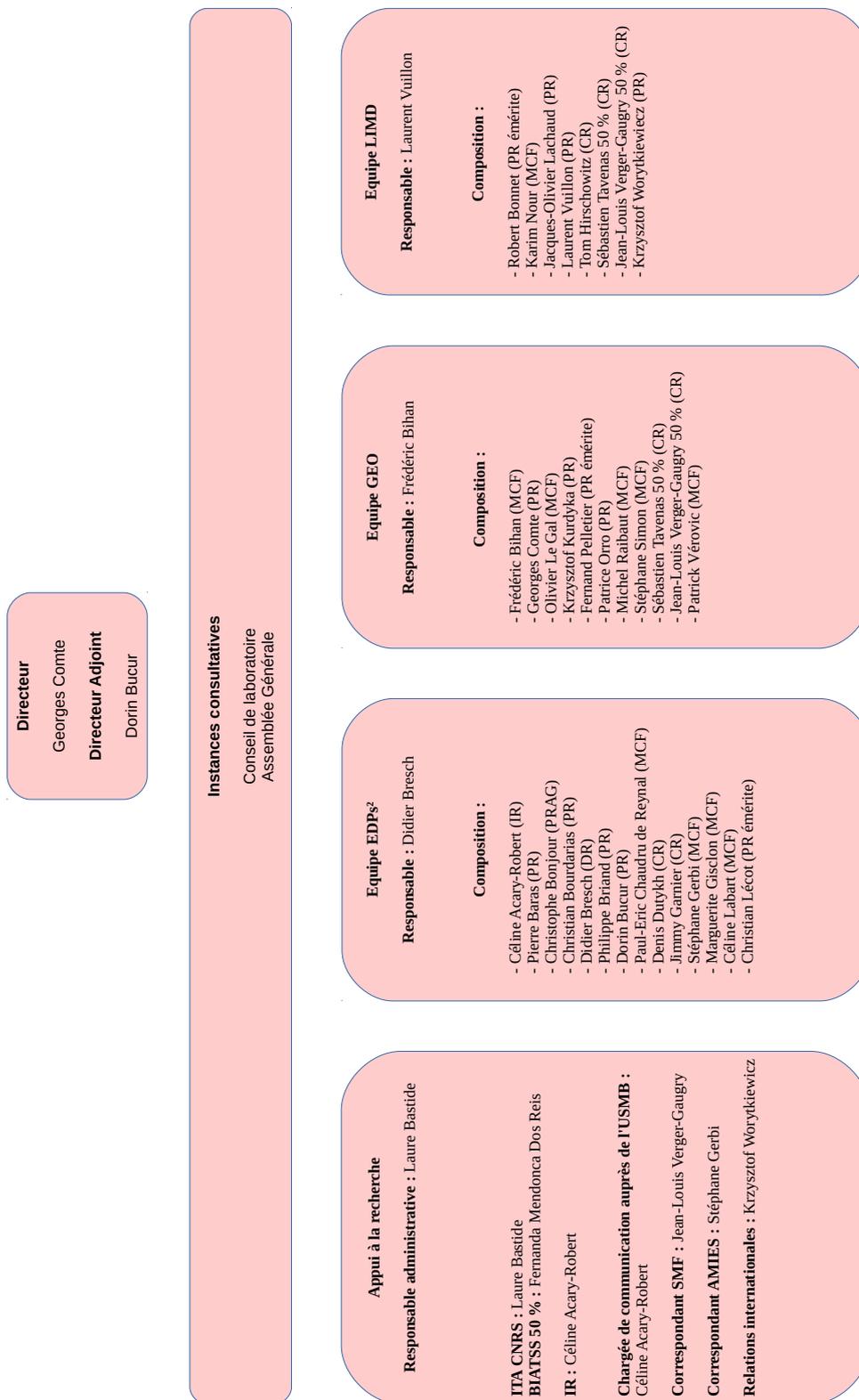
Annexe 1 : lettre d'engagement

À Chambéry, le 19 février 2019

Je, soussigné, Georges COMTE en tant que directeur de l'entité de recherche Laboratoire de Mathématiques de l'Université Savoie Mont Blanc, UMR CNRS 5127, certifie, par la présente, l'exactitude des données contenues dans le dossier d'autoévaluation, comprenant le document d'autoévaluation et les deux fichiers Excel « Données du contrat en cours » et « Données du prochain contrat ».

Université Savoie Mont Blanc
LAMA UMR 5127 CNRS
Laboratoire de Mathématiques
Campus Scientifique
73376 LE BOURGET-DU-LAC CEDEX

8. ANNEXE 2 - Organigramme fonctionnel de l'Unité



9. ANNEXE 3 - Équipements, plateformes de l'Unité

L'unité dispose de deux machines de calculs multi-coeurs sur lesquelles les développements de code peuvent être effectués. Les membres de l'unité peuvent également utiliser la plateforme de calcul mutualisée **MUST**³⁷ de l'USMB.

10. ANNEXE 4 - Produits et activités de la recherche de l'Unité

10.1 Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique de l'Unité

10.1.1. Journaux, revues

Les 20 % les plus significatifs des articles publiés

- [1] Daniel BELTITA, Tomasz GOLINSKI, George JAKIMOWICZ et Fernand PELLETIER. Banach-Lie groupoids and generalized inversion. *Journal of Functional Analysis*, 276, 2019.
- [2] Frédéric BIHAN. Irrational mixed decomposition and sharp fewnomial bounds for tropical polynomial systems. *Discrete Comput. Geom.*, 55(4):907–933, 2016.
- [3] Frédéric BIHAN et Alicia DICKENSTEIN. Descartes' rule of signs for polynomial systems supported on circuits. *Int. Math. Res. Not. IMRN*, 22:6867–6893, 2017.
- [4] Frédéric BIHAN et Ivan SOPRUNOV. Criteria for strict monotonicity of the mixed volume of convex polytopes. *À paraître dans Advances in Geometry*, [arXiv:1702.07676](https://arxiv.org/abs/1702.07676), 18 pages, 2017.
- [5] Robert BONNET et Arkady LEIDERMAN. Countable successor ordinals as generalized ordered topological spaces. *Topology Appl.*, 241:197–202, 2018.
- [6] D. BRESCH et M. HILLAIRET. A compressible multifluid system with new physical relaxations terms. *À paraître dans Ann. Sci. Éc. Norm. Supér.*, 2019.
- [7] Didier BRESCH, Marguerite GISCLON et Ingrid LACROIX-VIOLET. On Navier-Stokes-Korteweg and Euler-Korteweg systems : Applications to quantum fluids models. *Arch Rational Mech Anal. (accepted)*, 2019.
- [8] Didier BRESCH et Pierre-Emmanuel JABIN. Global existence of weak solutions for compressible Navier-Stokes equations : thermodynamically unstable pressure and anisotropic viscous stress tensor. *Ann. of Math. (2)*, 188(2):577–684, 2018.
- [9] Didier BRESCH et Pierre-Emmanuel JABIN. Quantitative regularity estimates for advective equation with anelastic degenerate constraint. *Proceedings ICM Brazil 2018*, 2018.
- [10] Ph. BRIAND et C. LABART. Simulation of BSDEs by Wiener chaos expansion. *Ann. Appl. Probab.*, 24(3):1129–1171, 2014.
- [11] Philippe BRIAND, Romuald ELIE et Ying HU. BSDEs with mean reflexion. *Ann. Appl. Probab.*, 28(1):482–510, 2018.
- [12] Dorin BUCUR, Vincenzo FERONE, Carlo NITSCH et Cristina TROMBETTI. Weinstock inequality in higher dimensions. *à paraître dans J. Diff. Geom.* [arXiv:1710.04587](https://arxiv.org/abs/1710.04587), 2019.
- [13] Dorin BUCUR et Antoine HENROT. A new isoperimetric inequality for elasticae. *J. Eur. Math. Soc. (JEMS)*, 19(11):3355–3376, 2017.
- [14] Dorin BUCUR et Antoine HENROT. Maximization of the second non-trivial neumann eigenvalue. *Acta Math. (accepted)*, 2019.
- [15] P.-E. Chaudru de RAYNAL. Strong existence and uniqueness for stochastic differential equation with hölder drift and degenerate noise. *Annales de l'Institut Henri Poincaré, Probabilités et Statistiques*, 53(1):259–286, 2017.

37. La plateforme **MUST** (Méso infrastructure de calcul et de Stockage) est mise en place au **LAPP** en partenariat avec les laboratoires de IUSMB. Elle est opérationnelle depuis le printemps 2007. Cette plateforme répond aux besoins de la physique des particules et contribue notamment à l'exploitation des données scientifiques issues du LHC. Mais il s'agit également une plateforme de calcul scientifique mutualisée ouverte sur la grille de recherche européenne utilisée par les chercheurs des différents laboratoires de l'USMB.

- [16] D. CLAMOND et D. DUTYKH. Accurate fast computation of steady two-dimensional surface gravity waves in arbitrary depth. *J. Fluid Mech.*, 844:491–518, jun 2018.
- [17] Raf CLUCKERS, Georges COMTE et François LOESER. Non-Archimedean Yomdin-Gromov parametrizations and points of bounded height. *Forum Math. Pi*, 3:e5, 60 pages, 2015.
- [18] Raf CLUCKERS, Georges COMTE, Daniel J. MILLER, Jean-Philippe ROLIN et Tamara SERVI. Integration of oscillatory and subanalytic functions. *Duke Math. J.*, 167(7):1239–1309, 2018.
- [19] Raf CLUCKERS, Immanuel HALUPCZOK, François LOESER et Michel RAIBAUT. Distributions and wave front sets in the uniform non-archimedean setting. *Trans. London Math. Soc.*, 5(1):97–131, 2018.
- [20] David COEURJOLLY, Jacques-Olivier LACHAUD et Jérémy LEVALLOIS. Multigrid convergent principal curvature estimators in digital geometry. *Computer Vision and Image Understanding*, 129:27–41, 2014. Special section : Advances in Discrete Geometry for Computer Imagery.
- [21] Georges COMTE et Yosef YOMDIN. Zeroes and rational points of analytic functions. *À paraître dans Ann. Inst. Fourier (Grenoble)*, [arXiv:1608.02455](https://arxiv.org/abs/1608.02455), 32 pages, 2018.
- [22] Louis CUEL, Jacques-Olivier LACHAUD, Quentin MÉRIGOT et Boris THIBERT. Robust geometry estimation using the generalized Voronoi covariance measure. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 8(2):1293–1314, 2015.
- [23] René DAVID et Karim NOUR. About the range property for H. *Logical Methods in Computer Science*, 10:1–18, 2014.
- [24] C. DEMAY, C. BOURDARIAS, B. de Laage de MEUX, S. GERBI et J-M HÉRARD. A splitting method adapted to the simulation of mixed flows in pipes with a compressible two-layer model. *ESAIM : M2AN, Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, à paraître 2019.
- [25] Rodrigo DORANTES-GILARDI, Laëtitia BOURGEAT, Lorenza PACINI, Laurent VUILLON et Claire LESIEUR. In proteins, the structural responses of a position to mutation rely on the Goldilocks principle : not too many links, not too few. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 20:25399–25410, 2018.
- [26] Clovis EBERHART et Tom HIRSCHOWITZ. What’s in a game ? : A theory of game models. In Anuj DAWAR et Erich GRÄDEL, éditeurs. *Proceedings of the 33rd Symposium on Logic in Computer Science*, pages 374–383, 2018.
- [27] Andrea FROSINI et Laurent VUILLON. Tomographic reconstruction of 2-convex polyominoes using dual horn clauses. *Theoretical Computer Science*, 2019.
- [28] Richard GARNER et Tom HIRSCHOWITZ. Shapely monads and analytic functors. *Journal of Logic and Computation*, 28(1):33–83, 2018.
- [29] J. GARNIER et M. A. LEWIS. Expansion under climate change : The genetic consequences. *Bull. Math. Biol.*, 78(11):2165–2185, 2016.
- [30] Tom HIRSCHOWITZ. Familial monads and structural operational semantics. *PACMPL*, 3(POPL): 21 :1–21 :28, 2019.
- [31] Pierre HYVERNAT. The size-change termination principle for constructor based languages. *Logical Methods in Computer Science*, 10(1), 2014.
- [32] Neeraj KAYAL, Vineet NAIR, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. Reconstruction of full rank algebraic branching programs. *Transactions on Computing Theory TOCT*, 11(1):2 :1–2 :56, 2019.
- [33] Neeraj KAYAL, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. On the size of homogeneous and of depth-four formulas with low individual degree. *Theory of Computing*, 14(16):1–46, 2018.
- [34] Pascal KOIRAN, Natacha PORTIER et Sébastien TAVENAS. On the intersection of a sparse curve and a low-degree curve : A polynomial version of the lost theorem. *Discrete & Computational Geometry*, 53(1):48–63, 2015.
- [35] János KOLLÁR, Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Curve-rational functions. *Math. Ann.*, 370(1-2):39–69, 2018.
- [36] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. From continuous rational to regulous function. *À paraître dans Proc. ICM 2018, Rio de Janeiro, World Scientific*, 3:737–767, 2018.
- [37] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Stratified-algebraic vector bundles. *J. Reine Angew. Math.*, 745:105–154, 2018.

- [38] Jacques-Olivier LACHAUD, David COEURJOLLY et Jérémy LEVALLOIS. Robust and convergent curvature and normal estimators with digital integral invariants. *In* L. NAJMAN et P. ROMON, éditeurs. *Modern Approaches to Discrete Curvature*, volume 2184 de *Lecture Notes in Mathematics*, pages 293–348. Springer International Publishing, Cham, 2017.
- [39] Jacques-Olivier LACHAUD, Xavier PROVENÇAL et Tristan ROUSSILLON. Two plane-probing algorithms for the computation of the normal vector to a digital plane. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 59(1):23–39, 2017.
- [40] Jacques-Olivier LACHAUD et Boris THIBERT. Properties of Gauss digitized shapes and digital surface integration. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 54(2):162–180, 2016.
- [41] Kevin LANGLOIS, Clelia PECH et Michel RAIBAUT. Stringy invariants for horospherical varieties of complexity one. *Algebraic Geometry*, 6(3):346–383, 2019.
- [42] Olivier LE GAL, Fernando SANZ et Patrick SPEISSEGGER. Trajectories in interlaced integral pencils of 3-dimensional analytic vector fields are o-minimal. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 370(3):2211–2229, 2018.
- [43] Fernand PELLETIER. Geometrical structures on the prolongation of a pre-Lie algebroid on fibered manifolds and application to partial Finsler geometry on foliated anchored bundle. *À paraître dans Ann. Inst. Fourier (Grenoble)*, [arXiv:1412.6742](https://arxiv.org/abs/1412.6742), 2016.
- [44] Christophe REUTENAUER et Laurent VUILLON. Palindromic closures and Thue-Morse substitution for Markoff numbers. *Uniform distribution theory*, 2(2):25–35, 2017.
- [45] Jean-Louis VERGER-GAUGRY. On the conjecture of Lehmer, limit Mahler measure of trinomials and asymptotic expansions. *Unif. Distrib. Theory*, 11:79–139, 2016.
- [46] Laurent VUILLON et Claire LESIEUR. From local to global changes in proteins : a network view. *Current Opinion in Structural Biology*, 31:1–8, 2015. Theory and simulation/Macromolecular machines and assemblies.

Articles publiés dans des revues à comité de lecture

- [1] D. ABBASZADEH, A. Bresch, D. DESJARDINS et E. GRENIER. Asymptotic production behavior in waterflooded oil reservoirs : Decline curves on a simplified model. *Eur. J. Mech. B/Fluid*, (43):131–134, 2014.
- [2] M. ABDYKARIM, J. BERGER, D. DUTYKH, L. SOUDANI et A. AGBOSSOU. Critical assessment of efficient numerical methods for a long-term simulation of heat and moisture transfer in porous materials. *Int. J. Therm. Sci.*, Accepted:1–35, 2019.
- [3] Mounia ACHOCH, Rodrigo DORANTES-GILARDI, Chris WYMANT, Giovanni FEVERATI, Kave SALAMATIAN, Laurent VUILLON et Claire LESIEUR. Protein structural robustness to mutations : an in silico investigation. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 18:13770–13780, 2016.
- [4] Alexandre AKSENOV. Counting solutions without zeros or repetitions of a linear congruence and rarefaction in b-multiplicative sequences. *J. Théo. Nombres Bordeaux*, 27:625–654, 2015.
- [5] Bilal AL TAKI. Global well posedness for the ghost effect system. *Commun. Pure Appl. Anal.*, 16(1):345–368, 2017.
- [6] Aurélien ALFONSI, Céline LABART et Jérôme LELONG. Stochastic Local Intensity Loss Models with Interacting Particle Systems. *Mathematical Finance*, 26(2):366–394, avril 2016.
- [7] K. AMMARI et S. GERBI. Interior feedback stabilization of wave equations with dynamic boundary delay. *ZAA-Zeitschrift für Analysis und ihre Anwendungen*, 36(3):297–327, 2017.
- [8] Thomas BARTHELMÉ, Bruno COLBOIS, Mickaël CRAMPON et Patrick VEROVIC. Laplacian and spectral gap in regular Hilbert geometries. *Tohoku Math. J. (2)*, 66(3):377–407, 2014.
- [9] J. BERGER, T. BUSSE, D. DUTYKH et N. MENDES. On the estimation of moisture permeability and advection coefficients of a wood fibre material using the optimal experiment design approach. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 90:246–259, jan 2018.
- [10] J. BERGER, T. BUSSE, D. DUTYKH et N. MENDES. An efficient method to estimate sorption isotherm curve coefficients. *Inv. Prob. Sci. and Eng.*, 27(6):735–772, jun 2019.

- [11] J. BERGER et D. DUTYKH. Evaluation of the reliability of building energy performance models for parameter estimation. *Computational technologies*, 24(3):4–32, 2019.
- [12] J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. On the optimal experiment design for heat and moisture parameter estimation. *Exp. Therm. Fluid Sci.*, 81:109–122, feb 2017.
- [13] J. BERGER, D. DUTYKH, N. MENDES et B. RYSBAIULY. A new model for simulating heat, air and moisture transport in porous building materials. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 134:1041–1060, may 2019.
- [14] J. BERGER, D. DUTYKH, N. MENDES et B. RYSBAIULY. A new model for simulating heat, air and moisture transport in porous building materials. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 134:1041–1060, may 2019.
- [15] J. BERGER, S. GASPARIN, D. DUTYKH et N. MENDES. Accurate numerical simulation of moisture front in porous material. *Building and Environment*, 118:211–224, jun 2017.
- [16] J. BERGER, S. GASPARIN, D. DUTYKH et N. MENDES. On the Solution of Coupled Heat and Moisture Transport in Porous Material. *Transport in Porous Media*, 121(3):665–702, feb 2018.
- [17] J. BERGER, H. LE MEUR, D. DUTYKH, D. M. NGUYEN et A.-C. GRILLET. Analysis and improvement of the VTT mold growth model : Application to bamboo fiberboard. *Building and Environment*, 138:262–274, jun 2018.
- [18] Julien BERGER, Suelen GASPARIN, Marx CHHAY et Nathan MENDES. Estimation of temperature-dependent thermal conductivity using proper generalised decomposition for building energy management. *Journal of Building Physics*, 40(3):235–262, 2016.
- [19] Peter BETTYANI et Karim NOUR. Strong normalization of lambda-sym-prop and lambda bare-mu-mu tilde*-calculi. *Logical Methods in Computer Science*, 13:1–22, 2017.
- [20] Peter BETTYANI et Karim NOUR. An estimation for the lengths of reduction sequences of the lambda-mu-rho-theta-calculus. *Logical Methods in Computer Science*, 14:1–35, 2018.
- [21] Frédéric BIHAN. Maximally positive polynomial systems supported on circuits. *J. Symbolic Comput.*, 68(part 2):61–74, 2015.
- [22] Frédéric BIHAN, Alicia DICKENSTEIN et Magalí GIAROLI. Lower bounds for positive roots and regions of multistationarity in chemical reaction networks. *À paraître dans Journal of Algebra*, [arXiv:1807.05157](https://arxiv.org/abs/1807.05157), 30 pages, 2018.
- [23] Frédéric BIHAN, Alicia DICKENSTEIN et Magali GIAROLLI. Regions of multistationarity in cascades of Goldbeter-Koshland loops. *A. J. Math. Biol.*, [arXiv:1807.08400](https://arxiv.org/abs/1807.08400), 78(1115), 2019.
- [24] Frédéric BIHAN et Boulos EL HILANY. A sharp bound on the number of real intersection points of a sparse plane curve with a line. *J. Symbolic Comput.*, 81:88–96, 2017.
- [25] Frédéric BIHAN, Francisco SANTOS et Pierre-Jean SPAENLEHAUER. A Polyhedral Method for Sparse Systems with Many Positive Solutions. *SIAM J. Appl. Algebra Geom.*, 2(4):620–645, 2018.
- [26] Marcin BILSKI, Krzysztof KURDYKA, Adam PARUSIŃSKI et Guillaume ROND. Higher order approximation of analytic sets by topologically equivalent algebraic sets. *Math. Z.*, 288(3-4):1361–1375, 2018.
- [27] B. BOGOSEL, D. BUCUR et A. GIACOMINI. Optimal shapes maximizing the Steklov eigenvalues. *SIAM J. Math. Anal.*, 49(2):1645–1680, 2017.
- [28] Benjamin BOGOSEL. The method of fundamental solutions applied to boundary eigenvalue problems. *J. Comput. Appl. Math.*, 306:265–285, 2016.
- [29] Benjamin BOGOSEL. A geometric proof of the Siebeck-Marden theorem. *Amer. Math. Monthly*, 124(5):459–463, 2017.
- [30] Benjamin BOGOSEL. The Steklov spectrum on moving domains. *Appl. Math. Optim.*, 75(1):1–25, 2017.
- [31] Benjamin BOGOSEL, Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. Phase field approach to optimal packing problems and related cheeger clusters. *Applied Mathematics and Optimization (accepted)*, 2018.
- [32] Benjamin BOGOSEL et Édouard OUDET. Qualitative and numerical analysis of a spectral problem with perimeter constraint. *SIAM J. Control Optim.*, 54(1):317–340, 2016.

- [33] Benjamin BOGOSEL et Bozhidar VELICHKOV. A multiphase shape optimization problem for eigenvalues : qualitative study and numerical results. *SIAM J. Numer. Anal.*, 54(1):210–241, 2016.
- [34] Jean-Daniel BOISSONNAT, KARTHIK C. S. et Sébastien TAVENAS. Building efficient and compact data structures for simplicial complexes. *Algorithmica*, 79(2):530–567, 2017.
- [35] Nicolas BONNEEL, David COEURJOLLY, Pierre GUETH et Jacques-Olivier LACHAUD. Mumford-shah mesh processing using the ambrosio-tortorelli functional. *Computer Graphics Forum*, 37(7):75–85, 2018.
- [36] O. BONNEFON, J. COVILLE, J. GARNIER, F. HAMEL et L. ROQUES. The spatio-temporal dynamics of neutral genetic diversity. *Ecol. Complexity*, 20:282–292, 2014.
- [37] O. BONNEFON, J. COVILLE, J. GARNIER et L. ROQUES. Inside dynamics of solutions of integro-differential equations. *Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. B*, 19(10):3057–3085, 2014.
- [38] E. BOUIN, J. GARNIER, C. HENDERSON et F. PATOUT. Thin front limit of an integro-differential fisher-kpp equation with fat-tailed kernels. *SIAM Journal on Mathematical Analysis*, 50(3):3365–3394, 2018.
- [39] C. BOURDARIAS, M. ERSOY et S. GERBI. Unsteady flows in non uniform closed water pipes : a full kinetic approach. *Numerische Mathematik*, 128(2):217–263, 2014.
- [40] C. BOURDARIAS, S. GERBI et R. LTEIF. A numerical scheme for an improved green-naghdi model in the camassa-holm regime for the propagation of internal waves. *Computers & Fluids*, 156:283–304, 2017.
- [41] C. BOURDARIAS, M. GISCLON et S. JUNCA. Fractional bv spaces and first applications to scalar conservation laws. *Journal of Hyperbolic Differential Equations*, 11(4):655–677, 2014.
- [42] C. BOURDARIAS, M. GISCLON, S. JUNCA et Y-J. PENG. Eulerian and Lagrangian formulations in BV^s for gas-solid chromatography. *Communications in Mathematical Sciences*, 14(6):1665–1685, 2016.
- [43] C. E. BRÉHIER, P.-E. Chaudru de RAYNAL, V. LEMAIRE, F. PANLOUP et C. REY. Numerical methods for stochastic differential equations : two examples. *ESAIM : ProcS*, 51:272–292, 2015.
- [44] D. BRESCH, M. COLIN, K. MSHEIK, P. NOBLE et X. SONG. BD entropy and Bernis-Friedman entropy. *C.R. Acad Sciences Maths*, (357):1–6, 2019.
- [45] D. BRESCH, F. COUDERC, P. NOBLE et J.-P. VILA. A generalization of the quantum bohm identity : hyperbolic cfl condition for euler-kortewe equations. *C.R. Acad. Sciences Maths*, (354):39–43, 2016.
- [46] D. BRESCH, B. DESJARDINS et E. ZATORSKA. Two-velocity hydrodynamics in fluid mechanics, part ii : Existence of global κ -entropy solutions to compressible Navier-Stokes system with degenerate viscosities. *J. Math Pures Appl.*, (104):801–836, 2015.
- [47] D. BRESCH, V. GIOVANGIGLI et E. ZATORSKA. Two-velocity hydrodynamics in fluid mechanics, part i : Well posedness for zero Mach number systems. *J. Math Pures Appl.*, (104):762–800, 2015.
- [48] D. BRESCH et P.-E. JABIN. Global weak solutions of pdes for compressible media : A compactness criterion to cover new physical situations. *Springer INdAM Serie, special issue dedicated to G. Metivier, Edf Colombini, D. Del Santo, D. Lannes*, pages 33–54, 2017.
- [49] D. BRESCH, P. B. MUCHA et E. ZATORSKA. Finite-energy solutions for compressible two-fluid stokes system. *Arch Rational Mech Anal.*, 2018.
- [50] D. BRESCH, P. NOBLE et J.-P. VILA. Relative entropy for compressible Navier- Stokes equations with density dependent viscosities and applications. *C.R. Acad. Sciences Maths*, (354):45–49, 2016.
- [51] D. BRESCH, P. NOBLE et J.-P. VILA. Relative entropy for compressible Navier-Stokes equations with density dependent viscosities and applications. *ESAIM Proc and Surveys*, (58):40–57, 2017.
- [52] D. BRESCH, C. PERRIN et E. ZATORSKA. Singular limit of Navier-Stokes system leading to a free/congested zones two phase model. *C.R. Acad. Sciences Maths.*, (352):685–690, 2014.
- [53] D. BRESCH et C. PRANGE. Newtonian limit for weakly viscoelastic fluid flows. *SIAM J. Math. Anal.*, pages 1126–1159, 2014.
- [54] D. BRESCH et M. RENARDY. Development of congestion in compressible flow with singular pressure. *Asymptotic Analysis*, (103):95–101, 2017.

- [55] Elie BRETIN, Roland DENIS, Jacques-Olivier LACHAUD et Edouard OUDET. Phase-field modelling and computing for a large number of phases. *ESAIM : Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, 2019. Accepted, to appear (DOI <https://doi.org/10.1051/m2an/2019>).
- [56] D. BUCUR et B. VELICHKOV. A free boundary approach to shape optimization problems. *Philos. Trans. Roy. Soc. A*, 373(2050):20140273, 15, 2015.
- [57] Dorin BUCUR, Giuseppe BUTTAZZO et Carlo NITSCH. Symmetry breaking for a problem in optimal insulation. *J. Math. Pures Appl. (9)*, 107(4):451–463, 2017.
- [58] Dorin BUCUR, Giuseppe BUTTAZZO et Carlo NITSCH. Two optimization problems in thermal insulation. *Notices Amer. Math. Soc.*, 64(8):830–835, 2017.
- [59] Dorin BUCUR, Giuseppe BUTTAZZO et Bozhidar VELICHKOV. Spectral optimization problems for potentials and measures. *SIAM J. Math. Anal.*, 46(4):2956–2986, 2014.
- [60] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. On the honeycomb conjecture for Robin Laplacian eigenvalues. *Communications in Contemporary Mathematics (accepted)*, 0(0):1850007, 0.
- [61] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. Lower bounds for the Prékopa-Leindler deficit by some distances modulo translations. *J. Convex Anal.*, 21(1):289–305, 2014.
- [62] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. Blaschke-Santaló and Mahler inequalities for the first eigenvalue of the Dirichlet Laplacian. *Proc. Lond. Math. Soc. (3)*, 113(3):387–417, 2016.
- [63] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. A Faber-Krahn inequality for the Cheeger constant of N -gons. *J. Geom. Anal.*, 26(1):88–117, 2016.
- [64] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. Reverse Faber-Krahn and Mahler inequalities for the Cheeger constant. *Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A*, 148(5):913–937, 2018.
- [65] Dorin BUCUR, Ilaria FRAGALÀ et Alessandro GIACOMINI. Optimal partitions for Robin Laplacian eigenvalues. *Calc. Var. Partial Differential Equations*, 57(5):Art. 122, 18, 2018.
- [66] Dorin BUCUR, Ilaria FRAGALÀ, Bozhidar VELICHKOV et Gianmaria VERZINI. On the honeycomb conjecture for a class of minimal convex partitions. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 370(10):7149–7179, 2018.
- [67] Dorin BUCUR et Alessandro GIACOMINI. Faber-Krahn inequalities for the Robin-Laplacian : a free discontinuity approach. *Arch. Ration. Mech. Anal.*, 218(2):757–824, 2015.
- [68] Dorin BUCUR et Alessandro GIACOMINI. The Saint-Venant inequality for the Laplace operator with Robin boundary conditions. *Milan J. Math.*, 83(2):327–343, 2015.
- [69] Dorin BUCUR et Alessandro GIACOMINI. Shape optimization problems with Robin conditions on the free boundary. *Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire*, 33(6):1539–1568, 2016.
- [70] Dorin BUCUR, Alessandro GIACOMINI et Paola TREBESCHI. The Robin-Laplacian problem on varying domains. *Calc. Var. Partial Differential Equations*, 55(6):Art. 133, 29, 2016.
- [71] Dorin BUCUR et Stephan LUCKHAUS. Monotonicity formula and regularity for general free discontinuity problems. *Arch. Ration. Mech. Anal.*, 211(2):489–511, 2014.
- [72] Dorin BUCUR et Dario MAZZOLENI. A surgery result for the spectrum of the Dirichlet Laplacian. *SIAM J. Math. Anal.*, 47(6):4451–4466, 2015.
- [73] Dorin BUCUR, Dario MAZZOLENI, Aldo PRATELLI et Bozhidar VELICHKOV. Lipschitz regularity of the eigenfunctions on optimal domains. *Arch. Ration. Mech. Anal.*, 216(1):117–151, 2015.
- [74] Dorin BUCUR et Bozhidar VELICHKOV. Multiphase shape optimization problems. *SIAM J. Control Optim.*, 52(6):3556–3591, 2014.
- [75] Patrick CABAU et Fernand PELLETIER. Integrability on direct limit of Banach manifolds. *À paraître dans Ann. Faculté des sciences Toulouse*, [arXiv:140.371v3](https://arxiv.org/abs/140.371v3), 2019.
- [76] Thomas CAISSARD, David COEURJOLLY, Jacques-Olivier LACHAUD et Tristan ROUSSILLON. Laplace–Beltrami operator on digital surfaces. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, pages 1–21, Aug 2018.
- [77] Jean-Baptiste CAMPESATO, Toshizumi FUKUI, Adam PARUSIŃSKI et Krzysztof KURDYKA. Arc spaces, motivic measure and Lipschitz geometry of real algebraic sets. *À paraître dans Math. Annalen*, [arXiv:1807.05160](https://arxiv.org/abs/1807.05160), 36 pages, 2018.

- [78] J.-G. CAPUTO et D. DUTYKH. Nonlinear waves in networks : model reduction for sine-Gordon. *Phys. Rev. E*, 90:022912, 2014.
- [79] J.-G. CAPUTO, D. DUTYKH et B. GLEYSE. Coupling conditions for the nonlinear shallow water equations in forks. *Symmetry*, 11(3):434, 2019.
- [80] F. CARBONE, D. DUTYKH et G. A. EL. Macroscopic dynamics of incoherent soliton ensembles : Soliton gas kinetics and direct numerical modelling. *EPL (Europhysics Letters)*, 113(3):30003, feb 2016.
- [81] Annette CASAGRANDE et Laurent VUILLON. Sciences humaines et sociales et méthodes du numérique, un mariage heureux? *Les Cahiers du numérique*, 13(3-4):115–136, 2017.
- [82] Pierrette CASSOU-NOGUÈS et Michel RAIBAUT. Newton transformations and the motivic Milnor fiber of a plane curve. *Singularities, Algebraic Geometry, Commutative Algebra, and Related Topics : Festschrift for Antonio Campillo on the Occasion of his 65th Birthday, Springer International Publishing*, pages 145–189, 2018.
- [83] Jorge CELY et Michel RAIBAUT. On the commutativity of pull-back and push-forward functors on motivic constructible functions. À paraître dans *The Journal of Symbolic Logic*, [arXiv:1811.06850](https://arxiv.org/abs/1811.06850), 28 pages, 2019.
- [84] P.-E. Chaudru de RAYNAL. Weak regularization by stochastic drift : Result and counter example. *Discrete & Continuous Dynamical Systems - A*, 38(1078-0947 2018 3 1269):1269, 2018.
- [85] P.-E. Chaudru de RAYNAL et C.A. GARCÍA TRILLOS. A cubature based algorithm to solve decoupled McKean-Vlasov forward, backward stochastic differential equations. *Stochastic Processes and their Applications*, 125(5):2206 – 2255, 2015.
- [86] P.-E. Chaudru de RAYNAL, G. PAGÈS et C. REY. Numerical methods for stochastic differential equations : two examples. *ESAIM : ProcS*, 64:65–77, 2018.
- [87] J.-P. CHEHAB et D. DUTYKH. On time relaxed schemes and formulations for dispersive wave equations. *AIMS Mathematics*, Accepted:1–27, 2019.
- [88] J.-P. CHEHAB et D. DUTYKH. On time relaxed schemes and formulations for dispersive wave equations. *AIMS Mathematics*, 4(2):254–278, 2019.
- [89] M. CHHAY, D. DUTYKH et D. CLAMOND. On the multi-symplectic structure of the Serre-Green-Naghdi equations. *J. Phys. A : Math. Gen.*, 49(3):03LT01, jan 2016.
- [90] M. CHHAY, D. DUTYKH, M. GISCLON et C. RUYER-QUIL. New asymptotic heat transfer model in thin liquid films. *Appl. Math. Model.*, 48:844–859, aug 2017.
- [91] A. CHOURAQUI, C. LÉCOT et B. DJEBBAR. Quasi Monte-Carlo simulation of differential equations. *Monte-Carlo Methods Appl.*
- [92] D. CLAMOND et D. DUTYKH. Multi-symplectic structure of fully nonlinear weakly dispersive internal gravity waves. *J. Phys. A : Math. Gen.*, 49(31):31LT01, aug 2016.
- [93] D. CLAMOND et D. DUTYKH. Non-dispersive conservative regularisation of nonlinear shallow water (and isentropic Euler equations). *Comm. Nonlin. Sci. Num. Sim.*, 55:237–247, 2018.
- [94] D. CLAMOND, D. DUTYKH et A. DURÁN. A plethora of generalised solitary gravity-capillary water waves. *J. Fluid Mech.*, 784:664–680, 2015.
- [95] D. CLAMOND, D. DUTYKH et A. GALLIGO. Algebraic method for constructing singular solitary waves : a case study. *Proc. R. Soc. Lond. A*, 472(2191), 2016.
- [96] D. CLAMOND, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. Conservative modified Serre–Green–Naghdi equations with improved dispersion characteristics. *Comm. Nonlin. Sci. Num. Sim.*, 45:245–257, 2017.
- [97] David COEURJOLLY, Marion FOARE, Pierre GUETH et Jacques-Olivier LACHAUD. Piecewise smooth reconstruction of normal vector field on digital data. *Comput. Graph. Forum*, 35(7):157–167, 2016. Proc. of Pacific Graphics 2016.
- [98] David COEURJOLLY, Bertrand KERAUTRET et Jacques-Olivier LACHAUD. Extraction of connected region boundary in multidimensional images. *IPOLE Journal*, 4:30–43, 2014.
- [99] Bruno COLBOIS et Patrick VEROVIC. Two properties of volume growth entropy in Hilbert geometry. *Geom. Dedicata*, 173:163–175, 2014.

- [100] Georges COMTE. Deformation of singularities and additive invariants. *J. Singul.*, 13:11–41, 2015.
- [101] Georges COMTE et Goulwen FICHO. Grothendieck ring of semialgebraic formulas and motivic real Milnor fibers. *Geom. Topol.*, 18(2):963–996, 2014.
- [102] Georges COMTE et Chris MILLER. Points of bounded height on oscillatory sets. *Q. J. Math.*, 68(4):1261–1287, 2017.
- [103] C. DEMAY, C. BOURDARIAS, B. de Laage de MEUX, S. GERBI et J-M HÉRARD. Numerical simulation of a compressible two-layer model : A first attempt with an implicit-explicit splitting scheme. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 346:357–377, 2017.
- [104] Charles DEMAY et Jean-Marc HÉRARD. A compressible two-layer model for transient gas-liquid flows in pipes. *Contin. Mech. Thermodyn.*, 29(2):385–410, 2017.
- [105] F. DIAS, D. DUTYKH, L. O’BIEN, E. RENZI et T. STEFANAKIS. On the Modelling of Tsunami Generation and Tsunami Inundation. *Procedia IUTAM*, 10:338–355, 2014.
- [106] Si Tiep DINH et Krzysztof KURDYKA. Horizontal gradient of polynomial functions for the standard Engel structure on \mathbb{R}^4 . *J. Dyn. Control Syst.*, 22(1):15–34, 2016.
- [107] E. DINVAY, D. DUTYKH et H. KALISCH. A comparative study of bi-directional Whitham systems. *Applied Numerical Mathematics*, 141:248–262, 2019.
- [108] E. DINVAY, D. MOLDBAYEV, D. DUTYKH et H. KALISCH. The Whitham equation with surface tension. *Nonlinear Dynamics*, 88(2):1125–1138, apr 2017.
- [109] Eric DOMENJOU, Xavier PROVENÇAL et Laurent VUILLON. Palindromic language of thin discrete planes. *Theoretical Computer Science*, 624:101 – 108, 2016. Advances in Discrete Geometry for Computer Imagery.
- [110] Roxana DUMITRESCU et Céline LABART. Numerical approximation of doubly reflected BSDEs with jumps and RCLL obstacles. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 442(1):206–243, octobre 2016.
- [111] Roxana DUMITRESCU et Céline LABART. Reflected scheme for doubly reflected BSDEs with jumps and RCLL obstacles. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 296:827–839, avril 2016.
- [112] A. DURÁN, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. On the multi-symplectic structure of Boussinesq-type systems. I : Derivation and mathematical properties. *Phys. D*, 388:10–21, jan 2019.
- [113] A. DURÁN, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. On the multi-symplectic structure of Boussinesq-type systems. II : Geometric discretization. *Phys. D*, 397:1–16, oct 2019.
- [114] D. DUTYKH et J.-G. CAPUTO. Wave dynamics on networks : Method and application to the sine-Gordon equation. *Applied Numerical Mathematics*, 131:54–71, sep 2018.
- [115] D. DUTYKH, M. CHHAY et D. CLAMOND. Numerical study of the generalised Klein-Gordon equations. *Physica D : Nonlinear Phenomena*, 304-305:23–33, 2015.
- [116] D. DUTYKH et D. CLAMOND. Efficient computation of steady solitary gravity waves. *Wave Motion*, 51(1):86–99, jan 2014.
- [117] D. DUTYKH et D. CLAMOND. Modified shallow water equations for significantly varying seabeds. *Appl. Math. Model.*, 40(23-24):9767–9787, dec 2016.
- [118] D. DUTYKH, D. CLAMOND et M. CHHAY. Serre-type equations in deep water. *Mathematical Modelling of Natural Phenomena*, 12(1), 2017.
- [119] D. DUTYKH, D. CLAMOND et D. MITSOTAKIS. Adaptive modeling of shallow fully nonlinear gravity waves. *RIMS Kôkyûroku*, 1947(4):45–65, 2015.
- [120] D. DUTYKH et O. GOUBET. Derivation of dissipative Boussinesq equations using the Dirichlet-to-Neumann operator approach. *Math. Comp. Simul.*, 127:80–93, sep 2016.
- [121] D. DUTYKH, M. HOEFER et D. MITSOTAKIS. Solitary wave solutions and their interactions for fully nonlinear water waves with surface tension in the generalized Serre equations. *Theoretical and Computational Fluid Dynamics*, 32(3):371–397, jun 2018.
- [122] D. DUTYKH et D. IONESCU-KRUSE. Travelling wave solutions for some two-component shallow water models. *J. Diff. Eqns.*, 261(2):1099–1114, jul 2016.

- [123] D. DUTYKH et D. IONESCU-KRUSE. Effects of vorticity on the travelling waves of some shallow water two-component systems. *Discrete & Continuous Dynamical Systems - A*, 39(9):5521–5541, 2019.
- [124] D. DUTYKH et E. PELINOVSKY. Numerical simulation of a solitonic gas in KdV and KdV-BBM equations. *Phys. Lett. A*, 378(42):3102–3110, aug 2014.
- [125] D. DUTYKH et E. TOBISCH. Observation of the Inverse Energy Cascade in the modified Korteweg-de Vries Equation. *EPL*, 107:14001, 2014.
- [126] D. DUTYKH et E. TOBISCH. Direct dynamical energy cascade in the modified KdV equation. *Phys. D*, 297:76–87, mar 2015.
- [127] D. DUTYKH et J.-L. VERGER-GAUGRY. On the Reducibility and the Lenticular Sets of Zeroes of Almost Newman Lacunary Polynomials. *Arnold Mathematical Journal*, 4(3-4):315–344, dec 2018.
- [128] Denys DUTYKH. Evolution of Random Wave Fields in the Water of Finite Depth. *Procedia IUTAM*, 11:34–43, 2014.
- [129] Clovis EBERHART, Tom HIRSCHOWITZ et Thomas SEILLER. An intensionally fully-abstract sheaf model for π (expanded version). *Logical Methods in Computer Science*, Volume 13, Issue 4, novembre 2017.
- [130] Boulos EL HILANY. Characterization of circuits supporting polynomial systems with the maximal number of positive solutions. *Discrete Comput. Geom.*, 58(2):355–370, 2017.
- [131] Boulos EL HILANY. Constructing polynomial systems with many positive solutions using tropical geometry. *Rev. Mat. Complut.*, 31(2):525–544, 2018.
- [132] R. FAKHEREDDINE, R. EL HADDAD, C. LÉCOT et J. EL MAALOUF. Stratified Monte-Carlo simulation of Markov chains. *Math. Comput. Simul.*, 135:51–62, 2017.
- [133] Lorenzo FANTINI et Michel RAIBAUT. Motivic and analytic nearby fibers at infinity and bifurcation sets. *À paraître dans Arc scheme and singularities*, World Scientific Publishing, [arXiv:1810.06253](https://arxiv.org/abs/1810.06253), 18 pages, 2018.
- [134] F. FEDELE et D. DUTYKH. Camassa-Holm equations and vortexons for axisymmetric pipe flows. *Fluid Dynamics Research*, 46(1), 2014.
- [135] Z. I. FEDOTOVA, G. S. KHAKIMZYANOV et D. DUTYKH. Energy equation for certain approximate models of long-wave hydrodynamics. *Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling*, 29(3):167–178, jan 2014.
- [136] Giovanni FEVERATI, Mounia ACHOCH, Laurent VUILLON et Claire LESIEUR. Intermolecular β -strand networks avoid hub residues and favor low interconnectedness : A potential protection mechanism against chain dissociation upon mutation. *PLOS ONE*, 9(4):1–16, 04 2014.
- [137] Aleksandra GALA-JASKÓRZYŃSKA, Krzysztof KURDYKA, Katarzyna KUTA et Stanisław SPODZIEJA. Positivstellensatz for homogeneous semialgebraic sets. *Arch. Math. (Basel)*, 105(5):405–412, 2015.
- [138] Ian GAMBINI et Laurent VUILLON. Tiling the space by polycube analogues of Fedorov’s polyhedra. *Fundamenta Informaticae*, 146:197 – 209, 2016.
- [139] I. S. GANDZHA, Y. V. SEDLETSKY et D. DUTYKH. High-order nonlinear schr odinger equation for the envelope of slowly modulated gravity waves on the surface of finite-depth fluid and its quasi-soliton solutions. *Ukrainian Journal of Physics*, 59(12), 2014.
- [140] J. GARNIER, F. HAMEL et L. ROQUES. Transition fronts and stretching phenomena for a general class of reaction-dispersion equations. *Discrete Cont. Dyn. Sys.*, 37(2):743–756, 2017.
- [141] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. Advanced Reduced-Order Models for Moisture Diffusion in Porous Media. *Transport in Porous Media*, pages 1–30, jun 2018.
- [142] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. An adaptive simulation of nonlinear heat and moisture transfer as a boundary value problem. *International Journal of Thermal Sciences*, 133:120–139, nov 2018.
- [143] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. An improved explicit scheme for whole-building hygrothermal simulation. *Building Simulation*, 11(3):465–481, jun 2018.

- [144] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. Stable explicit schemes for simulation of nonlinear moisture transfer in porous materials. *J. Building Perf. Simul.*, 11(2):129–144, 2018.
- [145] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. Solving nonlinear diffusive problems in buildings by means of a Spectral reduced-order model. *Journal of Building Performance Simulation*, 12(1):17–36, jan 2019.
- [146] S. GASPARIN, D. DUTYKH et N. MENDES. A spectral method for solving heat and moisture transfer through consolidated porous media. *Int. J. Num. Meth. in Eng.*, 117(11):1143–1170, mar 2019.
- [147] Suelen GASPARIN, Marx CHHAY, Julien BERGER et Nathan MENDES. A hybrid analytical numerical method for computing coupled temperature and moisture content fields in porous soils. *Journal of Building Physics*, 42(1):68–94, 2018.
- [148] Christel GEISS et Céline LABART. Simulation of BSDEs with jumps by Wiener Chaos Expansion. *Stochastic Processes and their Applications*, 126(7):2123–2162, 2016.
- [149] Christel GEISS, Céline LABART et Antti LUOTO. Random walk approximation of BSDEs with Hölder continuous terminal condition. *to appear in Bernoulli*, [arXiv:01818668](https://arxiv.org/abs/01818668), 2019.
- [150] Aria GHEERAERT, Lorenza PACINI, Victor S BATISTA, Laurent VUILLON, Claire LESIEUR et Ivan RIVALTA. Exploring allosteric pathways of a v-type enzyme with dynamical perturbation networks. *The Journal of Physical Chemistry B*, 2019.
- [151] M. GISCLON et I. LACROIX-VIOLET. About the barotropic compressible quantum Navier-Stokes equations. *Nonlinear Analysis : theory, Methods and Applications*, 128:106–121, 2015.
- [152] M. GISCLON et M. RAIBAUT. Optique et mathématiques. *Bulletin Vert de l'APMEP*, (521):562–571, 2016.
- [153] Pawel GLADKI et Krzysztof WORYTKIEWICZ. Witt rings of quadratically presentable fields. Accepted for publication in « Categories and General Algebraic Structures with Applications », 2018.
- [154] Christelle GUICHARD et Jean-Louis VERGER-GAUGRY. On Salem numbers, expansive polynomials and Stieltjes continued fractions. *J. Théor. Nombres Bordeaux*, 27:769–804, 2015.
- [155] Assaf HASSON et Robert BONNET. In memoriam : Mati Rubin 1946–2017. *Bull. Symb. Log.*, 24(2):181–185, 2018.
- [156] André HIRSCHOWITZ, Michel HIRSCHOWITZ et Tom HIRSCHOWITZ. Saturating directed spaces. *Journal of Homotopy and Related Structures*, 9(2):273–283, 2014.
- [157] Tom HIRSCHOWITZ. Full abstraction for fair testing in CCS (expanded version). *Logical Methods in Computer Science*, 10(4), 2014.
- [158] M. HUNT et D. DUTYKH. Visco-potential flows in electrohydrodynamics. *Physics Letters, Section A : General, Atomic and Solid State Physics*, 378(24-25):1721–1726, 2014.
- [159] Pierre HYVERNAT. A linear category of polynomial functors (extensional part). *Logical Methods in Computer Science*, 10(2), 2014.
- [160] Pierre HYVERNAT. Some properties of inclusions of multisets and contractive boolean operators. *Discrete Mathematics*, 329:69–76, 2014.
- [161] Zbigniew JELONEK, Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Vector bundles and blowups. *In Analytic and algebraic geometry. 2*, pages 75–78. Łódź Univ. Press, Łódź, 2017.
- [162] Zbigniew JELONEK et Krzysztof KURDYKA. Reaching generalized critical values of a polynomial. *Math. Z.*, 276(1-2):557–570, 2014.
- [163] S. JENOUVRIER, J. GARNIER, F. PATOUT et L. DESVILLETES. Influence of dispersal processes on the global dynamics of emperor penguin, a species threatened by climate change. *Biol. Conserv.*, 212:63–73, 2017.
- [164] Gareth JONES, Jonathan KIRBY, Olivier LE GAL et Tamara SERVI. On local definability of holomorphic functions. *Quarterly Journal of Mathematics*, 1:1–18, 2019.
- [165] A. JUMABEKOVA, J. BERGER, D. DUTYKH, H. LE MEUR, A. FOUQUER, M. PAILHA et Ch. MÉNÉZO. An efficient numerical model for liquid water uptake in porous material and its parameter estimation. *Numerical Heat Transfer, Part A : Applications*, 75(2):110–136, jan 2019.

- [166] Bertrand KERAUTRET et Jacques-Olivier LACHAUD. Meaningful scales detection : an unsupervised noise detection algorithm for digital contours. *IPOL Journal*, 4:98–115, 2014.
- [167] G. KHAKIMZYANOV et D. DUTYKH. On supraconvergence phenomenon for second order centered finite differences on non-uniform grids. *J. Comp. Appl. Math.*, 326:1–14, dec 2017.
- [168] G. S. KHAKIMZYANOV et D. DUTYKH. Numerical Modelling of Surface Water Wave Interaction with a Moving Wall. *Commun. Comput. Phys.*, 23(5):1289–1354, 2018.
- [169] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH et Z. I. FEDOTOVA. Dispersive shallow water wave modelling. Part III : Model derivation on a globally spherical geometry. *Commun. Comput. Phys.*, 23(2):315–360, 2018.
- [170] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH, Z. I. FEDOTOVA et D. E. MITSOTAKIS. Dispersive shallow water wave modelling. Part I : Model derivation on a globally flat space. *Commun. Comput. Phys.*, 23(1):1–29, 2018.
- [171] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH et O. GUSEV. Dispersive shallow water wave modelling. Part IV : Numerical simulation on a globally spherical geometry. *Commun. Comput. Phys.*, 23(2):361–407, 2018.
- [172] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH, O. GUSEV et N. Yu. SHOKINA. Dispersive shallow water wave modelling. Part II : Numerical modelling on a globally flat space. *Commun. Comput. Phys.*, 23(1):30–92, 2018.
- [173] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH, D. MITSOTAKIS et N. Yu. SHOKINA. Numerical simulation of conservation laws with moving grid nodes : Application to tsunami wave modelling. *Geosciences*, 9(5):197, 2019.
- [174] G. S. KHAKIMZYANOV, N. Yu. SHOKINA, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. A new run-up algorithm based on local high-order analytic expansions. *J. Comp. Appl. Math.*, 298:82–96, may 2016.
- [175] Pascal KOIRAN, Natacha PORTIER et Sébastien TAVENAS. A Wronskian approach to the real τ -conjecture. *J. Symb. Comput.*, 68:195–214, 2015.
- [176] Pascal KOIRAN, Natacha PORTIER, Sébastien TAVENAS et Stéphan THOMASSÉ. A τ -conjecture for newton polygons. *Foundations of Computational Mathematics*, 15(1):185–197, 2015.
- [177] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Some conjectures on continuous rational maps into spheres. *Topology Appl.*, 208:17–29, 2016.
- [178] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Linear equations on real algebraic surfaces. *Manuscripta Math.*, 154(3-4):285–296, 2017.
- [179] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Rationality of semialgebraic functions. *In Analytic and algebraic geometry. 2*, pages 85–96. Łódź Univ. Press, Łódź, 2017.
- [180] Krzysztof KURDYKA. Analytic arcs and real analytic singularities. *In Real algebraic geometry*, volume 51 de *Panor. Synthèses*, pages 79–106. Soc. Math. France, Paris, 2017.
- [181] Krzysztof KURDYKA, Olivier LE GAL et Xuan Viet Nhan NGUYEN. Tangent cones and C^1 regularity of definable sets. *J. Math. Anal. Appl.*, 457(1):978–990, 2018.
- [182] Krzysztof KURDYKA, Maria MICHALSKA et Stanisław SPODZIEJA. Bifurcation values and stability of algebras of bounded polynomials. *Adv. Geom.*, 14(4):631–646, 2014.
- [183] Krzysztof KURDYKA, Beata OSIŃSKA-ULRYCH, Grzegorz SKALSKI et Stanisław SPODZIEJA. Sum of squares and the Łojasiewicz exponent at infinity. *Ann. Polon. Math.*, 112(3):223–237, 2014.
- [184] Krzysztof KURDYKA, Beata OSIŃSKA-ULRYCH, Grzegorz SKALSKI et Stanisław SPODZIEJA. Effective Łojasiewicz gradient inequality for generic Nash functions with isolated singularity. *Bull. Soc. Sci. Lett. Łódź Sér. Rech. Déform.*, 66(3):47–64, 2016.
- [185] Krzysztof KURDYKA et Laurentiu PAUNESCU. Nuij type pencils of hyperbolic polynomials. *Canad. Math. Bull.*, 60(3):561–570, 2017.
- [186] Krzysztof KURDYKA et Wiesław PAWŁUCKI. O-minimal version of Whitney’s extension theorem. *Studia Math.*, 224(1):81–96, 2014.
- [187] Krzysztof KURDYKA et Stanisław SPODZIEJA. Separation of real algebraic sets and the Łojasiewicz exponent. *Proc. Amer. Math. Soc.*, 142(9):3089–3102, 2014.

- [188] Krzysztof KURDYKA et Stanisław SPODZIEJA. Convexifying positive polynomials and sums of squares approximation. *SIAM J. Optim.*, 25(4):2512–2536, 2015.
- [189] Krzysztof KURDYKA, Stanisław SPODZIEJA et Anna SZLACHCIŃSKA. Metric properties of semialgebraic mappings. *Discrete Comput. Geom.*, 55(4):786–800, 2016.
- [190] Jacques-Olivier LACHAUD, Xavier PROVENÇAL et Tristan ROUSSILLON. An output-sensitive algorithm to compute the normal vector of a digital plane. *Theor. Comput. Sci.*, 624:73–88, 2016.
- [191] Olivier LE GAL. Solitary trajectories of analytic vector fields. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas*, pages 1–10, 2018.
- [192] P. L’ECUYER, D. MUNGER, C. LÉCOT et B. TUFFIN. Sorting methods and convergence rates for array-rqmc : some empirical comparisons. *Math. Comput. Simul.*, 143:191–201, 2017.
- [193] Rodolphe LEPIGRE et Christophe RAFFALLI. Practical subtyping for curry-style languages. *ACM Trans. Program. Lang. Syst.*, 2018.
- [194] Jérémy LEVALLOIS, David COEURJOLLY et Jacques-Olivier LACHAUD. Scale-space feature extraction on digital surfaces. *Computers & Graphics*, 51:177 – 189, 2015. International Conference Shape Modeling International.
- [195] V. Yu. LIAPIDEVSKII et D. DUTYKH. On the velocity of turbidity currents over moderate slopes. *Fluid Dyn. Res.*, Accepted, 2019.
- [196] V. Yu. LIAPIDEVSKII, D. DUTYKH et M. GISCLON. On the modelling of shallow turbidity flows. *Advances in Water Resources*, 113:310–327, mar 2018.
- [197] Ralph LTEIF et Samer ISRAWI. Coupled and scalar asymptotic models for internal waves over variable topography. *Asymptot. Anal.*, 106(2):61–98, 2018.
- [198] Meena MAHAJAN, Nitin SAURABH et Sébastien TAVENAS. VNP=VP in the multilinear world. *Inf. Process. Lett.*, 116(2):179–182, 2016.
- [199] N. MARCULIS, J. GARNIER, R. LUI et M. A. LEWIS. Inside dynamics for stage-structured integro-difference equations. 2018.
- [200] D. MITSOTAKIS, D. DUTYKH, A. ASSYLBEKULY et D. ZHAKEBAYEV. On weakly singular and fully nonlinear travelling shallow capillary-gravity waves in the critical regime. *Phys. Lett. A*, 381(20): 1719–1726, may 2017.
- [201] D. MITSOTAKIS, D. DUTYKH et J. CARTER. On the nonlinear dynamics of the traveling-wave solutions of the Serre system. *Wave Motion*, 70:166–182, apr 2017.
- [202] D. MITSOTAKIS, D. DUTYKH, Q. LI et E. PEACH. On some model equations for pulsatile flow in viscoelastic vessels. *Wave Motion*, 90:139–151, aug 2019.
- [203] D. MITSOTAKIS, B. ILAN et D. DUTYKH. On the Galerkin/Finite-Element Method for the Serre Equations. *J. Sci. Comput.*, 61(1):166–195, feb 2014.
- [204] D. MOLDABAYEV, H. KALISCH et D. DUTYKH. The Whitham Equation as a model for surface water waves. *Phys. D*, 309:99–107, aug 2015.
- [205] H. NERSISYAN, D. DUTYKH et E. ZUAZUA. Generation of 2D water waves by moving bottom disturbances. *IMA J. Appl. Math.*, 80(4):1235–1253, aug 2015.
- [206] Karim NOUR et Mohamed ZIADEH. A revised completeness result for the simply typed lambda-mu-calculus using realizability semantics. *Logical Methods in Computer Science*, 13:1–13, 2017.
- [207] Patrice ORRO. Du tumulus au gradient horizontal. *J. Singul.*, 13:205–216, 2015.
- [208] F. PELLETIER, R. SAFFIDINE et N. BENSELEM. Möbius transformations and the configuration space of a Hilbert snake. *Bull. Sci. Math.*, 139(8):847–879, 2015.
- [209] Fernand PELLETIER. On Finsler entropy of smooth distributions and Stefan-Sussman foliations. *À paraître dans Ann. Inst. Fourier (Grenoble)*, [arXiv:1506.03205](https://arxiv.org/abs/1506.03205), 2015.
- [210] Fernand PELLETIER. On Darboux theorem for symplectic forms on direct limits of symplectic Banach manifolds. *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*, 15, 2018.
- [211] Fernand PELLETIER. Conic sub-Hilbert-Finsler structure on a Banach manifold. *WMPG XXXVI 2017 Trends in Mathematics ed P. Kiellanowski; A Odziejewicz, E Previato*, À paraître en 2019.

- [212] Fernand PELLETIER et Patrick CABAU. Convenient partial Poisson manifolds. *J. Geom. Phys.*, 136:173–194, 2019.
- [213] Fernand PELLETIER et Mayada SLAYMAN. Configurations of an articulated arm and singularities of special multi-flags. *SIGMA Symmetry Integrability Geom. Methods Appl.*, 10:Paper 059, 38, 2014.
- [214] Charlotte PERRIN. Pressure-dependent viscosity model for granular media obtained from compressible Navier-Stokes equations. *Appl. Math. Res. Express. AMRX*, (2):289–333, 2016.
- [215] Charlotte PERRIN et Ewelina ZATORSKA. Free/congested two-phase model from weak solutions to multi-dimensional compressible Navier-Stokes equations. *Comm. Partial Differential Equations*, 40(8):1558–1589, 2015.
- [216] Xavier PROVENÇAL et Laurent VUILLON. Discrete segments of Z_3 constructed by synchronization of words. *Discrete Applied Mathematics*, 183:102 – 117, 2015. Special Issue on Discrete Geometry for Computer Imagery.
- [217] Y. PU, R. L. PEGO, D. DUTYKH et D. CLAMOND. Weakly singular shock profiles for a non-dispersive regularization of shallow-water equations. *Communications in Mathematical Sciences*, 16(5):1361–1378, 2018.
- [218] A. RAFIEE, D. DUTYKH et F. DIAS. Numerical Simulation of Wave Impact on a Rigid Wall Using a Two-phase Compressible SPH Method. In *Procedia IUTAM*, volume 18, 2015.
- [219] A. RASHIDI, Z. H. SHOMALI, D. DUTYKH et N. K. F. KHAH. Evaluation of tsunami wave energy generated by earthquakes in the Makran subduction zone. *Ocean Engineering*, 165:131–139, oct 2018.
- [220] G. RICHARD, M. GISCLON, C. RUYER QUIL et J-P VILA. Optimization of consistent two-equation models for thin films flows. *Eur. J. Mech. B/Fluids*, 2019.
- [221] L. ROQUES, J. GARNIER et G. MARTIN. Beneficial mutation–selection dynamics in finite asexual populations : a free boundary approach. *Scientific Reports*, 7:17838, 2017.
- [222] Stéphane SIMON et Patrick VEROVIC. Functions with strictly convex epigraph. *Math. Inequal. Appl.*, 21(3):795–816, 2018.
- [223] V. SOLLICH, J. OLIVIER et D. BRESCH. Aging and linear response in the Hebraud-Lequeux model for amorphous rheology. *Phys Rev A*, (50):16, 2017.
- [224] T. S. STEFANAKIS, S. XU, D. DUTYKH et F. DIAS. Run-up amplification of transient long waves. *Quarterly of Applied Mathematics*, 73(1):177–199, 2015.
- [225] Sébastien TAVENAS. Improved bounds for reduction to depth 4 and depth 3. *Inf. Comput.*, 240:2–11, 2015.
- [226] M. van den BERG et D. BUCUR. On the torsion function with Robin or Dirichlet boundary conditions. *J. Funct. Anal.*, 266(3):1647–1666, 2014.
- [227] M. van den BERG, D. BUCUR et K. GITTINS. Maximising Neumann eigenvalues on rectangles. *Bull. Lond. Math. Soc.*, 48(5):877–894, 2016.
- [228] Jean-Louis VERGER-GAUGRY. Rényi-Parry germs of curves and dynamical zeta functions associated with real algebraic numbers. *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*, B46:241–247, 2014.
- [229] C. VIOTTI, D. DUTYKH et F. DIAS. The Conformal-mapping Method for Surface Gravity Waves in the Presence of Variable Bathymetry and Mean Current. *Procedia IUTAM*, 11:110–118, 2014.
- [230] Laurent VUILLON, Denys DUTYKH et Francesco FEDELE. Some special solutions to the hyperbolic NLS equation. *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul.*, 57:202–220, 2018.
- [231] K. WORYTKIEWICZ, K. HESS, P.E. PARENT et A. TONKS. Corrigendum to : A model structure à la thomason on 2-Cat. *Journal of Pure and Applied Algebra*, 220(12):4017–4023, 2016.

10.1.2. Livres

Publication de livres

- [1] R. DAVID, P. HYVERNAT, K. NOUR et C. RAFFALLI. *Les démonstrations mathématiques*. Ellipses, 2017.

- [2] G. S. KHAKIMZANOV, D. DUTYKH, Z. I. FEDOTOVA et O. GUSEV. *Dispersive shallow water wave modelling : on flat and globally spherical geometries*. Accepté pour publication par Birkhäuser, 2019.
- [3] N. MENDES, M. CHHAY, J. BERGER et D. DUTYKH. *Numerical Methods for Diffusion Phenomena in Building Physics : a practical introduction*. PUCPress 2017, 2nde édition Springer 2019.

10.1.3. *Articles d'ouvrages*

Articles ou chapitres publiés dans des ouvrages

- [1] K. AMMARI et S. GERBI. *Evolution Equations : Long Time Behavior and Control*, volume 439 de *London Mathematical Society, Lecture Note Series*. Cambridge University Press, 2017.
- [2] K. AMMARI et S. GERBI. *Trends in Control and Inverse Problems*, volume 6 de *AIMS Series on Differential Equations & Dynamical Systems*. American Institute of Mathematical Sciences, 2018.
- [3] C. BOURDARIAS, S. GERBI et R. LTEIF. A numerical scheme for the propagation of internal waves in an oceanographic model. In Clément CANCEÈS et Pascal OMNES, éditeurs. *Finite Volumes for Complex Applications VIII - Hyperbolic, Elliptic and Parabolic Problems : FVCA 8, Lille, France, June 2017*, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, pages 101–108, Cham, 2017. Springer International Publishing.
- [4] C. BOURDARIAS, S. GERBI et V. WINCKLER. Latest developments of a mixed flows software in hydroelectric conduits with temporary flows (FlowMix). In Comité Français des Barrages et Réservoirs & Société Hydrotechnique de FRANCE, éditeur. *Colloque CFBR-SHF : "Hydraulique des barrages et des digues"*, pages 503–514, 2017.
- [5] C. BOURDARIAS, S. GERBI et V. WINCKLER. Numerical simulation of mixed flows in hydroelectric circuits with temporary flows flowmix software. In Caignaert G. GOURBESVILLE P., Cunge J., éditeur. *Advances in Hydroinformatics*, pages 913–929, 2018.
- [6] D. BRESCH et B. DESJARDINS. Weak solutions with density dependent viscosities. In *Handbook of Mathematical analysis in mechanics of viscous fluids*. Eds Y. Giga et A. Novotny, pages 1547–1599. Springer, 2017.
- [7] D. BRESCH et B. DESJARDINS. Quantitative regularity estimates for compressible transport equations. In *New trends and results in Mathematical description of fluid flows*, Necas center series, pages 77–113. Springer Nature Switzerland AG, 2018.
- [8] D. BRESCH, B. DESJARDINS, J.-M. GHIDAGLIA, E. GRENIER et M. HILLAIRET. Multifluid models including compressible fluids. In *Handbook of Mathematical analysis in mechanics of viscous fluids*. Eds Y. Giga et A. Novotny, pages 1–52. Springer, 2017.
- [9] Dorin BUCUR. Existence results. In *Shape optimization and spectral theory*, pages 13–28. De Gruyter Open, Warsaw, 2017.
- [10] Dorin BUCUR, Pedro FREITAS et James KENNEDY. The Robin problem. In *Shape optimization and spectral theory*, pages 78–119. De Gruyter Open, Warsaw, 2017.
- [11] D. CLAMOND et D. DUTYKH. Modeling water waves beyond perturbations. In E. TOBISCH, éditeur. *New Approaches to Nonlinear Waves*, volume 908, pages 197–210. Springer, Cham, Heidelberg, 2016.
- [12] C. DEMAY, C. BOURDARIAS, B. de Laage de MEUX, S. GERBI et J-M HÉRARD. A fractional step method to simulate mixed flows in pipes with a compressible two-layer model. In Clément CANCEÈS et Pascal OMNES, éditeurs. *Finite Volumes for Complex Applications VIII - Hyperbolic, Elliptic and Parabolic Problems : FVCA 8, Lille, France, June 2017*, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, pages 33–41, Cham, 2017. Springer International Publishing.
- [13] A. DURÁN, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. Peregrine's System Revisited. In N. ABCHA, E. N. PELINOVSKY et I. MUTABAZI, éditeurs. *Nonlinear Waves and Pattern Dynamics*, pages 3–43. Springer International Publishing, Cham, 2018.
- [14] Jacques-Olivier LACHAUD, David COEURJOLLY et Jérémy LEVALLOIS. Robust and convergent curvature and normal estimators with digital integral invariants. In L. NAJMAN et P. ROMON, éditeurs. *Modern Approaches to Discrete Curvature*, volume 2184 de *Lecture Notes in Mathematics*, pages 293–348. Springer International Publishing, Cham, 2017.

- [15] C. LÉCOT et A. TARHINI. A quasi Monte-Carlo method for the coagulation equation. In G. LARCHER, F. PILLICHSHAMMER, A. WINTERHOF et C. XING, éditeurs. *Applied Algebra and Number Theory*, pages 216–234. Cambridge University Press, 2014.
- [16] Claire LESIEUR et Laurent VUILLON. From tilings to fibers a bio-mathematical aspects of fold plasticity. In Claire LESIEUR, éditeur. *Oligomerization of Chemical and Biological Compounds*, chapitre 13. IntechOpen, Rijeka, 2014.
- [17] N. MENDES, M. CHHAY, J. BERGER et D. DUTYKH. *Numerical methods for diffusion phenomena in building physics*. PUCPress, Curitiba, Parana, 1 édition, 2017.
- [18] L ROQUES, J-P ROSSI, H BERESTYCKI, J ROUSSELET, J GARNIER, J-M ROQUEJOFFRE, L ROSSI, S SOUBEYRAND et C ROBINET. *Modeling the Spatio-temporal Dynamics of the Pine Processionary Moth*, pages 227–263. Springer Netherlands, 2015.

10.1.4. *Colloques, congrès, séminaires*

Articles publiés dans des actes de colloques

- [1] M. ABDYKARIM, J. BERGER, D. DUTYKH et A. AGBOSSOU. Efficient Numerical Method For Long Term Simulation Of Insulated Wall. In *Building Simulation Conference Proceedings*, pages 1–8, Rome, Italy, 2019. IBPSA.
- [2] D. ANTUNES, J.-O. LACHAUD et H. TALBOT. Digital curvature evolution model for image segmentation. In *International Conference on Discrete Geometry for Computer Imagery (DGCI'2019)*, Marne-la-Vallée, France, volume 11414 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 15–26. Springer, 2019.
- [3] Mitali BAFNA, Satyanarayana V. LOKAM, Sébastien TAVENAS et Ameya VELINGKER. On the sensitivity conjecture for read-k formulas. In *Proceedings of Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS)*, pages 16 :1–16 :14, 2016.
- [4] Jean-Daniel BOISSONNAT, KARTHIK C. S. et Sébastien TAVENAS. Building efficient and compact data structures for simplicial complexes. In *Proceedings of Symposium on Computational Geometry (SoCG)*, pages 642–656, 2015.
- [5] Dorin BUCUR et Pedro FREITAS. A free boundary approach to the Faber-Krahn inequality. In *Geometric and computational spectral theory*, volume 700 de *Contemp. Math.*, pages 73–86. Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2017.
- [6] Thomas CAISSARD, David COEURJOLLY, Jacques-Olivier LACHAUD et Tristan ROUSSILLON. Heat kernel laplace-Beltrami operator on digital surfaces. In W. G. KROPATSCH, N. M. ARTNER et I. JANUSCH, éditeurs. *Discrete Geometry for Computer Imagery : 20th IAPR International Conference, DGCI 2017, Vienna, Austria, September 19 – 21, 2017, Proceedings*, volume 10502 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 241–253, Cham, 2017. Springer International Publishing.
- [7] F. CARBONE, D. DUTYKH, J. M. DUDLEY et F. DIAS. Extreme wave run-up on a vertical cliff. In *Zbornik radova konferencije MIT 2013*, pages 99–103, Beograd, Serbira, 2014. Prirodno matematički fakultet Uiverziteta u Pristini.
- [8] Annette CASAGRANDE, Edisson LOZA-AGUIRRE et Laurent VUILLON. Improving strategic scanning information analysis : An alternative measure for information proximity evaluation. In *2015 International Conference on Enterprise Systems (ES)*, pages 1–8, Oct 2015.
- [9] M. CHHAY, D. DUTYKH, M. GISCLON et C. RUYER-QUIL. Modélisation mathématiques des films minces. In *Congrès Français de Mécanique*, Lyon, France, 2015. Association Française de Mécanique.
- [10] D. CLAMOND et D. DUTYKH. A Non-Hydrostatic Non-Dispersive Shallow Water Model. In *Advances in Hydroinformatics*, pages 189–196. Springer Singapore, Singapore, 2014.
- [11] D. CLAMOND, D. DUTYKH et A. GALLIGO. Computer Algebra Applied to a Solitary Waves Study. In *Proceedings of the 2015 ACM on International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation - ISSAC '15*, pages 125–132, New York, USA, 2015. ACM Press.
- [12] David COEURJOLLY, Pierre GUETH et Jacques-Olivier LACHAUD. Digital surface regularization by normal vector field alignment. In W. G. KROPATSCH, N. M. ARTNER et I. JANUSCH, éditeurs. *Discrete Geometry for Computer Imagery : 20th IAPR International Conference, DGCI 2017, Vienna*,

- Austria, September 19 – 21, 2017, Proceedings*, volume 10502 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 197–209, Cham, 2017. Springer International Publishing.
- [13] David COEURJOLLY, Pierre GUETH et Jacques-Olivier LACHAUD. Regularization of voxel art. *In SIGGRAPH Talk 2018*, 2018.
 - [14] Simon COLIN, Rodolphe LEPIGRE et Gabriel SCHERER. Unboxing mutually recursive type definitions in ocaml. *In Proceedings of JFLA, Les Rousses, France, 30th January to 2nd February 2019.*, 2019.
 - [15] Louis CUEL, Jacques-Olivier LACHAUD, Quentin MÉRIGOT et Boris THIBERT. Robust normal estimation using order-k voronoi covariance. *In Proc. 30th European Workshop on Computational Geometry (EuroCG 2014)*, Dead Sea, Israel, March 3-5 2014.
 - [16] Louis CUEL, Jacques-Olivier LACHAUD et Boris THIBERT. Voronoi-based geometry estimator for 3d digital surfaces. *In Elena BARCUCCI, Andrea FROSINI et Simone RINALDI, éditeurs. Proc. Int. Conf. on Discrete Geometry for Computer Imagery (DGCI'2014), Sienna, Italy*, volume 8668 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 134–149. Springer International Publishing, 2014.
 - [17] I. DIDENKULOVA, D. DUTYKH et D. SENICHEV. Statistics for long wave run-up on a slopping beach : theoretical predictions and experimental data. *In 15th Plinius Conference on Mediterranean Risks*, page 38, Giardini Naxos, Italy, 2016. Plinius Conference Abstracts.
 - [18] I. DIDENKULOVA, D. SENICHEV et D. DUTYKH. Statistics for long irregular wave run-up on a plane beach from direct numerical simulations. *In European Geosciences Union*, page 19133, Vienna, Austria, 2017. Geophysical Research Abstracts.
 - [19] Eric DOMENJOU, Bastien LABOUREIX et Laurent VUILLON. Facet connectedness of arithmetic discrete hyperplanes with non-zero shift. *In Discrete Geometry for Computer Imagery*. Springer International Publishing, 2019.
 - [20] Eric DOMENJOU, Xavier PROVENÇAL et Laurent VUILLON. Facet connectedness of discrete hyperplanes with zero intercept : The general case. *In Elena BARCUCCI, Andrea FROSINI et Simone RINALDI, éditeurs. Discrete Geometry for Computer Imagery*, pages 1–12, Cham, 2014. Springer International Publishing.
 - [21] Paolo DULIO, Andrea FROSINI, Simone RINALDI, Lama TARSISSI et Laurent VUILLON. First steps in the algorithmic reconstruction of digital convex sets. *In Srećko BRLEK, Francesco DOLCE, Christophe REUTENAUER et Élise VANDOMME, éditeurs. Combinatorics on Words*, pages 164–176, Cham, 2017. Springer International Publishing.
 - [22] D. DUTYKH et J.-G. CAPUTO. Sine-Gordon dynamics on graphs. *In O. O. KOCHUBEY, éditeur. Applied problems of the fluid mechanics and heat and mass transfer*, pages 29–31. Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine, 2014.
 - [23] D. DUTYKH et D. CLAMOND. Modified Shallow Water Equations for Mild-slope Seabeds. *In The 29th International Workshop on Water Waves and Floating Bodies*, pages 1–4, Osaka, Japan, 2014.
 - [24] Clovis EBERHART et Tom HIRSCHOWITZ. Justified sequences in string diagrams : a comparison between two approaches to concurrent game semantics. *In Filippo BONCHI et Barbara KÖNIG, éditeurs. Proceedings of the 7th International Conference on Algebra and Coalgebra in Computer Science*, volume 72 de *LIPICs*, pages 10 :1–10 :16. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2017.
 - [25] Clovis EBERHART et Tom HIRSCHOWITZ. What’s in a game? : A theory of game models. *In Anuj DAWAR et Erich GRÄDEL, éditeurs. Proceedings of the 33rd Symposium on Logic in Computer Science*, pages 374–383, 2018.
 - [26] Clovis EBERHART, Tom HIRSCHOWITZ et Alexis LAOUAR. Template games, simple games, and day convolution. *In Proceedings of the 3rd International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction*, *LIPICs*. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2019. To appear.
 - [27] Clovis EBERHART, Tom HIRSCHOWITZ et Thomas SEILLER. An intensionally fully-abstract sheaf model for pi. *In Lawrence S. MOSS et Pawel SOBOCINSKI, éditeurs. Proceedings of the 6th International Conference on Algebra and Coalgebra in Computer Science*, volume 35 de *LIPICs*, pages 86–100. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2015. Best paper award (*ex æquo*).

- [28] Marion FOARE, Jacques-Olivier LACHAUD et Hugues TALBOT. Image restoration and segmentation using the Ambrosio-Tortorelli functional and discrete calculus. *In Pattern Recognition (ICPR), 2016 23rd International Conference on*, pages 1418–1423, Cancun, Mexico, 2016. IEEE.
- [29] Marion FOARE, Jacques-Olivier LACHAUD et Hugues TALBOT. Numerical implementation of the ambrosio-tortorelli functional using discrete calculus and application to image resoration and inpainting. *In Proc. 1st Workshop on Reproducible Research in Pattern Recognition (RRPR2016)*, pages 91–103, Cancun, Mexico, 2016.
- [30] A. GALLIGO, D. DUTYKH et D. CLAMOND. On detection of solitary waves, using phase diagrams and real discriminant. *In Encuentros de Algebra Computacional y aplicaciones*, pages 119–122. Barcelona, Spain, 2014.
- [31] Ignacio GARCÍA-MARCO, Pascal KOIRAN et Sébastien TAVENAS. Log-concavity and lower bounds for arithmetic circuits. *In Proceedings of Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS)*, pages 361–371, 2015.
- [32] Ignacio GARCÍA-MARCO, Pascal KOIRAN et Sébastien TAVENAS. Log-concavity and lower bounds for arithmetic circuits. *In Proceedings of Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS)*, pages 361–371, 2015.
- [33] H. GEOFFROY, J. BERGER, B. COLANGE, S. LESPINATS, D. DUTYKH, C. BUHE et G. SAUCE. Use Of Multidimensional Scaling For Fault Detection Or Monitoring Support In A Continuous Commissioning. *In IBPSA Conference Proceedings*, pages 1–8, Rome, Italy, 2019. IBPSA.
- [34] M. GISCLON, M. CHHAY, D. DUTYKH et C. RUYER-QUIL. Modélisation mathématique des films minces avec applications aux transferts de chaleur. *In Congrès Français de Mécanique*, Lille, France, 2017. Association Française de Mécanique.
- [35] Florent GRÉLARD, Fabien BALDACCI, Anne VIALARD et Jacques-Olivier LACHAUD. Precise cross-section estimation on tubular organs. *In George AZZOPARDI et Nicolai PETKOV, éditeurs. Proc. Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP'2015), La Valetta, Malta*, volume 9257 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 277–288. Springer International Publishing, 2015.
- [36] V. GUINOT, D. CLAMOND et D. DUTYKH. Finite Volume Implementation of Non-Dispersive, Non-Hydrostatic Shallow Water Equations. *In Advances in Hydroinformatics*, pages 197–206. Springer Singapore, Singapore, 2014.
- [37] André HIRSCHOWITZ, Tom HIRSCHOWITZ et Nicolas TABAREAU. Wild omega-categories for the homotopy hypothesis in type theory. *In Proceedings of the 22nd International Conference on Typed Lambda Calculi and Applications*, volume 38 de *LIPICs*, pages 226–240. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2015.
- [38] KARTHIK C. S. et Sébastien TAVENAS. On the sensitivity conjecture for disjunctive normal forms. *In Proceedings of Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science (FSTTCS)*, pages 15 :1–15 :15, 2016.
- [39] Neeraj KAYAL, Vineet NAIR, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. Reconstruction of full rank algebraic branching programs. *In Proceedings of Computational Complexity Conference (CCC)*, pages 21 :1–21 :61, 2017.
- [40] Neeraj KAYAL, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. An almost cubic lower bound for depth three arithmetic circuits. *In Proceedings of International Colloquium on Automata, Languages, and Programming (ICALP)*, pages 33 :1–33 :15, 2016.
- [41] Neeraj KAYAL, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. On the size of homogeneous and of depth four formulas with low individual degree. *In Proceedings of Symposium on Theory of Computing (STOC)*, pages 626–632, 2016.
- [42] Bertrard KERAUTRET, Adrien KRÄHENBÜHL, Isabelle DEBLED-RENNESSON et Jacques Olivier LACHAUD. 3d geometric analysis of tubular objects based on surface normal accumulation. *In Vittorio MURINO et Enrico PUPPO, éditeurs. Proc. Image Analysis and Processing (ICIAP 2015), Genova, Italy*, volume 9279 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 319–331. Springer International Publishing, 2015.
- [43] Bertrand KERAUTRET, Adrien KRÄHENBÜHL, Isabelle DEBLED-RENNESSON et Jacques-Olivier LACHAUD. Centerline detection on partial mesh scans by confidence vote in accumulation map. *In*

- Pattern Recognition (ICPR), 2016 23rd International Conference on*, pages 1376–1381, Cancun, Mexico, 2016. IEEE.
- [44] Bertrand KERAUTRET, Adrien KRÄHENBÜHL, Isabelle DEBLED-RENNESSON et Jacques-Olivier LACHAUD. On the implementation of centerline extraction based on confidence vote in accumulation map. *In International Workshop on Reproducible Research in Pattern Recognition*, pages 116–130. Springer, Cham, 2016.
- [45] Jacques-Olivier LACHAUD. Convergent geometric estimators with digital volume and surface integrals. *In Nicolas NORMAND, Jean-Pierre V. GUÉDON et Florent AUTRUSSEAU, éditeurs. Discrete Geometry for Computer Imagery - 19th IAPR International Conference, DGCI 2016, Nantes, France, April 18-20, 2016. Proceedings*, volume 9647 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 3–17. Springer, 2016.
- [46] Jacques-Olivier LACHAUD, Xavier PROVENÇAL et Tristan ROUSSILLON. Computation of the normal vector to a digital plane by sampling significant points. *In N. NORMAND, J. GUÉDON et F. AUTRUSSEAU, éditeurs. Discrete Geometry for Computer Imagery - 19th IAPR International Conference, DGCI 2016, Nantes, France, April 18-20, 2016. Proceedings*, volume 9647 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 194–205. Springer, 2016.
- [47] Rodolphe LEPIGRE. PML2 : integrated program verification in ML. *In 23rd International Conference on Types for Proofs and Programs, TYPES 2017, May 29-June 1, 2017, Budapest, Hungary*, pages 4 :1–4 :27, 2017.
- [48] Rodolphe LEPIGRE. PML2 : integrated program verification in ML. *In 23rd International Conference on Types for Proofs and Programs, TYPES 2017, May 29-June 1, 2017, Budapest, Hungary*, pages 4 :1–4 :27, 2017.
- [49] Rodolphe LEPIGRE et Christophe RAFFALLI. Abstract representation of binders in ocaml using the bindlib library. *In Proceedings of the 13th International Workshop on Logical Frameworks and Meta-Languages : Theory and Practice, LFMTP@FSCD 2018, Oxford, UK, 7th July 2018.*, pages 42–56, 2018.
- [50] Jérémy LEVALLOIS, David COEURJOLLY et Jacques-Olivier LACHAUD. Parameter-free and multigrid convergent digital curvature estimators. *In Elena BARCUCCI, Andrea FROSINI et Simone RINALDI, éditeurs. Proc. Int. Conf. on Discrete Geometry for Computer Imagery (DGCI'2014), Sienna, Italy*, volume 8668 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 162–175. Springer International Publishing, 2014.
- [51] Hélène PERRIER, Jérémy LEVALLOIS, David COEURJOLLY, Jean-Philippe FARRUGIA, Jean-Claude IEHL et Jacques-Olivier LACHAUD. Interactive curvature tensor visualization on digital surfaces. *In N. NORMAND, J. GUÉDON et F. AUTRUSSEAU, éditeurs. Discrete Geometry for Computer Imagery - 19th IAPR International Conference, DGCI 2016, Nantes, France, April 18-20, 2016. Proceedings*, volume 9647 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 282–294. Springer, 2016.
- [52] T. ROUSSILLON et J.-O. LACHAUD. Digital plane recognition with fewer probes. *In International Conference on Discrete Geometry for Computer Imagery*, volume 11414 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 380–393. Springer, 2019.
- [53] D. SENICHEV, I. DIDENKULOVA et D. DUTYKH. Study of statistics of random wave runup on a beach using direct numerical simulations. *In Proceedings of the 23rd International scientific conference "Information Systems and Technologies" (IST-2017)*, pages 1001–1006, Nizhny Novgorod, Russia, 2017.

NB. Les listes des articles soumis sont dans les sections correspondantes de chacune des équipes.

10.1.5. Produits et outils informatiques

Le LAMA a développé un outil de gestion des missions et de son budget. Ce développement est dû à P. Hyvernat et R. Lepigre. Dans l'ensemble le LAMA a participé au développement de **13** logiciels.

- S. Gerbi et C. Bourdarias en collaboration avec EDF, Centre d'Ingénierie Hydraulique, Le Bourget-du-Lac, ont participé à l'écriture du code industriel FlowMix, version actuelle 2.0.5 datée de juin 2018.

- C. Labart a participé au développement du logiciel **Premia** qui est une plateforme de pricing de produits financiers développée par l'équipe MathRisk de l'INRIA Paris-Rocquencourt, dont le consortium est composé de plusieurs banques d'investissement (dont Crédit Agricole Corporate & Investment Bank, Natixis).
- D. Dutykh a participé à la création d'un script **SolitaryWave**, pour le calcul ultra-rapide et avec précision arbitrairement haute des ondes solitaires de la frontière libre des équations d'Euler.
- Depuis 2011 J.-O. Lachaud est co-initiateur avec D. Coeurjolly (LIRIS) du projet DGtal, *Digital Geometry Tools and Algorithms*, bibliothèque C++ fédérative des travaux de la communauté géométrie discrète française. <http://dgtal.org>
Code accessible sur github <https://github.com/DGtal-team/DGtal/>, plus de 20 contributeurs, plus de 900 Pull Requests, 10ème version majeure en mars 2019. DGtal sert de base à plus de trente articles de recherche. DGtal est le récipiendaire du prix « Software-award » de la conférence Symposium on Geometry Processing 2016.
- A. Hirschowitz and T. Hirschowitz and N. Tabareau. Formalisation of strict omega-categories and the homotopy hypothesis in type theory, using coinduction. Coq code, https://github.com/tabareau/omega_categories.
- Participation à la création des logiciels : Chariot, Game Shell, TPLab, Logiciel des missions LAMA, DGtal, 3D-AT, voxCNN, VCM, AAVolGallery.

10.1.6. *Activités éditoriales*

Les membres du LAMA font partie de **9** comités éditoriaux de revues : Methods and Applications of Analysis (International Press), Annales Mathématiques Blaise Pascal, Lecture Notes in Mathematical Fluid Mechanics (Springer), Statistics & Probability Letters (Elsevier), Interfaces and free boundaries (European Mathematical Society), Mathematics and Computers in Simulation (Elsevier), Journal of Ocean Engineering and Marine Energy (Springer), Acta Mathematica de l'Université Jagéllone (Cracovie), Uniform Distribution Theory.

Les membres de l'équipe **LIMD** ont été membres de **14** comités de programme de conférences. J.-O. Lachaud est depuis 2017 membre du steering committee de la Conférence internationale *Discrete Geometry for Computer Imagery* (DGCI).

10.1.7. *Activité d'évaluation*

Responsabilités au sein d'instances d'évaluation.

- P. Briand a été entre 2016 et 2018 délégué scientifique HCÉRES et membre CNU 26 en 2015–2016. Il est depuis septembre 2018 directeur adjoint scientifique de l'INSMI, chargé de la politique de sites.
- D. Bresch est président du comité national du CNRS section 41 depuis octobre 2016.

Participation à des jurys de thèses et d'HDR.

- Les membres du LAMA ont participé à **63** jurys de thèse pour lesquelles ils ont écrit **35** rapports.
- Les membres du LAMA ont participé à **10** jurys d'HDR pour lesquelles ils ont écrit **5** rapports.

Évaluations de projets de recherche ou de laboratoires.

- Les membres du LAMA ont participé à des évaluations pour : le HCÉRES (IRMA Strasbourg, l'Institut Mathématique de Bourgogne, Reims, LJLL, Paris Descartes, CMLS, IHES, LAGA Paris 13, laboratoire CAMS de EHESS, Limoges, Poitiers), ANR, ERC, MOPGA Anvur Italie, Croatian Science Foundation, Polish Academy of Sciences, Fonds de recherche Suisse, FNRS : Fond de la Recherche Scientifique de la communauté francophone Belge, Fonds de recherche du Québec, Fond Scientifique Autrichien (FWF), MIUR Italie, Irish Research Council, KAUST Research Proposals, Marie Curie COFUND, Oregon Sea Grant, Projets AGIR-Grenoble-Alpes, Projets Sorbonne-Paris-USPC, Idex programme Université de Strasbourg, pilot program of research evaluation at Charles University Prague, National Science Center Poland, Capes-Cofecub, ECOS SUD CHILI, Momentum CNRS, National Science Center (Pologne), The Leverhulme Trust Grant (Angleterre), le COFECUB (Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire et Scientifique avec le

Brésil), l'ERC, FNRS pour l'expertise de la recherche Belge dans les domaines des mathématiques et de l'informatique.

- En 2017, 2018 et 2019, J.-O. Lachaud a été membre du jury du prix de thèse du GdR informatique géométrique et graphique, réalité virtuelle et visualisation (IG-RV).

Évaluation d'articles. Les membres du LAMA sont referees d'un grand nombre de journaux internationaux, dont les plus prestigieux, pour lesquels ils expertisent régulièrement des articles soumis pour publication.

10.1.8. *Contrats de recherche financés par des institutions publiques*

Direction de projets financés. Les membres du LAMA ont été ou sont porteurs de **22** projets financés.

- 3 à 4 projets annuels AAP, financés par l'USMB entre 2014–2019, d'un montant variant de 5 k€ à 10 k€ (portés par des membres des 3 équipes chaque année).
- C. Bourdarias est responsable d'un programme PICS (Projet International de Coopération Scientifique) du CNRS avec l'université Libanaise de Beyrouth, Liban (2017–2020).
- D. Bresch est porteur local de l'ANR **FRAISE** (LAMA, LOCIE, LEMTA, PSA) (2016-).
- D. Bresch est porteur local de l'ANR **VISCAP** (LAMA, LCTS, INRIA, SAFRAN) (2017-).
- D. Bucur a été responsable de projets AAP USMB dans le cadre de la fédération FRMRAA 2014, 2015, « Mathématiques trans-frontalières » (5 500 €).
- D. Bucur est membre Institut Universitaire de France (2014–2019) (75 k€).
- P.-E. Chaudru de Raynal est titulaire d'une bourse de l'**IDEX** Université Grenoble Alpes dans le cadre de l'AAP IRS (2017).
- G. Comte est porteur local de l'ANR **DEFI GEO** (2015–2019), porté par F. Loeser.
- D. Dutykh a été responsable d'un projet PEPS CNRS Énergie (2017) porté au LAMA.
- D. Dutykh a été responsable d'un **PHC PARROT 2017** (Programme de coopération franco-estonien) porté au LAMA.
- D. Dutykh a été responsable d'un LEA Math Mode (Laboratoire Européen Associé CNRS Franco-Roumain Mathématiques & Modélisation) (2015-2016).
- D. Dutykh a été responsable d'un projet Franco-Russe (Convention d'échange), Institute of Computational Technologies, SB RAS, Novosibirsk, Russie.
- D. Dutykh a été responsable d'un projet PEPS CNRS InPhyNiTi (INSMI/INP) (2014-2015) avec le LJAD, Université de Nice Sophia Antipolis.
- J. Garnier est coordinateur du contrat Biotherm/Mission Blue (2016-2017) (8 k€) en partenariat avec WHOI-Woods Hole Oceanographic Institute.
- S. Gerbi a été responsable d'un programme PICS (Projet International de Coopération Scientifique) du CNRS avec l'université de Monastir, Tunisie (2016–2019).
- S. Gerbi a été responsable d'un programme CEDRE 2013, Partenariat Hubert Curien avec l'université Libanaise de Beyrouth, Liban 14 k€ pour deux années.
- P. Hyvernats a été porteur local du projet ANR **RÉCRÉ** (2011–2016) « Réalisabilité pour la logique classique, la concurrence, les références et la réécriture », ANR-11-BS02-010, porté nationalement par A. Miquel puis C. Riba (ENS Lyon).
- K. Kurdyka a été porteur de l'ANR **STAAVF** (2012–2016).
- J.-O. Lachaud a été porteur local du projet ANR **DigitalSnow** (2011–2015) « Géométrie discrète et mathématiques appliquées pour la métamorphose de neige », ANR Blanc, 146 k€, porté par D. Coeurjolly (LIRIS).
- J.-O. Lachaud est porteur du projet ANR **CoMeDiC** (2015–2020) « Convergent Metrics for Digital Calculus », ANR Défi de tous les savoirs, 470 k€. Partenaires : LAMA (Chambéry), LIGM (Marne-la-Vallée), LIRIS (Lyon), LJK (Grenoble).
- L. Vuillon est porteur du projet GeoFiber, financé par le CNRS sur l'appel d'offre 80primes. 10 k€.

- K. Worytkiewicz est porteur du projet AmSud « Logique, Catégories et Complexité ».

Participation (en tant que membres) à des projets nationaux ou internationaux. Les membres du LAMA participe à **24** projets nationaux ou internationaux.

- C. Acary-Robert participe à l'équipe associée nemoloco (INRIA-Pontificia Universidad de Chile) : 2015-.
- C. Acary-Robert a participé à deux projets avec le laboratoire **ISTerre** : AAP MODTRANS 2016-2017 et un projet CNRS TelluS-INSMI-MI 2016-2017.
- F. Bihan est membre de l'ANR **ENUMGEOM** 2019–2024, porté par P. Georgevia.
- D. Bresch a été membre du projet ANR **DYFICOLTI** porté par D. Lannes.
- D. Bresch est membre du projet ANR **SingFlows** porté par D. Gérard-Varet,
- D. Bucur est membre du projet ANR **SHAPO** 2018–2022, porté par J. Lamboley.
- D. Bucur a été membre du projet ANR **OPTIFORM** 2012–2016, porté par A. Henrot.
- D. Bucur a été membre du projet ANR **GEOMETRYA** 2012–2016, porté par H. Pajot.
- D. Bucur est membre du projet ANR **COMECDIC** 2015–2019, porté par J.-O. Lachaud.
- D. Bucur est membre du projet Labex **GEOSPEC** 2016–2019, porté par É. Oudet.
- G. Comte et M. Raibaut sont membres de l'ANR **DEFIGEO** 2015–2019, porté par F. Loeser.
- M. Comte et K. Kurdyka sont membres de l'ANR **LISA** 2017–2021, porté par A. Pichon.
- G. Comte, O. Le Gal et K. Kurdyka on été membres de l'ANR **STAAVF** 2012–2016, porté par K. Kurdyka.
- J. Garnier est membre du projet ERC **MesoProBio** 2015–2020, porté par Vincent Calvez.
- J. Garnier est membre du projet ANR **NONLOCAL** 2015–2018.
- J. Garnier et L. Vuillon font partie de l'ANR **GlobNets** portée par W. Thuillier du LECA (composante de Grenoble). Analyse de données massives par des techniques de codes barres ADN pour l'écologie. 67 k€.
- M. Gisclon a été membre du Projet Exploratoire « DYNAFILM » : 15 k€.
- M. Gisclon a été membre d'un projet PEPS égalité avec I. Lacroix-Viollet (Lille) et A. Juengel (Vienne-Autriche) en 2015 : 3300 €.
- M. Gisclon a été membre d'un projet de recherche inter-laboratoire avec Lyon en 2016 sur quelques modèles mathématiques décrivant la dynamique des fluides compressibles visqueux : 500 €.
- J.-O. Lachaud est membre du projet ANR **PARADIS** (2018–2022) « Analyse sans paramètres des surfaces discrètes », ANR Données, Connaissances, Big data, Contenus multimédias, Intelligence Artificielle, porté par T. Roussillon (LIRIS).
- S. Tavenas a été membre de l'ANR **CompA** 2014–2017, porté par Pascal Koiran.
- P. Vérovic a été membre de l'ANR **Finsler** 2012–2016, porté par A. Papadopoulos.
- Projet ANR Tube (2017–2019), Analyse géométrique pour la caractérisation des maladies pulmonaires, ANR France Life Imaging, 15 k€, porté par F. Baldacci (LaBRI).
- Projet ANR **CATHRE** (2013–2016).
- Projet ANR **KIDICO** (2011–2015 « Intégration des connaissances pour la convolution discrète, la segmentation et la reconstruction d'informations dans les images digitales », porté par M. Tajine (LSIIT).

10.1.9. *Post-doctorants et chercheurs accueillis*

Le LAMA a (au total en comptant l'activité des séminaires des équipes) accueilli **164** chercheurs dont **129** chercheurs étrangers, et invité sur de plus longues périodes en vue de collaborations étroites ayant données lieu à des articles que l'on retrouvera dans les listes bibliographiques, **53** chercheurs, **11** post-doctorants ou post-doctorantes et **17** stagiaires de Master 1 ou de Master 2.

Accueil de chercheurs.

- K. Ammari (Monastir), G. Buttazzo (Pise), R. Dumitrescu (Berlin), C. Geiss (Jyväskylä, Finlande),

P.-E. Jabin (Maryland), S. Jenouvrier (WHOI, USA), I. Fragala (Milan), E. Ferone (Naples), A. Giacomini (Brescia), R. Klein (Berlin), N. Marculis (Alberta), G. Narbona (Sevilla), C. Nitsch (Naples), E. Parau (Norwich), M. Renardy (Virginia Tech), R. Talhouk (Beyrouth), P. Trebeschi (Brescia), C. Trombetti (Naples), M. Van den Berg (Bristol), A. Vasseur (Austin), A. Wehbe (Beyrouth), Ying Hu, E. Zatorska (Londre), D. Zucco (Turin),

J. Adamus (London Ontario Univ.), M. Bilski (PR Univ. Cracovie), P. Cassou-Noguès (PR Emérite Univ. Bordeaux), A. Danilidis (Univ. Santiago de Chile), A. Dickenstein (PR Univ. Buenos Aires), S.-T. Dinh (3 mois poste rouge CNRS), B. Eren (Galatasaray University, Istanbul), I. Halupczok (PR, Univ. Düsseldorf, invité AAP, 1 mois), Z. Jelonek (PR Varsovie IMPAN), G. Jones (PR Univ. of Southampton invité AAP, 1 mois), O. Karpenkov (PR Univ. Univ. of Liverpool), W. Kucharz (PR Univ. Cracovie, invité AAP, 1 mois), M. Matusinski (MCF Univ. Bordeaux), C. Miller, PR Ohio State Univ. invité AAP, 1 mois), R. Nair (Senior Lecturer, Univ. of Liverpool), A. Pandey (Doct., Univ. of Saarbrücken), L. Paunescu (PR Univ. Sydney), S. Pham (2 semaines), C. Plénat (MCF Univ. Marseille, trois mois dans le cadre d'une délégation CNRS). S. Richard (Univ. Nagoya), F. Santos (PR Univ. Santander), F. Sanz (PR Univ. Valladolid, 1 semaine), S. Spodzieja (Lodz Univ.), M. Uludag (PR, Galatasaray University, Istanbul), Y. Yomdin (PR Weizmann Institute invité AAP, 1 mois),

R. Cockett (Calgary, Canada) a passé un mois au LAMA en 2014. N. Ghani (Strathclyde University, Glasgow, Royaume-Uni) a bénéficié d'un poste de 1 mois de professeur invité au LAMA sur l'année 2016—2017, N. Ghani (Strathclyde University, Glasgow, Royaume-Uni) a séjourné deux semaines au LAMA en 2015, P. Gladki (Katowice) est visiteur régulier, F. Orsanigo a bénéficié d'un contrat de recherche de 6 mois en 2016 sur le projet ANR **Récré**, co-encadré par T. Hirschowitz et P. Hyvernat.

Accueil de post-doctorants.

N. Cellier post-doc 09/2018-09/2019 financé par ANR FRAISE, J. Cely (Lille, 1 semaine), A. Forey (ETH Zurich, Suisse, 1 semaine), L. Fantini (Marseille, 1 semaine), Co-encadrement du post-doctorat de T. Bourgeron par J. Garnier M. Martignoni 09/2018-01/2019 financé par le programme « Make Our Planet Great Again », N. X. Nguyen (ANR STAAVF, octobre 2015 - juin 2016), K. Langlois (Düsseldorf, 1 semaine), N. T. Nguyen (Dalat, Vietnam, 3 semaines), G. Richard, 04/2017-05/2018 post-doc financé par l'USMB, projet ECOPP, R. Tyson 09/2018- 09/2019, financée par le programme « Make Our Planet Great Again ».

10.1.10. Indice de reconnaissance

Prix, distinctions et responsabilités nationales.

- D. Bresch a publié le proceeding [9] à l'ICM Brasil 2018 avec P.-E. Jabin.
- D. Bresch est président du comité national section 41 depuis septembre 2016.
- P. Briand est depuis septembre 2018 directeur adjoint scientifique de l'INSMI, chargé de la politique de sites. Il a été en 2016–2018 délégué scientifique HCÉRES.
- D. Bucur est membre senior IUF, promotion 2014, il a été visiting fellow pour un semestre à l'Institut Newton de Cambridge en 2014.
- G. Comte a été Research Member au MSRI de Berkeley lors du semestre « Model Theory, Arithmetic Geometry and Number Theory ».
- Prix de thèse Paul Caseau attribué à C. Demay.
- K. Kurdyka a publié le proceeding [36] à l'ICM Brasil 2018 avec W. Kucharz, suite à l'exposé qu'il a donné à l'ICM en tant que conférencier invité.
- J.-O. Lachaud a obtenu le prix « Software award » de la prestigieuse conférence Symposium on Geometry Processing 2016, pour la bibliothèque open-source **DGtal**.
- Séjour de R. Tyson financé par le programme « Make Our Planet Great Again ».
- S. Tavenas et ses coauteurs ont reçu le prix du meilleur article de la conférence International Colloquium on Automata, Languages, and Programming (ICALP) pour l'article [33].
- L. Vuillon a remporté l'appel d'offre CNRS 80 PRIME pour mener des recherches à la frontière des instituts CNRS INSMI (Institut National des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions) et INSIS (Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes) dans le cadre du projet GeoFiber.

Organisations de colloques, exposés dans des conférences internationales ou des séminaires à l'étranger, invitations dans des laboratoires ou des instituts étrangers.

Les membres du LAMA ont participé à l'organisation de **50** conférences et **7** écoles internationales. Ils ont donné **285** exposés dans des conférences internationales ou des séminaires à l'étranger et ont bénéficié de **61** invitations dans des laboratoires étrangers.

10.2 Interaction de l'Unité avec l'environnement non académique, impact sur la société, la culture, la santé

10.2.1. Brevets, licences et déclarations d'invention

2 déclarations d'invention déposées par D. Dutykh (l'une en partenariat avec le CEA/l'**INES**, le CNRS et l'USMB, l'autre en partenariat avec le CEA et le **LOCIE**) : « Procédé pour améliorer la détermination *a posteriori* de l'état d'un système selon la proposition de brevet français No 1663011 (brevet dépendant) » et « Méthodes intuitives de diagnostic et de prédiction du bâtiment ».

10.2.2. Interaction avec les acteurs socio-économiques

- D. Bresch a préparé un rapport de synthèse (16 pages) de l'Atelier de Réflexion Prospective ANR (ARP) MathsInTerre, 2014 et un document de restitution des travaux (200 pages).
- P. Briand Juillet 2014 - Février 2016 : Contrat de collaboration scientifique avec EDF R&D Chatou numéro 8610-4320012831 (17 500 €)
- P. Briand, P.-E. Chaudru de Raynal et C. Labart ont eu un contrat jusqu'en septembre 2017 avec le département Management des risques industriels d'EDF R&D, sur le thème général de l'évaluation statistique de la fiabilité de composants industriels.
- C. Bourdarias et S. Gerbi ont un contrat CIFRE avec le Département Mécanique des Fluides, Energie et Environnement (MFEE) du centre de recherche R&D, EDF-Chatou et des interactions régulières avec des ingénieurs du CIH d'EDF, le Bourget-du-Lac.
- Co-encadrement S. Gerbi-C. Bourdarias de la thèse CIFRE de C. Demay, co-directeur industriel, B. de Laage de Meux et J.-M. Hérard, EDF, R&D, Chatou, financement CIFRE, EDF, R&D, Chatou.
- D. Dutykh collabore avec des membres du CEA Grenoble/LITEN sur la visualisation des données multidimensionnelles et co-encadre la thèse de Benoît Colange. Un groupe de travail hebdomadaire a été mis en place entre l'INES/CEA et D. Dutykh Les travaux effectués ont conduit à une proposition de brevet. Prochainement un deuxième dépôt de brevet aura lieu, cette fois-ci en collaboration entre D. Dutykh et le **LOCIE**, sur l'aide à la décision pour l'efficacité énergétique du bâtiment.
- C. Labart est collaboratrice extérieure de l'équipe **MathRisk** de l'INRIA Paris-Rocquencourt depuis 2009.
- D. Bresch représente les membres du LAMA impliqués dans le projet **Optiwind** (horizon 2020 / Clean Sky) en collaboration avec Saint Gobain porté sur l'USMB par C. Ruyer-Quil du **LOCIE**.

10.2.3. Produits destinés au grand public

- Pour promouvoir les mathématiques auprès des jeunes et du grand public, les membres de notre équipe participent activement tous les ans à la « Semaine des Mathématiques » en donnant des conférences dans les lycées (Chambéry 2014, Annecy 2014, Aix-les-Bains 2015, Chambéry 2015, Saint-Jean de Maurienne 2016, Chambéry 2016, Cluses 2016, Cran Gevrier 2016, Bourg St Maurice 2016, Chambéry 2017, Albertville 2017, Ile d'Abeau 2018).
- La conférence d'inauguration de la fédération de recherche FRMRAA, que nous avons organisée, a été ouverte à la participation des élèves des classes préparatoires de Lyon (500 participants).
- Nous participons régulièrement à la journée du lycéen, aux forums LLU (Liaison Lycées Université) de la région.
- Participation aux Ateliers Maths.en.Jeans 2018.

- Rédaction d'un billet « Les maths pour le climat » (octobre 2015) dans le cadre du blog CNRS : En route vers la cop21,
- Rédaction d'un article « Des mathématiques pour le climat » pour la brochure ICJM 2016,
- Plusieurs exposés dans le cadre du CMI Université Savoie Mont Blanc (2016–2018).
- M. Gisclon et M. Raibaut ont publié l'article « Optique et mathématiques » dans le Bulletin Vert de l'APMEP 521, en 2016.
- Membre du jury du concours Cgénial au niveau régional (concours collège-lycée) 2016-2017-2018.
- F. Bihan a écrit un article sur ses travaux autour de la règle de Descartes en plusieurs variables dans la Lettre de l'INSMI, mars 2017.
- 15 exposés de mathématiques pour les étudiants du Coursus de Master en Ingénierie (CMI).
- Plusieurs exposés grand public « amphis pour tous » de l'USMB : « Les mathématiques de l'arc-en-ciel » en 2016 ([lien vidéo](#)), « symmétries et pavages » en 2017 ([lien vidéo](#)).
- 3 interventions au Forum des Métiers du Collège Jacques Prévert d'Albens pour la présentation des métiers de la Recherche Fondamentale et des Mathématiques.
- Invitation par l'IREM de Limoges pour donner un exposé grand public sur « Les mathématiques de l'origami » en mars 2016.
- (2019-) 3 membres de l'équipe participent à un « laboratoire de mathématiques » sur la logique dans un lycée chambérien.
- (2011–2015) Animation d'un atelier « Maths à modeler » dans une classe de CM2, avec l'aide d'un doctorant différent chaque année.
- Exposé grand public dans le cadre du Festival Transfo, Chambéry, « Data science et méthodes prédictives », janvier 2019.
- Organisation d'une journée de conférences « **Autour des Mathématiques** » pour le grand public à l'occasion des 80 ans du CNRS. Cette journée consiste en 9 exposés de 30 mn et un colloquium de 50 mn, données par des chercheurs et des enseignants-chercheurs des 3 laboratoires de mathématiques **Institut Fourier**, LAMA et **LJK** ainsi que du **LAPTh**, le Laboratoire de Physique Théorique de l'USMB. 40 collégiens et 15 lycéens avec lesquels nous travaillons dans le cadre de Maths.en.Jean ont participé à cette journée. Une interview radio pour le Dauphiné Libéré, disponible sous forme de **podcast** a été donnée en vue d'attirer un large public de non spécialistes. Un **article** est de plus paru dans le Dauphiné Libéré la veille de l'événement.

10.3 Implication de l'Unité dans la formation par la recherche

10.3.1. Produits des activités pédagogiques et didactiques

- R. David, P. Hyvernats, K. Nour et C. Raffalli ont écrit l'ouvrage à vocation pédagogique [1] intitulé *Les démonstrations mathématiques* (Ellipses, 2017).
- P. Hyvernats a écrit (2012) et maintient le logiciel TPLab qui sert de plateforme de rendu des TP d'informatique au département d'informatique de l'USMB.
- P. Hyvernats a écrit (2017) un logiciel d'apprentissage du shell Unix appelé *GameShell* pour les étudiants (<https://github.com/phyver/GameShell>).

10.3.2. Productions scientifiques issues des thèses

18 doctorantes ou doctorants ont publié ou soumis 55 articles sur la durée du contrat.

- D. M. Antunes a publié une communication dans une conférence internationale avec comité de sélection (DGCI2019, accepté).
- B. Al Taki (soutenance en 2016) a publié l'article [3].
- B. Bogosel (soutenance en 2015) a publié les articles [21, 22, 17, 19, 18].
- T. Caissard (soutenance en 2018) a publié l'article [9] et la communication [4] dans une conférence internationale avec comité de sélection.
- S. Cito a publié l'articles [10].

- L. Cuel (soutenance en 2014) a publié l'article [14], la communication [10] dans une conférence internationale avec comité de sélection et la communication [9] dans une conférence internationale sans comité de sélection.
- C. Demay (soutenance en 2017) a publié les articles [7, 25, 91].
- C. Eberhart (soutenance en 2018) a notamment publié les articles [15, 14, 17] dans des conférences internationales sélectives et l'article [18] dans une revue internationale.
- B. El Hilany (soutenance en 2016) a publié les articles [8, 26, 25] issus de sa thèse dans des journaux avec comité de lecture et soumis l'article [3] issu de sa thèse.
- M. Foare (soutenance en 2017) a publié l'article [11] et deux communications [18, 19] dans des conférences internationales avec comité de sélection.
- S. Gasparin a publié les articles [13, 11, 123, 122, 12, 120, 121, 124, 15, 126].
- A. Ghannoum a publié les articles [7, 1].
- H. Hibon (soutenance en 2018) a publié les articles [8], [25], [26].
- J. Levallois (soutenance en 2015) a publié les articles [39, 13], les communications [36, 37] dans des conférences internationales avec comité de sélection et a participé à la rédaction du chapitre d'ouvrage [1].
- R. Lteif (soutenance en 2016) a publié les articles [27, 146].
- F. Patout a publié les articles [132, 25].
- C. Perrin (soutenance en 2016) a publié les articles [154, 155, 43].
- P. Villemot (soutenance en 2018) a soumis l'article [13] issu de sa thèse.

10.3.3. Formation

- Le Laboratoire compte **18** permanents HDR sur 31, **1** HDR soutenue sur la période du contrat (T. Hirschowitz, 2016).
- **20** thèses ont été soutenues sur la durée du précédent contrat (l'une d'elle a été co-dirigée par un membre de l'équipe **EDPs²** et un membre de l'équipe **LIMD**). **13** de ces thèses sont des thèses de l'école doctorale MSTII de Grenoble.
- **31** stages de M1 ou de M2 ont été encadrés par des membres du laboratoire, qui se décomposent en **17** stages de M2 recherche, **10** stages M2 Pro, **4** stages M1 Pro.
- **Cours de niveau master.** Les membres de l'équipe **EDPs²** interviennent régulièrement dans les cours du Master **MMAA** de Chambéry (qui a une vocation professionnelle). Ce Master complète le parcours **CMI-Math**. La mise en place de cette offre de formation tournée vers le tissu économique régional répond à une attente du comité d'évaluation HCÉRES de 2014. Les membres de l'équipe **EDPs²** interviennent également dans le Master 2 recherche **MSIAM** de Grenoble ainsi qu'à l'école doctorale **MSTII**. Ils sont intervenus ponctuellement dans d'autres Masters (Université Saint-Joseph de Beyrouth, Liban, Arad, Roumanie, Almaty, Kazakhstan) ou dans le cadre du colloque Inter'Actions. Les membres de l'équipe **GÉO** interviennent ponctuellement dans le Master de mathématiques fondamentales de Grenoble. Les membres de l'équipe **LIMD** interviennent régulièrement dans le Master d'informatique de l'USMB.
- **Cours de niveau doctoral.** **27** cours de niveau doctoral ont été donnés par les membres du LAMA dans différentes universités ou instituts.

Responsabilités de filières.

- L'équipe **EDPs²** est fortement impliquée dans le Master **MMAA**, dans les enseignements spécifiques au parcours **CMI-Math** et dans le Master **MEEF** (préparation à l'écrit et l'oral du CAPES de mathématiques).
- L'équipe **GÉO** est fortement impliquée dans le Master **MEEF** (préparation à l'écrit et l'oral du CAPES de mathématiques, cours de M2 à l'ESPE).
- L'équipe **LIMD** est fortement impliquée dans deux départements d'enseignement : le département de mathématiques et celui d'informatique aussi bien au niveau Licence qu'au niveau Master. Le **CMI-Info** est porté par le laboratoire et dirigé par J.-O. Lachaud, et les membres de l'équipe

participent fortement aux enseignements d’informatique et d’informatique mathématique dans le **CMI-Info** et la **CMI-Math** ainsi que dans le Master **MMAA**. L’équipe **LIMD** souhaite par ailleurs s’impliquer dans la création d’une préparation au nouveau CAPES d’informatique, projet soutenu par le département d’informatique de l’USMB.

- F. Bihan est responsable de la Licence Mathématiques pour les Sciences Humaines et Sociales (**MIASHS**) depuis 2017.
- C. Bourdarias a été responsable du département de mathématiques entre (2014–2017).
- D. Bucur est responsable du parcours de Master **MMAA** et responsable du M2 **MMAA** depuis 2017.
- G. Comte a été directeur du département de mathématiques en 2017–2018, responsable de la Licence de mathématiques (2016–2018), responsable de la première année de mathématiques et du plan Licence auprès de l’UFR Sciences de l’USMB (2014), responsable de l’admission post-bac pour la licence de mathématiques (2014–2018), responsable de la deuxième année de la Licence de mathématiques (2016–2018), responsable des procédures « Études en France » et « Équiv » (2016–2018).
- S. Gerbi est référent USMB du Master MEEF 1er degré (Professeur des écoles) depuis 2014.
- M. Gisclon est responsable du M1 **MMAA** depuis 2017.
- P. Hyvernât est responsable de la 3ème année de Licence d’informatique de l’USMB depuis 2010.
- C. Labart est responsable du parcours **CMI-Math** depuis 2016.
- J.-O. Lachaud est responsable du **CMI-Info** de l’USMB depuis 2016.
- C. Lécot a mis en place le parcours **CMI-Math** (Cursus Master Ingénierie) et a été responsable de la Licence **MIASHS** jusqu’en 2017.
- K. Nour est responsable de la 3ème année de licence de Mathématiques depuis 2018.
- K. Nour est responsable de la mention licence de Mathématiques depuis 2001.
- P. Orro est, depuis 2012, directeur de l’UFR Sciences et Montagne (**UFR SCEM**), à laquelle est rattaché le LAMA.
- M. Raibaut est responsable du Master Métiers de l’Enseignement, de l’Éducation et de la Formation de Mathématiques (**MEEF**, préparation au CAPES) depuis 2013.
- L. Vuillon est responsable du département de mathématiques depuis 2018.

NB. *Les responsabilités administratives donnent lieu à peu de décharge d’enseignement au sein de l’USMB. La direction de l’UFR est déchargée à hauteur de 128 h, la direction du laboratoire est déchargée à hauteur de 36 h pour le directeur et 12 h pour le directeur adjoint, la direction du département est compensée financièrement à hauteur de 20 h.*

Quatrième partie

BILAN DE L'ÉQUIPE EDPs²

11. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE EDPs²

11.1 Introduction

L'équipe **EDPs²** du Laboratoire de l'USMB comporte **13** membres titulaires (4 PR, 1 DR, 2 CR dont 1 HDR, 4 MCF dont 2 HDR, 1 IR, 1 PRAG) et 1 PR émérite. Depuis 2014, ont eu lieu 1 arrivée (1 MCF en 2014) et 1 départ à la retraite (1 PR en 2018). L'équipe **EDPs²** est composée de chercheurs dont les intérêts scientifiques couvrent un spectre large, et souvent complémentaire, fédérée autour des équations aux dérivées partielles : aspects théoriques et numériques, déterministes et probabilistes ainsi que des applications en interaction avec d'autres disciplines. Voici une présentation succincte du travail des membres de l'équipe :

- Equations aux dérivées partielles, calcul des variations et simulations numériques : frontière libre, optimisation de formes, homogénéisation, géométrie spectrale, caractère non-local.
- Analyse stochastique et probabilités : EDSR, Systèmes de particules, Hypoellipticité.
- Mathématiques en interaction : Biologie-Écologie, Géophysique, Hydrologie, Mécanique des Fluides, Énergie et Matériaux.
- Collaborations : EDF, CEA/, **LECA**, **LOCIE**, **ISTerre**.

11.2 Effectifs et moyens

- *Chercheur-se-s, enseignant-es/chercheur-se-s, ingénieure de recherche* : C. Acary-Robert (IR Univ Savoie Mont- Blanc), P. Baras (PR), C. Bonjour (PRAG), C. Bourdarias (PR), D. Bresch (DR CNRS), P. Briand (PR, directeur du laboratoire 2014–2018), D. Bucur (PR, responsable de l'équipe 2014–2018), P.–E. Chaudru De Raynal (MCF), D. Dutykh (CR CNRS, HDR), J. Garnier (CR CNRS), S. Gerbi (MCF, HDR), M. Gisclon (MCF, HDR), C. Labart (MCF).
- *Professeur émérite* : C. Lécot (PR, départ à la retraite en octobre 2018).
- *Doctorant-es actuel-le-s, 13 en cours* : A. Abdalazeev, A. Bouwe, S. Cito, B. Colange, S. Gasparin, A. Ghannoum, Z. Karashbayeva, C. Kassem, P. Lafontaine, L. Ledru, M. Martignoni, K. Msheik, F. Patout.
- *Post-doctorant* : 1 en cours : N. Cellier.
- *Liste des doctorants depuis 2014 ayant soutenu* : N. Almokdad, B. Bogosel, C. Demay, J. El Maalouf, B. El Taki, M. Foare (thèse co-encadrée avec un membre de l'équipe **LIMD**), H. Higon, X. Lin, R. Lteif, C. Perrin.
- *Liste des post-doctorants depuis 2014* : C. Burtea, G. Richard.

11.3 Politique scientifique

La partie « aléatoire » de l'équipe **EDPs²** a connu une croissance importante lors du quinquennal précédent et le recrutement d'un MCF. Elle est maintenant composée de **3** permanents (1 PR et 2 MCF) et d'1 professeur émérite. Il s'agissait là d'une volonté scientifique du laboratoire en articulation avec les besoins en formation. L'équipe a connu un départ à la retraite en octobre 2018 et va connaître ces prochaines années deux autres départs à la retraite de professeurs. Cette perte de 3 professeurs des universités au sein de notre équipe sans reconduction des postes est une condamnation à moyen terme et un handicap certain à court terme pour une équipe de cette taille. Une reconduction des postes permettrait aux membres de l'équipe de poursuivre le travail mené de politique scientifique en équilibrant les forces vives et en recrutant par exemple à l'interface sur le poste de C. Lécot, comme cela a été demandé par l'UFR SCEM.

12. PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE DE L'ÉQUIPE EDPs²

12.1 Bilan Scientifique

Les membres de l'équipe ont publié **166** articles dans des journaux internationaux à comité de lecture, **2** ouvrages, **15** articles dans des actes de colloque, **16** articles publiés dans des ouvrages.

Activités et résultats de la recherche. Les résultats de la recherche de l'équipe EDPs² ont été publiés dans des revues de tout premier plan, tant dans des revues généralistes de mathématiques fondamentales comme :

Annals of Math., *Acta Mathematica*, *J. Math Pures Appl.*, *Arch. Rational Mech. Anal*, *SIAM J. Math. Anal*, *SIAM J. Control Optim.*, *Annales ENS*, *Annals of Applied Probability*, *The Annals of Applied Probability*, *Stochastic Processes and their Applications*, *JEMS*, *Annales IHP*, *Comm. in Contemporary Mathematics*, *Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A*, *Trans. Amer. Math. Soc.*, *J. Diff. Eqs*, *Calc. Var. Partial Differential Equations*, *Bull. Lond. Math. Soc.*, *J. Geom. Anal.*, *J. Convex Anal.*, *Comm. Maths Science*, *J. Hyp. Diff. Eqs*, *Asymptotic Analysis*, *Nonlinear Analysis*, *DCDS*, *JMAA*

que dans des revues spécialisées en calcul scientifique et analyse numérique comme :

Numerische Mathematik, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, *IMA J. Appl. Math.*, *Computers & Fluids*, *ESAIM M2AN*, *Eur. J. Mech. B/Fluid*, *J. Sci. Comput.*, *J. Comp. Appl. Math.*, *Math. Comp. Simul.*, *Math. Comput. Simul.*, *Monte Carlo Methods Appl.*

Une spécificité de l'équipe EDPs² est également la publication de certains de ses membres dans des revues spécialisées dans les interactions multi-disciplinaires comme par exemple :

Wave motion, *Fluid Dynamics Research*, *Physics Letters, Section A : General, Atomic and Solid State Physics*, *Mathematical Finance*, *Phys Rev E*, *Phys Lett A*, *Physica D*, *Exp. Therm. Fluid Sci.*, *J. Fluid Mech.*, *Transport in Porous Media*, *Journal of Building Physics*, *Ocean Engineering*, *Ecol. Complexity*, *Bull. Math. Biol.*, *Biol. Conserv.*

Nous allons décrire dans ce qui suit quelques résultats phares obtenus au sein de l'équipe EDPs² au cours du précédent contrat.

EDPs théoriques : Dans l'article [28], publié dans *J. Hyp. Diff. Eqs*, C. Bourdarias et M. Gisclon ont obtenu, en collaboration avec S. Junca, des résultats nouveaux concernant les propriétés régularisantes des lois de conservation scalaires en une dimension d'espace en travaillant dans des espaces de fonctions BV -fractionnaires, notés BV^s , avec $0 < s \leq 1$, qu'ils ont revisités en mettant en lumière certaines de leurs propriétés. Ces espaces sont en un certain sens proches des espaces de Sobolev critiques $W^{s,1/s}$ et permettent de travailler avec des fonctions moins régulières que les fonctions à variation bornée. Ils ont notamment obtenu un résultat de stabilité dans ce cadre et obtenu l'effet régularisant $W^{s,p}$ maximal conjecturé par Lions-Perthame-Tadmor pour des flux non linéaires convexes (article publié en 2014). Ils ont ensuite, avec Y.-J. Pend, dans l'article [29] publié dans *Comm. Math. Sci*, utilisé ces espaces, avec $s \geq 3$, pour établir des résultats d'existence de solutions entropiques pour le système d'absorption isotherme d'un mélange gazeux (système PSA) précédemment étudié sous divers aspects. Ils ont mis en évidence que l'espace $BV^{1/3}$ est critique (explosion de solutions au bord du domaine lorsque $s < 1/3$).

Avec P.-E. Jabin, D. Bresch a introduit dans [38] une nouvelle méthode d'estimations quantitatives de régularité très faible pour les équations de continuité. Cette méthode a permis d'apporter une réponse à deux problèmes ouverts sur les équations de Navier-Stokes compressibles et a donné lieu à une publication de 108 pages dans *Annals of Math.* en 2018. Ce travail a été mis à l'honneur lors du congrès international de mathématiques (ICM) à Rio de Janeiro en 2018 et a donné également lieu à la publication originale [39] dans le volume des actes publié lors de cette conférence. Plusieurs mini-cours ont été donnés sur le sujet dans plusieurs centres de recherche internationalement reconnus dont un a été publié.

Dans une série de 2 articles ([33, 34]) avec B. Desjardins, V. Giovangigli et E. Zatorska (JMPA 2015), D. Bresch a mis en exergue une hydrodynamique à 2 vitesses en mécanique des fluides compressibles avec viscosités dépendant de la densité. Ce travail montre que l'hypothèse de 2 vitesses différentes pour des fluides compressibles hétérogènes est encodée dans le système primaire et qu'il n'est donc pas nécessaire de l'introduire comme cela avait été suggéré par H. Brenner dans une série de papiers physiques qui avait fait grand bruit.

Avec P. Noble et J.-P. Vila en 2016, D. Bresch a initié une série de travaux sur l'entropie relative pour les équations de Navier-Stokes compressible avec viscosité de cisaillement proportionnelle à la densité et viscosité de compression nulle (voir [41, 42]). Ce travail étend à ce cas les résultats fondateurs d'E. Feireisl, A. Novotny et al. pour les viscosités constantes. D. Bresch, M. Gisclon et I. Lacroix-Violet, dans [35], ont par la suite amélioré sensiblement les résultats (Arch. Rational Mech Anal., 2019) en considérant des viscosités dépendant de la densité plus générales satisfaisant la relation BD et une possible présence de termes capillaires.

Avec M. Hillairet en 2017 (voir [36]), D. Bresch a montré comment justifier des modèles multi-fluides compressibles par homogénéisation et caractérisation de mesures de Young à partir de Navier-Stokes compressible barotrope. Ce travail est fondateur car il permet d'entrevoir une méthode de justification de certains modèles multi-fluides ou multi-phases sans hypothèses de fermeture ad-hoc comme cela est fait usuellement par exemple par les physiciens : voir Ishii, Drew-Passman.

En collaboration avec M. Lewis (Univ Alberta, Canada), J. Garnier a étudié dans [119] les conséquences génétiques du déplacement d'espèces induit par un changement climatique. Grâce à l'analyse mathématique de la dynamique interne de fronts de propagation, ils ont pu quantifier les pertes de diversité génétique induites par un changement d'environnement. Ces résultats quantitatifs permettent de prédire concrètement pour chaque espèce l'impact d'un changement climatique.

En collaboration avec L. Roques (INRA, Avignon) et G. Martin (ISEM, Montpellier), J. Garnier a récemment étudié dans [160] l'effet de mutations bénéfiques sur la dynamique d'adaptation d'une espèce asexuée. Ils ont proposé un nouveau modèle inspiré de la physique de la fonte du glaçon, problème à frontière libre de Stefan, pour décrire l'évolution de la fitness au sein d'une population soumise aux mécanismes de mutation et sélection.

En collaboration avec E. Bouin (CEREMADE, Univ Dauphine), C. K. Henderson (Univ Chicago, USA) et F. Patout, J. Garnier a quantifié finement dans [25] la manière dont les solutions de modèles integro-différentiels accélèrent lorsque le noyau de dispersion est à queue lourde. Ils ont choisi une approche de type Hamilton-Jacobi pour décrire l'accélération et comprendre les différentes échelles qui interviennent. Leurs résultats quantifient l'accélération des solutions et ont permis de comprendre et quantifier les interactions entre la dispersion et la réaction.

En collaboration avec S. Jenouvrier (WHOI, USA), L. Desvillettes (Paris) et F. Patout, J. Garnier a étudié dans [132] l'effet de la dispersion sur des espèces menacées par un changement environnemental. Leur cas d'étude a été le Manchot Empereur (*Aptenodytes forsteri*), une espèce emblématique de l'antarctique et menacée par les variations de glaces. Ils ont montré que la dispersion n'est pas toujours bénéfique à la survie de l'espèce en milieu très hétérogène. De plus ils ont pu quantifier les seuils pour lesquels cette dispersion est favorable, neutre ou défavorable. Enfin, leur modèle leur a permis de faire des projections du nombre d'individus à l'horizon 2100 à l'échelle continentale et régionale pour le Manchot Empereur.

Avec K. Ammari, S. Gerbi a travaillé dans [5] sur la stabilisation de l'équation des ondes par un feedback avec retard et des conditions aux limites dynamiques. Le premier feedback étudié est un terme d'ordre 0 sur la vitesse u_t du type $-au_t$, $a > 0$ et ils ont montré une stabilisation polynomiale. Le second feedback étudié est un feedback du type Kelvin-Helmholtz $-a \Delta u_t$, $a > 0$ et ils ont montré une stabilisation exponentielle. La méthode utilisée est une méthode fréquentielle.

Avec K. Ammari et A. Wehbe, S. Gerbi encadre la thèse en cotutelle avec l'Université Libanaise de Beyrouth, de C. Kassem qui porte sur le contrôle d'un système de deux d'équations des ondes couplées par les termes de vitesse avec un contrôle interne local indirect. En supposant la condition de contrôle géométrique de Bardos-Lebeau-Rauch, C. Kassem a prouvé la contrôlabilité exacte du système lorsque les deux vitesses d'ondes sont les mêmes mais aussi lorsque celle-ci sont différentes dans le cas où la zone de couplage et la zone d'amortissement s'interceptent. Dans le cas de vitesses identiques, la stabilisation est exponentielle alors que dans le cas de vitesses d'ondes différentes, la stabilisation est polynomiale en $1/t$. Ce travail très important généralise les travaux de F. Alabau-Boussouira et M. Léautaud.

Calcul des variations et études spectrales : Avec A. Henrot, D. Bucur a obtenu un résultat de tout premier plan ([66]), accepté dans *Acta Mathematica* en 2019, concernant la maximisation de la seconde valeur propre non-triviale du Laplacien-Neumann sous contrainte de volume. En particulier, ce résultat répond positivement à la conjecture de Polya pour la seconde valeur propre de Neumann en toute dimension d'espace et sans contrainte topologique.

D. Bucur a également montré dans [65] que l'élasticae d'énergie de Willmore minimale entourant une aire donnée est le disque. Ce travail est paru dans *J. Eur. Math. Soc. (JEMS)* 2017. C'était un problème ouvert depuis un certain temps et plusieurs équipes de chercheurs s'y sont attaqués. Une démonstration indépendante a été obtenue par Kawohl, Ferone et Nitsch.

Avec Ferone, Nitsch et Trombetti, D. Bucur a également démontré dans [53] l'inégalité quantitative avec exposant optimal de type Faber-Krahn pour le Laplacien-Robin. Ce travail est paru dans *J. Differential Equations* 2018. Il a également obtenu une formule de monotonie (voir [67]) permettant la démonstration de la régularité Ahlfors pour une classe générale de problèmes à discontinuité libre (article paru dans *Arch. Ration. Mech. Anal.* en 2014) et la résolution dans un cadre général de l'inégalité isopérimétrique de type Faber-Krahn associée au Laplacien-Robin à travers l'étude d'un problème à discontinuité libre (voir [61], article paru dans *Arch. Ration. Mech. Anal.* en 2015).

Equations stochastiques et probabilités : Avec R. Elie et Y. Hu, P. Briand a introduit dans [47] (article paru dans *Annals of Applied Probability* en 2018) les équations différentielles stochastiques rétrogrades réfléchies en moyenne. Il s'agit d'équations stochastiques réfléchies avec la particularité que la réflexion porte sur la loi du processus au lieu de porter sur ses trajectoires. Ils ont alors obtenu un résultat d'existence et d'unicité ainsi que des propriétés de stabilités. Dans des travaux récents, il a étudié, dans divers contextes, l'approximation des solutions de ce type d'équations au moyen de systèmes de particules.

En collaboration avec A. Richou, P. Briand a obtenu dans [9] des résultats d'unicité des solutions d'EDS rétrogrades quadratiques s'affranchissant de l'hypothèse de convexité utilisée jusqu'alors.

Modélisation et méthodes numériques : C. Bourdarias et S. Gerbi ont modélisé des écoulements d'eau en conduites fermées uniformes par une approche du type Saint-Venant et il ont proposé une méthode hybride volumes finis-méthode cinétique pour la résolution du modèle. Le modèle proposé est utilisé depuis 2008 dans le code industriel *FlowMix* d'EDF, Centre d'Ingénierie Hydraulique, Le Bourget du Lac. Ils ont également avec B. de Laage de Meux et J.-M. Hérard, EDF Chatou, et C. Demay, étudiant en thèse CIFRE à EDF Chatou, étudié l'entraînement d'air des écoulements en conduites fermées. C. Demay et J.-M. Hérard ont dérivé un modèle diphasique appelé CTL, Compressible Two-Layer, à partir des équations d'Euler compressibles pour l'eau et l'air moyennées sur la section et en explicitant des termes de relaxation de pression et de vitesse. Le modèle obtenu est un modèle à 5 équations, deux vitesses, deux densités et une pression. Les propriétés mathématiques, hyperbolicité inconditionnelle, existence d'entropie et positivité ont été démontrées et sont essentiellement dues à la bonne adaptation des termes de relaxation. Ils ont ensuite proposé une méthode de résolution semi-implicite avec une validation numérique d'essais effectués en laboratoire qui a permis de valider le code et le modèle.

C. Bourdarias et S. Gerbi avec R. Lteif, doctorant en cotutelle avec l'Université Libanaise de Beyrouth, ont étudié dans [27] la propagation d'ondes internes dans un fluide stratifié. Les modèles obtenus sont du type Green-Nagdhi. R. Lteif a étudié l'existence, l'unicité et le caractère bien posé des modèles obtenus. Ils ont aussi étudié l'ordre des méthodes (dans les petits paramètres : profondeur, non linéarité et dispersion) des approximations par rapport au modèle d'Euler complet. Ils ont ensuite proposé une méthode numérique de résolution basée sur une méthode de splitting : équations de Saint-Venant non linéaires/équation de dispersion. La première étape est résolue par une méthode de volumes finis d'ordre élevé (ordre 4 ou 5) alors que la seconde étape est résolue par une méthode de différences finies du même ordre. De nombreuses simulations ont été effectuées et la comparaison avec le modèle d'Euler complet mais aussi avec celui de Green-Naghi amélioré proposé par V. Duchêne, S. Israwi et R. Talhouk a permis de valider la méthode numérique utilisée.

P. Briand et C. Labart ont proposé dans [46] une nouvelle méthode de simulation des équations différentielles stochastiques rétrogrades qui s'appuie sur la décomposition en chaos de Wiener (article publié dans *Annals of Applied Probability*). Avec C. Acary-Robert et A. Ghannoum, ils ont également montré dans [1] que cette approche permettait également de simuler les solutions d'EDS rétrogrades de type McKean-Vlasov.

En collaboration avec les chercheurs de l'Institute of Computational Technologies de Novosibirsk, D. Dutykh a dérivé et étudié des modèles d'ondes longues fortement non linéaires sur une géométrie sphérique (éventuellement déformée) en vue d'applications à la propagation des tsunamis à l'échelle planétaire. Ces résultats ont été publiés dans quatre articles parus dans *Communications in Computational Physics*. Les applications aux tsunamis récents comme l'événement de Chili 2010 ont été présentées. Ils finalisent actuellement un livre sur ce sujet.

Avec M. Chhay et C. Ruyer-Quil, D. Dutykh et M. Gisclon ont travaillé dans [81] sur des modèles de transfert thermique à travers un film liquide s'écoulant le long d'une paroi verticale. Ils ont obtenu un modèle à partir d'un développement asymptotique en introduisant des variables adimensionnées bien choisies. Dans cette étude, le petit paramètre est le rapport épaisseur/longueur caractéristique des ondes. Une nouvelle solution de Nusselt est obtenue en prenant en compte les variations hydrodynamiques de la surface libre et les contributions des termes provenant des effets de variations de la température. Les transferts de fluide et de chaleur sont couplés à travers l'effet de Marangoni et des effets de viscosité.

En collaboration avec R. Dumitrescu, C. Labart a obtenu dans [95] des résultats importants sur la simulation en temps discret d'approximation d'EDSR doublement réfléchies à sauts (i.e. que l'équation est dirigée à la fois par un mouvement brownien et par un processus de Poisson). Après avoir étudié un schéma basé sur une méthode de pénalisation, elles ont proposé un schéma réfléchi qui s'affranchit de la pénalisation.

En collaboration avec C. Geiss, A. Luoto, C. Labart ont abordé dans l'étude de la vitesse de convergence de l'erreur forte du schéma d'approximation des EDSR basé sur la marche aléatoire, introduit par Briand, Delyon et Mémin dans les années 2000. Cela a donné lieu à deux publications, [?] et [24], respectivement dans le cas où la condition terminale de l'EDSR est Hölder-continue et dans le cas des EDSR forward-backward sous des hypothèses plus fortes sur le driver et la condition terminale.

Cinquième partie

PROJET ET STRATÉGIE À CINQ ANS DE L'ÉQUIPE EDPs²

13. ANALYSE SWOT

Points forts :

- Dynamisme et visibilité nationale et internationale.
- Nombreuses interactions avec les laboratoires de mathématiques ou à l'interface de celles-ci, au niveau local et régional.
- Soutien du CNRS par la présence de trois chercheurs CNRS dans l'équipe.
- Fort investissement des membres de l'équipe dans les instances nationales.
- Reconnaissance de la formation pour la recherche : recrutements (1 CR CNRS, 3 MCF, 1 IR EDF) ainsi qu'un prix de thèse Paul Caseau.
- Équipe qui couvre tout le spectre : analyse théorique et numérique, interactions avec d'autres disciplines.
- Excellente ambiance.

Points faibles :

- Pyramide des âges, surtout parmi les enseignants-chercheurs.
- Perte du poste de C. Lécot (PR) sans reconduction dans l'équipe.
- Absence de visibilité sur l'affectation des deux postes qui seront libérés en début de quinquennal.

14. STRUCTURATION, EFFECTIFS ET ORIENTATIONS SCIENTIFIQUES

L'équipe **EDPs²** est fondée autour du thème fédérateur des Equations aux Dérivées Partielles non linéaires. Elle est composée de plusieurs enseignants-chercheurs et chercheurs, en parfaite complémentarité, spécialistes en analyse et/ou calcul scientifique des équations aux dérivées partielles, théorie des processus stochastiques et/ou probabilités numériques. L'année 2018 a vu le départ à la retraite d'un PR (C. Lécot) qui travaille à l'interface entre méthodes numériques des équations aux dérivées partielles et théorie des processus stochastiques et/ou probabilités numériques et le début du quinquennal prochain va voir le départ de deux PR (P. Baras et C. Bourdarias) qui travaillent en analyse et/ou calcul scientifique des équations aux dérivées partielles.

Sans recrutement, en omettant les chercheurs CNRS (qui peuvent s'avérer « volatiles ») et hors promotion de MCF, l'équipe **EDPs²** sera composée dans les années à venir comme suit :

- Théorie des processus stochastiques et/ou probabilités numériques (EDPS)
 - Philippe Briand (PR)
 - Céline Labart (MCF)
 - Paul-Eric Chaudru de Raynal (MCF)
- Analyse et/ou calcul scientifique des équations aux dérivées partielles (EDP) :
 - Dorin Bucur (PR)
 - Marguerite Gisclon (MCF)
 - Stéphane Gerbi (MCF)
- Modélisation et calcul scientifique sur les 2 axes ci-dessus : Céline Acary-Robert (IR)

Actuellement la partie Analyse et/ou calcul scientifique des équations aux dérivées partielles (EDP) et plus largement l'équipe EDPs² compte 3 chercheurs CNRS : D. Bresch (DR CNRS) et D. Dutykh (CR

CNRS, HdR), J. Garnier (CR CNRS).

Au regard de cette répartition, il ne fait aucun doute qu'il est nécessaire de bénéficier d'au moins un poste de professeur et un poste de maître de conférences sur les trois prochains départs pour permettre à l'équipe **EDPs**² de continuer à jouer un rôle essentiel que ce soit en recherche à l'international ou en enseignement au sein de l'USMB. À la vue de la pyramide d'âges, un poste de maître de conférences serait prioritaire sur l'axe analyse - calcul des variations et/ou calcul scientifique des équations aux dérivées partielles. Quant au poste de professeur il est important qu'il s'articule à l'interface des deux axes de l'équipe.

Une demande de poste de professeur a été faite (sans résultat) à la suite du départ à la retraite de C. Lécot. Son thème de recherche est centré sur la mise au point et l'étude de méthodes numériques d'EDP-EDPS, dont l'idée principale est l'approximation de distributions de probabilités par des populations de particules. Les domaines d'applications sont nombreux : neutronique, plasma, micro-fluidique. Du point de vue enseignement, C. Lécot effectuait depuis plusieurs années une grande partie de son service à Annecy, dans la filière **MIASHS**. Ces dernières années et avant son départ à la retraite, ses responsabilités administratives étaient nombreuses : responsabilité de la licence de Mathématiques, responsabilité de la licence **MIASHS** et responsabilité du **CMI-Math** (Cursus Master Ingénierie en Mathématiques Appliquées).

Du point de vue de la recherche, il est important d'une part de rester en cohérence avec les thèmes de recherche de C. Lécot, à savoir les approches particulières et d'autre part de s'ouvrir vers les enjeux actuels que sont les systèmes complexes tout en veillant à une véritable articulation entre les deux composantes de l'équipe. Ceci demande de fortes compétences dans des problématiques variées et un recrutement d'un professeur spécialiste de méthodes déterministes et de méthodes stochastique serait crucial. Les systèmes à très large nombre de particules sont nombreux en science et ingénierie. En effet, dépendant du contexte et du modèle, le terme particule peut représenter différents objets : une particule peut être simple comme un électron ou un ion (particules dans le plasma), ou plus complexe comme une bactérie, un agent économique et social ou même une très large structure comme une galaxie. Etudier théoriquement et numériquement un large spectre de système de particules est essentiel dans de nombreuses applications. La dimension de ces systèmes est proportionnelle au nombre de particules qui peut être extrêmement grand, autour de 10^{25} dans certaines applications. Réduire drastiquement la complexité du système à l'échelle mésoscopique ou macroscopique avec des EDP ou EDPs à dimension plus faible est donc nécessaire. La grande difficulté dans ce cas est l'étude et le contrôle des corrélations entre particules. Il s'agit là d'une étape essentielle avant de se lancer dans la data-science où les obstacles spécifiques posés par les systèmes complexes sont nombreux comme la mise en défaut de l'hypothèse du chaos statistique, l'absence de lois de conservation, la multiplicité des équilibres, la transition de phases, le développement de corrélation non-locales entre les particules liées à la taille fine de celles-ci. A noter que les systèmes d'agents biologiques ou sociaux sont intimement liés aux concepts de la théorie des jeux (maximisation d'une fonction d'utilité, stratégies etc...) couplés à la théorie des champs moyens. En conclusion, le recrutement d'un professeur dans l'une des thématiques suivantes est prioritaire :

1. Systèmes de particules en interaction, phénomènes d'auto-organisation : Analyse et méthode numérique.
2. Transport optimal, théorie des jeux et inégalités fonctionnelles.
3. Équations collisionnelles et de champ moyen.

Au vu de la pyramide des âges de la composante « Analyse-calcul des variations et/ou calcul scientifique des équations aux dérivées partielles (EDP) », le recrutement d'un maître de conférences est également névralgique pour l'équipe.

L'équipe **EDPs**² est de petite taille mais son activité scientifique est tournée vers l'extérieur (coopérations nationales ou internationales) : interagir avec d'autres laboratoires permet un grand dynamisme (à titre d'exemple **59** chercheurs accueillis au LAMA pour **83** séjours).

Plusieurs résultats de tout premier plan ont été obtenus couvrant toutes les thématiques des membres de l'équipe : analyse théorique déterministe et stochastique, analyse numérique déterministe et stochastique, interaction multi-disciplinaires. Garder cette dynamique complète et cette autonomie est essentiel, nous allons donc dans les paragraphes prochains donner quelques orientations scientifiques principales des

membres de l'équipe. Nous noterons que les thématiques fédératrices de l'équipe concernent les problèmes de couplages d'EDPs et de frontière libre d'une part et la dynamique particulière d'autre part.

Analyse théorique déterministe et stochastique.

Avec S. Junca, C. Bourdarias propose de poursuivre l'étude de divers systèmes hyperbolique 2×2 dans le cadre fonctionnel des espaces BV fractionnaires. Avec M. Gisclon, et T. Ngom, ils se proposent d'aborder l'étude d'un système de chromatographie gaz-solide, proche du système PSA (« Pressure Swing Adsorption », étudié avec S. Junca), dans lequel le processus étudié, contrairement à ce dernier, n'est pas isotherme. Nous nous intéressons en un premier temps au cas d'un gaz unique pour lequel on profite d'une relation simple entre la densité et la température, tout en conservant les difficultés du problème général.

1. Couplages EDPs et Frontières libres. Dans les prochaines années, D. Bresch va concentrer son travail au cadre des solutions faibles en mécanique des fluides compressibles afin de pouvoir considérer des viscosités anisotropes en $O(1)$, de pouvoir supprimer la deuxième hypothèse thermodynamique dans le cas avec température, de pouvoir considérer une non-compacité lorsque les viscosités tendent vers 0 des données initiales en densité et vitesse ou de pouvoir considérer des problèmes à surface libre. Ces différents cas échappent actuellement au cadre mathématique dû principalement à P.-L. Lions, E. Feireisl et al ainsi qu'à l'extension récente de D. Bresch et P.-E. Jabin. La motivation principale vient d'applications possibles en géophysique : les phénomènes thermohalines ou les mélanges par exemple. Ce programme est difficile à mener car le champ de vecteurs des vitesses est peu régulier et la densité peut s'annuler ou devenir infini ou la surface ne plus être un graphe. D. Bresch se propose également de continuer son travail sur les modèles de type congestion que l'on rencontre par exemple en dynamique de foules, en interaction fluides-structures, en milieux granulaires : ils mêlent zones incompressibles et zones compressibles. D. Bresch va également continuer à travailler autour des modèles compressibles à viscosité dépendant de la densité et notamment autour des deux vitesses et systèmes augmentés qu'il a mis en exergue lors du précédent contrat et qui sont d'une grande utilité que ce soit théoriquement mais également numériquement. Une partie du travail se fera en collaboration avec M. Gisclon notamment sur les comportements en temps long.

Dans les prochaines années, D. Bucur va se concentrer sur l'étude des problèmes à discontinuité libres *vectoriels* de type Robin. Ce type de question apparaît notamment dans l'étude des problèmes d'optimisation spectrale, comme par exemple la minimisation de la k -ème valeur propre du Laplacien Robin. Typiquement, plusieurs fonctions interagissent sur un même support, partageant l'ensemble des sauts. Leur interaction se produit dans le processus de minimisation de l'énergie du quotient de Rayleigh à travers une condition d'orthogonalité L^2 . Cette condition est difficile à maîtriser lors des perturbations locales, et mène vers une étude locale des quasi-minimiseurs. Un deuxième type d'interaction surgit dans la question de la recherche de forme optimale d'un obstacle immergé dans un fluide de Stokes ou Navier-Stokes présentant une traînée minimale. Si le volume de l'obstacle est prescrit et le contact fluide-structure se fait à travers une condition de Navier, le problème d'optimisation de formes revient à un problème à discontinuité libre vectoriel. L'interaction des fonctions se fera au travers de la condition d'incompressibilité $\operatorname{div} u = 0$. Nous nous attendons que la solution de ce problème puisse faire apparaître naturellement des structures de dimension $N - 1$ attachées à l'obstacle. Clairement, d'un point de vue mathématique, ce problème est à rapprocher à des questions d'apparition et de propagation de fractures dans un milieu élastique, à la différence près que l'énergie d'interface dépend de la valeur des fonctions sur l'ensemble des sauts. De manière plus générale, D. Bucur souhaite continuer l'étude des sur et sous-solutions pour un problème d'optimisation de formes, l'obtention des inégalités isopérimétriques polygonales de type Faber-Krahn et l'étude des partitions optimales.

J. Garnier envisage de développer des méthodes mathématiques générales et robustes permettant de caractériser des phénomènes de propagation en dynamique et en génétique des populations. Ces phénomènes de propagation sont complexes car ils sont le résultat de processus agissant à différentes échelles et potentiellement liés entre eux. La notion de dynamique interne qu'il a développé est un premier outil permettant d'appréhender ces phénomènes de propagation dans leur totalité.

Avec K. Ammari, S. Gerbi se propose de continuer un travail sur la stabilisation de système conservatifs par un contrôle commutant. Des schémas numériques en dimension 1 donnent des résultats intéressants mais pas vraiment concluants quant à l'usage de ce type de contrôle sans avoir la condition de contrôle géométrique de Bardos-Lebeau-Rauch. Ils projettent également d'aborder le contrôle et la stabilisation de systèmes d'équations des ondes couplées.

2. Analyse stochastique et simulation. Le projet de recherche de P. Briand, C. Labart et P.-E. Chaudru de Raynal porte principalement sur les équations différentielles stochastiques (EDS) et les équations différentielles stochastiques rétrogrades (EDSR). Suite à l'introduction, dans le cas rétrograde, des EDS réfléchies en moyenne par P. Briand, R. Elie et H. Hu, un des objectifs est de comprendre les liens entre ce type d'EDS de type McKean-Vlasov, les systèmes de particules en interaction et les EDP « champ moyen » qui sont associées. Cette étude comporte à la fois des aspects théoriques (existence et unicité, propagation du chaos, formule de Feynman-Kac, etc...) et des aspects numériques (simulation des solutions d'EDS réfléchies en moyenne). Sur le plan théorique, P. Briand et P.-E. Chaudru de Raynal, en collaboration avec P. Cardaliaguet et Y. Hu, souhaitent étudier les EDS réfléchies en moyenne dans un cadre général (notamment multidimensionnel), leurs liens avec le problème de Skorokhod pour les équations de Kolmogorov et les EDP de type champ moyen. C. Labart souhaite étendre les résultats d'existence et d'unicité ainsi que les méthodes de simulation au cas d'EDS réfléchies possédant une double barrière.

P. Briand et C. Labart souhaitent approfondir des travaux plus anciens sur l'approximation des solutions d'EDS rétrogrades à l'aide de marches aléatoires. Si la convergence de cette approximation est connue depuis le début des années 2000, la vitesse de convergence demeure, quant à elle, une question ouverte. L'objectif est d'obtenir la vitesse de convergence de ce schéma d'approximation dans le cas markovien ; une collaboration a débuté sur ce sujet avec C. Geiss et S. Geiss. Dans le cadre de la thèse d'A. Ghannoum, ils envisagent également d'étendre la méthode de simulation des EDS rétrogrades basée sur la décomposition en chaos de Wiener qu'ils ont introduite, au cas des équations rétrogrades de type McKean-Vlasov.

P.-E. Chaudru De Raynal propose de continuer son travail autour des phénomènes de régularisation par le bruit d'un système différentiel. Il s'agit de comprendre comment l'ajout d'un bruit (gaussien ou plus généralement stable) dans un système différentiel ordinaire permet d'obtenir des équations bien posées (au sens des trajectoires ou de la loi) quand bien même la dérive du système est peu régulière, voire singulière. Le but est d'obtenir les régularités optimales en fonction de la nature du bruit ajouté à l'équation. Après avoir obtenu des résultats optimaux (en loi et au niveau des trajectoires) dans le cas d'un bruit gaussien dégénéré, il s'agit d'obtenir des résultats de ce type dans le cas de bruits stables dégénérés (travaux en cours) et dans le cas de bruit non-dégénérés. Dans ce dernier cas, la dérive du système peut n'être qu'une distribution et « vivre » dans des espaces de Besov d'indice de régularité locale négatif. De nombreuses questions sont liées notamment à la définition de certains produits requérant les outils récemment développés par Hairer (structures de régularité) ou par Gubinelli (chemins rugueux contrôlés).

C. Lécot se propose de poursuivre son travail dans plusieurs directions : le développement et l'étude mathématique de méthodes de Monte-Carlo (MC) stratifiées et quasi-Monte-Carlo hasardisées (RQMC) de simulation de chaînes de Markov et de résolution numérique d'équations aux dérivées partielles ; la résolution par les mêmes méthodes de problèmes d'ingénierie chimique ; l'utilisation de méthodes QMC pour la résolution d'équations différentielles.

Analyse numérique déterministe et stochastique avec ou sans interactions avec d'autres disciplines.

1. Analyse numérique pour EDPs. Au sein de l'équipe **EDPs**², il y a une plusieurs membres permanents qui travaillent autour de la mécanique des fluides et des problèmes à surface libre. Certains ont des collaborations avec EDF ou le CEA, d'autres ont des collaborations avec le **LOCIE** ou **ISTerre** par exemple. Sur ce sujet très large, D. Bresch et C. Acary-Robert propose de continuer une collaboration avec A. Burgissier, M. Collombet (ISterre) et G. Narbona (Séville) autour de l'étude mathématique d'un système bi-fluides qui composent le magma d'un volcan explosif. Dans un premier temps, il faut établir un modèle mathématique qui représente bien la dynamique du mélange gas-liquide du magma et l'échange entre les deux phases. C. Boudarias et S. Gerbi propose de continuer à travailler sur l'évolution du code **FlowMix** ainsi que de travailler sur l'étude mathématique et numérique des ondes internes dans un fluide stratifié avec application à l'océanographie. D. Bresch, M. Gisclon se proposent de continuer un travail avec G. Richard (**LEGI**-Grenoble) et C. Ruyer-Quil (**LOCIE**-USMB) sur les films ruisselants à instabilités de surface dans le cadre de l'ANR Fraise ainsi qu'un travail sur la modélisation d'un film liquide cisailé dans le cadre du projet Européen Clean Sky2 mettant en collaboration St Gobain, le **LOCIE** et le LAMA. C. Acary-Robert continuera également à travailler sur la simulation numérique de la circulation océanique côtière chilienne avec le code CROCO (ROMS). Il s'agit de construire une suite de modèles numériques avec un raffinement de maillage de plus en plus important en direction de la côte, pour l'étude de la dispersion des larves de poisson en zone côtière et identifier les zones privilégiées pour le repeuplement.

Cette collaboration s'effectue dans le cadre d'une équipe associée INRIA-PUC (Pontificia Universidad Católica de Chile). Il s'agit d'une collaboration avec A. Rousseau d'INRIA, S. Navarrete et J. Faundez, ECIM (PUC, Santiago de Chile). C. Acary-Robert se propose de continuer une étude mathématique et mécanique du comportement d'une structure en béton impactée par une avalanche (soumise à un champ de pression, variable en temps et en espace) et de son endommagement (modèle d'endommagement proposé par G. Francfort et J.J Marigo). Une mise œuvre numérique en 1D et 2D est en cours avec V. Acary d'INRIA Grenoble.

D'autres sujets importants, où l'analyse numérique joue son rôle, sont présents au sein de l'équipe **EDPs**². En terme d'interaction extrêmement fructueuse, D. Dutykh s'investit, par exemple, énormément dans une collaboration avec le CEA que ce soit autour de la modélisation de problématiques liées aux batteries ou sur la visualisation des données multi-dimensionnelles. Plus précisément, il mène avec M. Cugnet (chef de projets au CEA-Tech / LITEN / INES) un travail sur la modélisation mathématique des batteries afin d'améliorer la performance des voitures électriques. Il y a de nombreuses données sur la performance des produits existants mais il y a peu de modèles, peu de compréhension de ces données. Sur ce sujet quelque peu d'analyse numérique a été développée, mais surtout de l'électro-chimie et peu ou pas de modélisation. Il faut traduire les processus microscopiques (transport d'ions, électrons, échanges à travers la surface d'électrode) ainsi que la complexité de l'échelle microscopique dans les équations macroscopique et les quantités macroscopiques qui peuvent être mesurées. Il existe à Grenoble des outils qui permettent de photographier les atomes de Lithium. On peut faire localement un zoom extrême mais établir des lois macroscopiques, est le cœur de ce projet. Les données expérimentales sont nombreuses. M. Cugnet vient de participer à une importante conférence concernant l'industrie automobile électrique (Advanced Automotive Battery Conference Europe). Le travail entrepris par D. Dutykh avec le CEA (la thèse de B. Colange et le travail avec S. Lespinats (CEA/DTS/INES)), ne comprend pas du tout d'EDPs. Il s'agit d'un travail de réduction de dimension, de visualisation des données et de compréhension des données, dont le but est de trouver une structure cachée dans les données dans un espace de plus ou moins grande dimension (la dimension varie entre 6 - 24 - 1024 suivant le problème). Ce sont des méthodes de mapping ou de production/construction de cartes. D. Dutykh propose également de continuer à s'investir avec l'INES et le CEA autour des méthodes numériques pour la prédiction du transfert de chaleur et d'humidité au travers de milieux poreux. Il a également encadré plusieurs doctorant-es sur les sujets sus-mentionnés et a déjà publié plusieurs articles ainsi qu'un dépôt de brevet en cours de finition.

15. ANNEXE 5 - Produits et activités de la recherche de l'équipe EDPs²

15.1 Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique de l'équipe EDPs²

15.1.1. *Journaux, revues*

Articles publiés dans des revues à comité de lecture - Équipe EDPs²

- [1] D. ABBASZADEH, A. Bresch, D. DESJARDINS et E. GRENIER. Asymptotic production behavior in waterflooded oil reservoirs : Decline curves on a simplified model. *Eur. J. Mech. B/Fluid*, (43):131–134, 2014.
- [2] M. ABDYKARIM, J. BERGER, D. DUTYKH, L. SOUDANI et A. AGBOSSOU. Critical assessment of efficient numerical methods for a long-term simulation of heat and moisture transfer in porous materials. *Int. J. Therm. Sci.*, Accepted:1–35, 2019.
- [3] Bilal AL TAKI. Global well posedness for the ghost effect system. *Commun. Pure Appl. Anal.*, 16(1):345–368, 2017.
- [4] Aurélien ALFONSI, Céline LABART et Jérôme LELONG. Stochastic Local Intensity Loss Models with Interacting Particle Systems. *Mathematical Finance*, 26(2):366–394, avril 2016.
- [5] K. AMMARI et S. GERBI. Interior feedback stabilization of wave equations with dynamic boundary delay. *ZAA-Zeitschrift für Analysis und ihre Anwendungen*, 36(3):297–327, 2017.
- [6] J. BERGER, T. BUSSER, D. DUTYKH et N. MENDES. On the estimation of moisture permeability and advection coefficients of a wood fibre material using the optimal experiment design approach. *Experimental Thermal and Fluid Science*, 90:246–259, jan 2018.

- [7] J. BERGER, T. BUSSE, D. DUTYKH et N. MENDES. An efficient method to estimate sorption isotherm curve coefficients. *Inv. Prob. Sci. and Eng.*, 27(6):735–772, jun 2019.
- [8] J. BERGER et D. DUTYKH. Evaluation of the reliability of building energy performance models for parameter estimation. *Computational technologies*, 24(3):4–32, 2019.
- [9] J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. On the optimal experiment design for heat and moisture parameter estimation. *Exp. Therm. Fluid Sci.*, 81:109–122, feb 2017.
- [10] J. BERGER, D. DUTYKH, N. MENDES et B. RYSBAIULY. A new model for simulating heat, air and moisture transport in porous building materials. *Int. J. Heat Mass Transf.*, 134:1041–1060, may 2019.
- [11] J. BERGER, S. GASPARIN, D. DUTYKH et N. MENDES. Accurate numerical simulation of moisture front in porous material. *Building and Environment*, 118:211–224, jun 2017.
- [12] J. BERGER, S. GASPARIN, D. DUTYKH et N. MENDES. On the Solution of Coupled Heat and Moisture Transport in Porous Material. *Transport in Porous Media*, 121(3):665–702, feb 2018.
- [13] J. BERGER, S. GASPARIN, D. DUTYKH et N. MENDES. On the comparison of three numerical methods applied to building simulation : finite-differences, RC circuit approximation and a spectral method. *Building Simulation*, pages 1–32, 2019.
- [14] J. BERGER, H. LE MEUR, D. DUTYKH, D. M. NGUYEN et A.-C. GRILLET. Analysis and improvement of the VTT mold growth model : Application to bamboo fiberboard. *Building and Environment*, 138:262–274, jun 2018.
- [15] Julien BERGER, Suelen GASPARIN, Marx CHHAY et Nathan MENDES. Estimation of temperature-dependent thermal conductivity using proper generalised decomposition for building energy management. *Journal of Building Physics*, 40(3):235–262, 2016.
- [16] B. BOGOSEL, D. BUCUR et A. GIACOMINI. Optimal shapes maximizing the Steklov eigenvalues. *SIAM J. Math. Anal.*, 49(2):1645–1680, 2017.
- [17] Benjamin BOGOSEL. The method of fundamental solutions applied to boundary eigenvalue problems. *J. Comput. Appl. Math.*, 306:265–285, 2016.
- [18] Benjamin BOGOSEL. A geometric proof of the Siebeck-Marden theorem. *Amer. Math. Monthly*, 124(5):459–463, 2017.
- [19] Benjamin BOGOSEL. The Steklov spectrum on moving domains. *Appl. Math. Optim.*, 75(1):1–25, 2017.
- [20] Benjamin BOGOSEL, Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. Phase field approach to optimal packing problems and related cheeger clusters. *Applied Mathematics and Optimization (accepted)*, 2018.
- [21] Benjamin BOGOSEL et Édouard OUDET. Qualitative and numerical analysis of a spectral problem with perimeter constraint. *SIAM J. Control Optim.*, 54(1):317–340, 2016.
- [22] Benjamin BOGOSEL et Bozhidar VELICHKOV. A multiphase shape optimization problem for eigenvalues : qualitative study and numerical results. *SIAM J. Numer. Anal.*, 54(1):210–241, 2016.
- [23] O. BONNEFON, J. COVILLE, J. GARNIER, F. HAMEL et L. ROQUES. The spatio-temporal dynamics of neutral genetic diversity. *Ecol. Complexity*, 20:282–292, 2014.
- [24] O. BONNEFON, J. COVILLE, J. GARNIER et L. ROQUES. Inside dynamics of solutions of integro-differential equations. *Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. B*, 19(10):3057–3085, 2014.
- [25] E. BOUIN, J. GARNIER, C. HENDERSON et F. PATOUT. Thin front limit of an integro-differential fisher-kpp equation with fat-tailed kernels. *SIAM Journal on Mathematical Analysis*, 50(3):3365–3394, 2018.
- [26] C. BOURDARIAS, M. ERSOY et S. GERBI. Unsteady flows in non uniform closed water pipes : a full kinetic approach. *Numerische Mathematik*, 128(2):217–263, 2014.
- [27] C. BOURDARIAS, S. GERBI et R. LTEIF. A numerical scheme for an improved green-naghdi model in the camassa-holm regime for the propagation of internal waves. *Computers & Fluids*, 156:283–304, 2017.
- [28] C. BOURDARIAS, M. GISCLON et S. JUNCA. Fractional bv spaces and first applications to scalar conservation laws. *Journal of Hyperbolic Differential Equations*, 11(4):655–677, 2014.

- [29] C. BOURDARIAS, M. GISCLON, S. JUNCA et Y.-J. PENG. Eulerian and Lagrangian formulations in BV^s for gas-solid chromatography. *Communications in Mathematical Sciences*, 14(6):1665–1685, 2016.
- [30] C. E. BRÉHIER, P.-E. CHAUDRU DE RAYNAL, V. LEMAIRE, F. PANLOUP et C. REY. Numerical methods for stochastic differential equations : two examples. *ESAIM : ProcS*, 51:272–292, 2015.
- [31] D. BRESCH, M. COLIN, K. MSHEIK, P. NOBLE et X. SONG. BD entropy and Bernis-Friedman entropy. *C.R. Acad Sciences Maths*, (357):1–6, 2019.
- [32] D. BRESCH, F. COUDERC, P. NOBLE et J.-P. VILA. A generalization of the quantum bohm identity : hyperbolic cfl condition for euler-kortewe equations. *C.R. Acad. Sciences Maths*, (354):39–43, 2016.
- [33] D. BRESCH, B. DESJARDINS et E. ZATORSKA. Two-velocity hydrodynamics in fluid mechanics, part ii : Existence of global κ -entropy solutions to compressible Navier-Stokes system with degenerate viscosities. *J. Math Pures Appl.*, (104):801–836, 2015.
- [34] D. BRESCH, V. GIOVANGIGLI et E. ZATORSKA. Two-velocity hydrodynamics in fluid mechanics, part i : Well posedness for zero Mach number systems. *J. Math Pures Appl.*, (104):762–800, 2015.
- [35] D. BRESCH, M. GISCLON et I. LACROIX-VIOLET. On Navier-Stokes-Korteweg and Euler-Korteweg systems : Applications to quantum fluids models. *Arch Rational Mech Anal. (accepted)*, 2019.
- [36] D. BRESCH et M. HILLAIRET. A compressible multifluid system with new physical relaxations terms. *À paraître dans Ann. Sci. Éc. Norm. Supér.*, 2019.
- [37] D. BRESCH et P.-E. JABIN. Global weak solutions of pdes for compressible media : A compactness criterion to cover new physical situations. *Springer INdAM Serie, special issue dedicated to G. Metivier, Edf Colombini, D. Del Santo, D. Lannes*, pages 33–54, 2017.
- [38] D. BRESCH et P.-E. JABIN. Global existence of weak solutions for compressible Navier-Stokes equations : Thermodynamical unstable pressure and anisotropic viscous stress tensor. *Annals of Maths*, (188):577–684, 2018.
- [39] D. BRESCH et P.-E. JABIN. Quantitative regularity estimates for advective equation with anelastic degenerate constraint. *Proceedings ICM Brazil 2018*, 2018.
- [40] D. BRESCH, P. B. MUCHA et E. ZATORSKA. Finite-energy solutions for compressible two-fluid stokes system. *Arch Rational Mech Anal.*, 2018.
- [41] D. BRESCH, P. NOBLE et J.-P. VILA. Relative entropy for compressible Navier-Stokes equations with density dependent viscosities and applications. *C.R. Acad. Sciences Maths*, (354):45–49, 2016.
- [42] D. BRESCH, P. NOBLE et J.-P. VILA. Relative entropy for compressible Navier- Stokes equations with density dependent viscosities and applications. *ESAIM Proc and Surveys*, (58):40–57, 2017.
- [43] D. BRESCH, C. PERRIN et E. ZATORSKA. Singular limit of Navier-Stokes system leading to a free/congested zones two phase model. *C.R. Acad. Sciences Maths.*, (352):685–690, 2014.
- [44] D. BRESCH et C. PRANGE. Newtonian limit for weakly viscoelastic fluid flows. *SIAM J. Math. Anal.*, pages 1126–1159, 2014.
- [45] D. BRESCH et M. RENARDY. Development of congestion in compressible flow with singular pressure. *Asymptotic Analysis*, (103):95–101, 2017.
- [46] Ph. BRIAND et C. LABART. Simulation of BSDEs by Wiener chaos expansion. *Ann. Appl. Probab.*, 24(3):1129–1171, 2014.
- [47] Philippe BRIAND, Romuald ELIE et Ying HU. BSDEs with mean reflexion. *Ann. Appl. Probab.*, 28(1):482–510, 2018.
- [48] D. BUCUR et B. VELICHKOV. A free boundary approach to shape optimization problems. *Philos. Trans. Roy. Soc. A*, 373(2050):20140273, 15, 2015.
- [49] Dorin BUCUR, Giuseppe BUTTAZZO et Carlo NITSCH. Symmetry breaking for a problem in optimal insulation. *J. Math. Pures Appl. (9)*, 107(4):451–463, 2017.
- [50] Dorin BUCUR, Giuseppe BUTTAZZO et Carlo NITSCH. Two optimization problems in thermal insulation. *Notices Amer. Math. Soc.*, 64(8):830–835, 2017.
- [51] Dorin BUCUR, Giuseppe BUTTAZZO et Bozhidar VELICHKOV. Spectral optimization problems for potentials and measures. *SIAM J. Math. Anal.*, 46(4):2956–2986, 2014.

- [52] Dorin BUCUR, Vincenzo FERONE, Carlo NITSCH et Cristina TROMBETTI. The quantitative Faber-Krahn inequality for the Robin Laplacian. *J. Differential Equations*, 264(7):4488–4503, 2018.
- [53] Dorin BUCUR, Vincenzo FERONE, Carlo NITSCH et Cristina TROMBETTI. Weinstock inequality in higher dimensions. *à paraître dans J. Diff. Geom.* [arXiv:1710.04587](https://arxiv.org/abs/1710.04587), 2019.
- [54] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. On the honeycomb conjecture for Robin Laplacian eigenvalues. *Communications in Contemporary Mathematics (accepted)*, 0(0):1850007, 0.
- [55] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. Lower bounds for the Prékopa-Leindler deficit by some distances modulo translations. *J. Convex Anal.*, 21(1):289–305, 2014.
- [56] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. Blaschke-Santaló and Mahler inequalities for the first eigenvalue of the Dirichlet Laplacian. *Proc. Lond. Math. Soc. (3)*, 113(3):387–417, 2016.
- [57] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. A Faber-Krahn inequality for the Cheeger constant of N -gons. *J. Geom. Anal.*, 26(1):88–117, 2016.
- [58] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. Reverse Faber-Krahn and Mahler inequalities for the Cheeger constant. *Proc. Roy. Soc. Edinburgh Sect. A*, 148(5):913–937, 2018.
- [59] Dorin BUCUR, Ilaria FRAGALÀ et Alessandro GIACOMINI. Optimal partitions for Robin Laplacian eigenvalues. *Calc. Var. Partial Differential Equations*, 57(5):Art. 122, 18, 2018.
- [60] Dorin BUCUR, Ilaria FRAGALÀ, Bozhidar VELICHKOV et Gianmaria VERZINI. On the honeycomb conjecture for a class of minimal convex partitions. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 370(10):7149–7179, 2018.
- [61] Dorin BUCUR et Alessandro GIACOMINI. Faber-Krahn inequalities for the Robin-Laplacian : a free discontinuity approach. *Arch. Ration. Mech. Anal.*, 218(2):757–824, 2015.
- [62] Dorin BUCUR et Alessandro GIACOMINI. The Saint-Venant inequality for the Laplace operator with Robin boundary conditions. *Milan J. Math.*, 83(2):327–343, 2015.
- [63] Dorin BUCUR et Alessandro GIACOMINI. Shape optimization problems with Robin conditions on the free boundary. *Ann. Inst. H. Poincaré Anal. Non Linéaire*, 33(6):1539–1568, 2016.
- [64] Dorin BUCUR, Alessandro GIACOMINI et Paola TREBESCHI. The Robin-Laplacian problem on varying domains. *Calc. Var. Partial Differential Equations*, 55(6):Art. 133, 29, 2016.
- [65] Dorin BUCUR et Antoine HENROT. A new isoperimetric inequality for elasticae. *J. Eur. Math. Soc. (JEMS)*, 19(11):3355–3376, 2017.
- [66] Dorin BUCUR et Antoine HENROT. Maximization of the second non-trivial neumann eigenvalue. *Acta Math. (accepted)*, 2019.
- [67] Dorin BUCUR et Stephan LUCKHAUS. Monotonicity formula and regularity for general free discontinuity problems. *Arch. Ration. Mech. Anal.*, 211(2):489–511, 2014.
- [68] Dorin BUCUR et Dario MAZZOLENI. A surgery result for the spectrum of the Dirichlet Laplacian. *SIAM J. Math. Anal.*, 47(6):4451–4466, 2015.
- [69] Dorin BUCUR, Dario MAZZOLENI, Aldo PRATELLI et Bozhidar VELICHKOV. Lipschitz regularity of the eigenfunctions on optimal domains. *Arch. Ration. Mech. Anal.*, 216(1):117–151, 2015.
- [70] Dorin BUCUR et Bozhidar VELICHKOV. Multiphase shape optimization problems. *SIAM J. Control Optim.*, 52(6):3556–3591, 2014.
- [71] J.-G. CAPUTO et D. DUTYKH. Nonlinear waves in networks : model reduction for sine-Gordon. *Phys. Rev. E*, 90:022912, 2014.
- [72] J.-G. CAPUTO, D. DUTYKH et B. GLEYSE. Coupling conditions for the nonlinear shallow water equations in forks. *Symmetry*, 11(3):434, 2019.
- [73] F. CARBONE, D. DUTYKH et G. A. EL. Macroscopic dynamics of incoherent soliton ensembles : Soliton gas kinetics and direct numerical modelling. *EPL (Europhysics Letters)*, 113(3):30003, feb 2016.
- [74] P.-E. Chaudru de RAYNAL. Strong existence and uniqueness for stochastic differential equation with hölder drift and degenerate noise. *Annales de l'Institut Henri Poincaré, Probabilités et Statistiques*, 53(1):259–286, 2017.

- [75] P.-E. Chaudru de RAYNAL. Weak regularization by stochastic drift : Result and counter example. *Discrete & Continuous Dynamical Systems - A*, 38(1078-0947 2018 3 1269):1269, 2018.
- [76] P.-E. Chaudru de RAYNAL et C.A. GARCÍA TRILLOS. A cubature based algorithm to solve decoupled mckean-vlasov forward, backward stochastic differential equations. *Stochastic Processes and their Applications*, 125(5):2206 – 2255, 2015.
- [77] P.-E. Chaudru de RAYNAL, G. PAGÈS et C. REY. Numerical methods for stochastic differential equations : two examples. *ESAIM : ProcS*, 64:65–77, 2018.
- [78] J.-P. CHEHAB et D. DUTYKH. On time relaxed schemes and formulations for dispersive wave equations. *AIMS Mathematics*, Accepted:1–27, 2019.
- [79] J.-P. CHEHAB et D. DUTYKH. On time relaxed schemes and formulations for dispersive wave equations. *AIMS Mathematics*, 4(2):254–278, 2019.
- [80] M. CHHAY, D. DUTYKH et D. CLAMOND. On the multi-symplectic structure of the Serre-Green-Naghdi equations. *J. Phys. A : Math. Gen.*, 49(3):03LT01, jan 2016.
- [81] M. CHHAY, D. DUTYKH, M. GISCLON et C. RUYER-QUIL. New asymptotic heat transfer model in thin liquid films. *Appl. Math. Model.*, 48:844–859, aug 2017.
- [82] A. CHOURAQUI, C. LÉCOT et B. DJEBBAR. Quasi-Monte carlo simulation of differential equations. *Monte-Carlo Methods Appl.*, 23:265–275, 2017.
- [83] D. CLAMOND et D. DUTYKH. Multi-symplectic structure of fully nonlinear weakly dispersive internal gravity waves. *J. Phys. A : Math. Gen.*, 49(31):31LT01, aug 2016.
- [84] D. CLAMOND et D. DUTYKH. Accurate fast computation of steady two-dimensional surface gravity waves in arbitrary depth. *J. Fluid Mech.*, 844:491–518, jun 2018.
- [85] D. CLAMOND et D. DUTYKH. Non-dispersive conservative regularisation of nonlinear shallow water (and isentropic Euler equations). *Comm. Nonlin. Sci. Num. Sim.*, 55:237–247, 2018.
- [86] D. CLAMOND, D. DUTYKH et A. DURÁN. A plethora of generalised solitary gravity-capillary water waves. *J. Fluid Mech.*, 784:664–680, 2015.
- [87] D. CLAMOND, D. DUTYKH et A. GALLIGO. Algebraic method for constructing singular steady solitary waves : a case study. *Proc. R. Soc. Lond. A*, 472(2191), 2016.
- [88] D. CLAMOND, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. Conservative modified Serre–Green–Naghdi equations with improved dispersion characteristics. *Comm. Nonlin. Sci. Num. Sim.*, 45:245–257, 2017.
- [89] C. DEMAY, C. BOURDARIAS, B. de Laage de MEUX, S. GERBI et J-M HÉRARD. Numerical simulation of a compressible two-layer model : A first attempt with an implicit-explicit splitting scheme. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 346:357–377, 2017.
- [90] C. DEMAY, C. BOURDARIAS, B. de Laage de MEUX, S. GERBI et J-M HÉRARD. A splitting method adapted to the simulation of mixed flows in pipes with a compressible two-layer model. *ESAIM : M2AN, Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, à paraître 2019.
- [91] Charles DEMAY et Jean-Marc HÉRARD. A compressible two-layer model for transient gas-liquid flows in pipes. *Contin. Mech. Thermodyn.*, 29(2):385–410, 2017.
- [92] F. DIAS, D. DUTYKH, L. O'BRIEN, E. RENZI et T. STEFANAKIS. On the Modelling of Tsunami Generation and Tsunami Inundation. *Procedia IUTAM*, 10:338–355, 2014.
- [93] E. DINVAY, D. DUTYKH et H. KALISCH. A comparative study of bi-directional Whitham systems. *Applied Numerical Mathematics*, 141:248–262, 2019.
- [94] E. DINVAY, D. MOLDBAYEV, D. DUTYKH et H. KALISCH. The Whitham equation with surface tension. *Nonlinear Dynamics*, 88(2):1125–1138, apr 2017.
- [95] Roxana DUMITRESCU et Céline LABART. Numerical approximation of doubly reflected BSDEs with jumps and RCLL obstacles. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 442(1):206–243, octobre 2016.
- [96] Roxana DUMITRESCU et Céline LABART. Reflected scheme for doubly reflected BSDEs with jumps and RCLL obstacles. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 296:827–839, avril 2016.
- [97] A. DURÁN, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. On the multi-symplectic structure of Boussinesq-type systems. I : Derivation and mathematical properties. *Phys. D*, 388:10–21, jan 2019.

- [98] A. DURÁN, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. On the multi-symplectic structure of Boussinesq-type systems. II : Geometric discretization. *Phys. D*, 397:1–16, oct 2019.
- [99] D. DUTYKH et J.-G. CAPUTO. Wave dynamics on networks : Method and application to the sine-Gordon equation. *Applied Numerical Mathematics*, 131:54–71, sep 2018.
- [100] D. DUTYKH, M. CHHAY et D. CLAMOND. Numerical study of the generalised Klein-Gordon equations. *Physica D : Nonlinear Phenomena*, 304-305:23–33, 2015.
- [101] D. DUTYKH et D. CLAMOND. Efficient computation of steady solitary gravity waves. *Wave Motion*, 51(1):86–99, jan 2014.
- [102] D. DUTYKH et D. CLAMOND. Modified shallow water equations for significantly varying seabeds. *Appl. Math. Model.*, 40(23-24):9767–9787, dec 2016.
- [103] D. DUTYKH, D. CLAMOND et M. CHHAY. Serre-type equations in deep water. *Mathematical Modelling of Natural Phenomena*, 12(1), 2017.
- [104] D. DUTYKH, D. CLAMOND et D. MITSOTAKIS. Adaptive modeling of shallow fully nonlinear gravity waves. *RIMS Kôkyûroku*, 1947(4):45–65, 2015.
- [105] D. DUTYKH et O. GOUBET. Derivation of dissipative Boussinesq equations using the Dirichlet-to-Neumann operator approach. *Math. Comp. Simul.*, 127:80–93, sep 2016.
- [106] D. DUTYKH, M. HÖEFER et D. MITSOTAKIS. Solitary wave solutions and their interactions for fully nonlinear water waves with surface tension in the generalized Serre equations. *Theoretical and Computational Fluid Dynamics*, 32(3):371–397, jun 2018.
- [107] D. DUTYKH et D. IONESCU-KRUSE. Travelling wave solutions for some two-component shallow water models. *J. Diff. Eqns.*, 261(2):1099–1114, jul 2016.
- [108] D. DUTYKH et D. IONESCU-KRUSE. Effects of vorticity on the travelling waves of some shallow water two-component systems. *Discrete & Continuous Dynamical Systems - A*, 39(9):5521–5541, 2019.
- [109] D. DUTYKH et E. PELINOVSKY. Numerical simulation of a solitonic gas in KdV and KdV-BBM equations. *Phys. Lett. A*, 378(42):3102–3110, aug 2014.
- [110] D. DUTYKH et E. TOBISCH. Observation of the Inverse Energy Cascade in the modified Korteweg-de Vries Equation. *EPL*, 107:14001, 2014.
- [111] D. DUTYKH et E. TOBISCH. Direct dynamical energy cascade in the modified KdV equation. *Phys. D*, 297:76–87, mar 2015.
- [112] D. DUTYKH et J.-L. VERGER-GAUGRY. On the Reducibility and the Lenticular Sets of Zeroes of Almost Newman Lacunary Polynomials. *Arnold Mathematical Journal*, 4(3-4):315–344, dec 2018.
- [113] Denys DUTYKH. Evolution of Random Wave Fields in the Water of Finite Depth. *Procedia IUTAM*, 11:34–43, 2014.
- [114] R. FAKHEREDDINE, R. EL HADDAD, C. LÉCOT et J. EL MAALOUF. Stratified Monte-Carlo simulation of markov chains. *Math. Comput. Simul.*, 135:51–62, 2017.
- [115] F. FEDELE et D. DUTYKH. Camassa-Holm equations and vortexons for axisymmetric pipe flows. *Fluid Dynamics Research*, 46(1), 2014.
- [116] Z. I. FEDOTOVA, G. S. KHAKIMZYANOV et D. DUTYKH. Energy equation for certain approximate models of long-wave hydrodynamics. *Russ. J. Numer. Anal. Math. Modelling*, 29(3):167–178, jan 2014.
- [117] I. S. GANDZHA, Y. V. SEDLETSKY et D. DUTYKH. High-order nonlinear schr odinger equation for the envelope of slowly modulated gravity waves on the surface of finite-depth fluid and its quasi-soliton solutions. *Ukrainian Journal of Physics*, 59(12), 2014.
- [118] J. GARNIER, F. HAMEL et L. ROQUES. Transition fronts and stretching phenomena for a general class of reaction-dispersion equations. *Discrete Cont. Dyn. Sys.*, 37(2):743–756, 2017.
- [119] J. GARNIER et M. A. LEWIS. Expansion under climate change : The genetic consequences. *Bull. Math. Biol.*, 78(11):2165–2185, 2016.
- [120] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. Advanced Reduced-Order Models for Moisture Diffusion in Porous Media. *Transport in Porous Media*, pages 1–30, jun 2018.

- [121] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. An adaptive simulation of nonlinear heat and moisture transfer as a boundary value problem. *International Journal of Thermal Sciences*, 133:120–139, nov 2018.
- [122] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. An improved explicit scheme for whole-building hygrothermal simulation. *Building Simulation*, 11(3):465–481, jun 2018.
- [123] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. Stable explicit schemes for simulation of nonlinear moisture transfer in porous materials. *J. Building Perf. Simul.*, 11(2):129–144, 2018.
- [124] S. GASPARIN, J. BERGER, D. DUTYKH et N. MENDES. Solving nonlinear diffusive problems in buildings by means of a Spectral reduced-order model. *Journal of Building Performance Simulation*, 12(1):17–36, jan 2019.
- [125] S. GASPARIN, D. DUTYKH et N. MENDES. A spectral method for solving heat and moisture transfer through consolidated porous media. *Int. J. Num. Meth. in Eng.*, 117(11):1143–1170, mar 2019.
- [126] Suelen GASPARIN, Marx CHHAY, Julien BERGER et Nathan MENDES. A hybrid analytical numerical method for computing coupled temperature and moisture content fields in porous soils. *Journal of Building Physics*, 42(1):68–94, 2018.
- [127] Christel GEISS et Céline LABART. Simulation of BSDEs with jumps by Wiener Chaos Expansion. *Stochastic Processes and their Applications*, 126(7):2123–2162, 2016.
- [128] Christel GEISS, Céline LABART et Antti LUOTO. Random walk approximation of BSDEs with Hölder continuous terminal condition. *to appear in Bernoulli*, [arXiv:01818668](https://arxiv.org/abs/01818668), 2019.
- [129] M. GISCLON et I. LACROIX-VIOLET. About the barotropic compressible quantum Navier-Stokes equations. *Nonlinear Analysis : theory, Methods and Applications*, 128:106–121, 2015.
- [130] M. GISCLON et M. RAIBAUT. Optique et mathématiques. *Bulletin Vert de l'APMEP*, (521):562–571, 2016.
- [131] M. HUNT et D. DUTYKH. Visco-potential flows in electrohydrodynamics. *Physics Letters, Section A : General, Atomic and Solid State Physics*, 378(24-25):1721–1726, 2014.
- [132] S. JENOUVRIER, J. GARNIER, F. PATOUT et L. DESVILLETES. Influence of dispersal processes on the global dynamics of emperor penguin, a species threatened by climate change. *Biol. Conserv.*, 212:63–73, 2017.
- [133] A. JUMABEKOVA, J. BERGER, D. DUTYKH, H. LE MEUR, A. FOUCQUIER, M. PAILHA et Ch. MÉNÉZO. An efficient numerical model for liquid water uptake in porous material and its parameter estimation. *Numerical Heat Transfer, Part A : Applications*, 75(2):110–136, jan 2019.
- [134] G. KHAKIMZYANOV et D. DUTYKH. On supraconvergence phenomenon for second order centered finite differences on non-uniform grids. *J. Comp. Appl. Math.*, 326:1–14, dec 2017.
- [135] G. S. KHAKIMZYANOV et D. DUTYKH. Numerical Modelling of Surface Water Wave Interaction with a Moving Wall. *Commun. Comput. Phys.*, 23(5):1289–1354, 2018.
- [136] G. S. KHAKIMZYANOV et D. DUTYKH. Long wave interaction with a partially immersed body. Part I : Mathematical models. *Comm. Comp. Phys.*, pages 1–62, 2019.
- [137] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH et Z. I. FEDOTOVA. Dispersive shallow water wave modelling. Part III : Model derivation on a globally spherical geometry. *Commun. Comput. Phys.*, 23(2):315–360, 2018.
- [138] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH, Z. I. FEDOTOVA et D. E. MITSOTAKIS. Dispersive shallow water wave modelling. Part I : Model derivation on a globally flat space. *Commun. Comput. Phys.*, 23(1):1–29, 2018.
- [139] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH et O. GUSEV. Dispersive shallow water wave modelling. Part IV : Numerical simulation on a globally spherical geometry. *Commun. Comput. Phys.*, 23(2):361–407, 2018.
- [140] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH, O. GUSEV et N. Yu. SHOKINA. Dispersive shallow water wave modelling. Part II : Numerical modelling on a globally flat space. *Commun. Comput. Phys.*, 23(1):30–92, 2018.

- [141] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH, D. MITSOTAKIS et N. Yu. SHOKINA. Numerical simulation of conservation laws with moving grid nodes : Application to tsunami wave modelling. *Geosciences*, 9(5):197, 2019.
- [142] G. S. KHAKIMZYANOV, N. Yu. SHOKINA, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. A new run-up algorithm based on local high-order analytic expansions. *J. Comp. Appl. Math.*, 298:82–96, may 2016.
- [143] P. L’ECUYER, D. MUNGER, C. LÉCOT et B. TUFFIN. Sorting methods and convergence rates for array-rqmc : some empirical comparisons. *Math. Comput. Simul.*, 143:191–201, 2017.
- [144] V. Yu. LIAPIDEVSKII et D. DUTYKH. On the velocity of turbidity currents over moderate slopes. *Fluid Dyn. Res.*, Accepted, 2019.
- [145] V. Yu. LIAPIDEVSKII, D. DUTYKH et M. GISCLON. On the modelling of shallow turbidity flows. *Advances in Water Resources*, 113:310–327, mar 2018.
- [146] Ralph LTEIF et Samer ISRAWI. Coupled and scalar asymptotic models for internal waves over variable topography. *Asymptot. Anal.*, 106(2):61–98, 2018.
- [147] N. MARCULIS, J. GARNIER, R. LUI et M. A. LEWIS. Inside dynamics for stage-structured integro-difference equations. 2018.
- [148] D. MITSOTAKIS, D. DUTYKH, A. ASSYLBEKULY et D. ZHAKEBAYEV. On weakly singular and fully nonlinear travelling shallow capillary-gravity waves in the critical regime. *Phys. Lett. A*, 381(20): 1719–1726, may 2017.
- [149] D. MITSOTAKIS, D. DUTYKH et J. CARTER. On the nonlinear dynamics of the traveling-wave solutions of the Serre system. *Wave Motion*, 70:166–182, apr 2017.
- [150] D. MITSOTAKIS, D. DUTYKH, Q. LI et E. PEACH. On some model equations for pulsatile flow in viscoelastic vessels. *Wave Motion*, 90:139–151, aug 2019.
- [151] D. MITSOTAKIS, B. ILAN et D. DUTYKH. On the Galerkin/Finite-Element Method for the Serre Equations. *J. Sci. Comput.*, 61(1):166–195, feb 2014.
- [152] D. MOLDABAYEV, H. KALISCH et D. DUTYKH. The Whitham Equation as a model for surface water waves. *Phys. D*, 309:99–107, aug 2015.
- [153] H. NERSISYAN, D. DUTYKH et E. ZUAZUA. Generation of 2D water waves by moving bottom disturbances. *IMA J. Appl. Math.*, 80(4):1235–1253, aug 2015.
- [154] Charlotte PERRIN. Pressure-dependent viscosity model for granular media obtained from compressible Navier-Stokes equations. *Appl. Math. Res. Express. AMRX*, (2):289–333, 2016.
- [155] Charlotte PERRIN et Ewelina ZATORSKA. Free/congested two-phase model from weak solutions to multi-dimensional compressible Navier-Stokes equations. *Comm. Partial Differential Equations*, 40(8):1558–1589, 2015.
- [156] Y. PU, R. L. PEGO, D. DUTYKH et D. CLAMOND. Weakly singular shock profiles for a non-dispersive regularization of shallow-water equations. *Communications in Mathematical Sciences*, 16(5):1361–1378, 2018.
- [157] A. RAFIEE, D. DUTYKH et F. DIAS. Numerical Simulation of Wave Impact on a Rigid Wall Using a Two-phase Compressible SPH Method. In *Procedia IUTAM*, volume 18, 2015.
- [158] A. RASHIDI, Z. H. SHOMALI, D. DUTYKH et N. K. F. KHAH. Evaluation of tsunami wave energy generated by earthquakes in the Makran subduction zone. *Ocean Engineering*, 165:131–139, oct 2018.
- [159] G. RICHARD, M. GISCLON, C. RUYER QUIL et J.-P. VILA. Optimization of consistent two-equation models for thin films flows. *Eur. J. Mech. B/Fluids*, 2019.
- [160] L. ROQUES, J. GARNIER et G. MARTIN. Beneficial mutation–selection dynamics in finite asexual populations : a free boundary approach. *Scientific Reports*, 7:17838, 2017.
- [161] V. SOLLICH, J. OLIVIER et D. BRESCH. Aging and linear response in the Hebraud-Lequeux model for amorphous rheology. *Phys Rev A*, (50):16, 2017.
- [162] T. S. STEFANAKIS, S. XU, D. DUTYKH et F. DIAS. Run-up amplification of transient long waves. *Quarterly of Applied Mathematics*, 73(1):177–199, 2015.

- [163] M. van den BERG et D. BUCUR. On the torsion function with Robin or Dirichlet boundary conditions. *J. Funct. Anal.*, 266(3):1647–1666, 2014.
- [164] M. van den BERG, D. BUCUR et K. GITTINS. Maximising Neumann eigenvalues on rectangles. *Bull. Lond. Math. Soc.*, 48(5):877–894, 2016.
- [165] C. VIOTTI, D. DUTYKH et F. DIAS. The Conformal-mapping Method for Surface Gravity Waves in the Presence of Variable Bathymetry and Mean Current. *Procedia IUTAM*, 11:110–118, 2014.
- [166] Laurent VUILLON, Denys DUTYKH et Francesco FEDELE. Some special solutions to the hyperbolic NLS equation. *Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul.*, 57:202–220, 2018.

15.1.2. Livres

Publication de livres - Équipe EDPs²

- [1] G. S. KHAKIMZYANOV, D. DUTYKH, Z. I. FEDOTOVA et O. GUSEV. *Dispersive shallow water wave modelling : on flat and globally spherical geometries*. Accepté pour publication par Birkhäuser, 2019.
- [2] N. MENDES, M. CHHAY, J. BERGER et D. DUTYKH. *Numerical Methods for Diffusion Phenomena in Building Physics : a practical introduction*. PUCPress 2017, 2nde édition Springer 2019.

15.1.3. Ouvrages

Articles ou chapitres publiés dans des ouvrages - Équipe EDPs²

- [1] K. AMMARI et S. GERBI. *Evolution Equations : Long Time Behavior and Control*, volume 439 de *London Mathematical Society, Lecture Note Series*. Cambridge University Press, 2017.
- [2] K. AMMARI et S. GERBI. *Trends in Control and Inverse Problems*, volume 6 de *AIMS Series on Differential Equations & Dynamical Systems*. American Institute of Mathematical Sciences, 2018.
- [3] C. BOURDARIAS, S. GERBI et R. LTEIF. A numerical scheme for the propagation of internal waves in an oceanographic model. In Clément CANCÈS et Pascal OMNES, éditeurs. *Finite Volumes for Complex Applications VIII - Hyperbolic, Elliptic and Parabolic Problems : FVCA 8, Lille, France, June 2017*, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, pages 101–108, Cham, 2017. Springer International Publishing.
- [4] C. BOURDARIAS, S. GERBI et V. WINCKLER. Latest developments of a mixed flows software in hydroelectric conduits with temporary flows (FlowMix). In Comité Français des Barrages et Réservoirs & Société Hydrotechnique de FRANCE, éditeur. *Colloque CFBR-SHF : “Hydraulique des barrages et des digues”*, pages 503–514, 2017.
- [5] C. BOURDARIAS, S. GERBI et V. WINCKLER. Numerical simulation of mixed flows in hydroelectric circuits with temporary flows flowmix software. In Caignaert G. GOURBESVILLE P., Cunge J., éditeur. *Advances in Hydroinformatics*, pages 913–929, 2018.
- [6] D. BRESCH et B. DESJARDINS. Weak solutions with density dependent viscosities. In *Handbook of Mathematical analysis in mechanics of viscous fluids*. Eds Y. Giga et A. Novotny, pages 1547–1599. Springer, 2017.
- [7] D. BRESCH et B. DESJARDINS. Quantitative regularity estimates for compressible transport equations. In *New trends and results in Mathematical description of fluid flows*, Necas center series, pages 77–113. Springer Nature Switzerland AG, 2018.
- [8] D. BRESCH, B. DESJARDINS, J.-M. GHIDAGLIA, E. GRENIER et M. HILLAIRET. Multifluid models including compressible fluids. In *Handbook of Mathematical analysis in mechanics of viscous fluids*. Eds Y. Giga et A. Novotny, pages 1–52. Springer, 2017.
- [9] Dorin BUCUR. Existence results. In *Shape optimization and spectral theory*, pages 13–28. De Gruyter Open, Warsaw, 2017.
- [10] Dorin BUCUR, Pedro FREITAS et James KENNEDY. The Robin problem. In *Shape optimization and spectral theory*, pages 78–119. De Gruyter Open, Warsaw, 2017.

- [11] D. CLAMOND et D. DUTYKH. Modeling water waves beyond perturbations. *In* E. TOBISCH, éditeur. *New Approaches to Nonlinear Waves*, volume 908, pages 197–210. Springer, Cham, Heidelberg, 2016.
- [12] C. DEMAY, C. BOURDARIAS, B. de Laage de MEUX, S. GERBI et J-M HÉRARD. A fractional step method to simulate mixed flows in pipes with a compressible two-layer model. *In* Clément CANCÈS et Pascal OMNES, éditeurs. *Finite Volumes for Complex Applications VIII - Hyperbolic, Elliptic and Parabolic Problems : FVCA 8, Lille, France, June 2017*, Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, pages 33–41, Cham, 2017. Springer International Publishing.
- [13] A. DURÁN, D. DUTYKH et D. MITSOTAKIS. Peregrine’s System Revisited. *In* N. ABCHA, E. N. PELINOVSKY et I. MUTABAZI, éditeurs. *Nonlinear Waves and Pattern Dynamics*, pages 3–43. Springer International Publishing, Cham, 2018.
- [14] C. LÉCOT et A. TARHINI. A quasi Monte-Carlo method for the coagulation equation. *In* G. LARCHER, F. PILLICHSHAMMER, A. WINTERHOF et C. XING, éditeurs. *Applied Algebra and Number Theory*, pages 216–234. Cambridge University Press, 2014.
- [15] N. MENDES, M. CHHAY, J. BERGER et D. DUTYKH. *Numerical methods for diffusion phenomena in building physics*. PUCP Press, Curitiba, Parana, 1 édition, 2017.
- [16] L ROQUES, J-P ROSSI, H BERESTYCKI, J ROUSSELET, J GARNIER, J-M ROQUEJOFFRE, L ROSSI, S SOUBEYRAND et C ROBINET. *Modeling the Spatio-temporal Dynamics of the Pine Processionary Moth*, pages 227–263. Springer Netherlands, 2015.

15.1.4. *Colloques, congrès, séminaires*

Articles publiés dans des actes de colloques - Équipe EDPs²

- [1] M. ABDYKARIM, J. BERGER, D. DUTYKH et A. AGBOSSOU. Efficient Numerical Method For Long Term Simulation Of Insulated Wall. *In Building Simulation Conference Proceedings*, pages 1–8, Rome, Italy, 2019. IBPSA.
- [2] Dorin BUCUR et Pedro FREITAS. A free boundary approach to the Faber-Krahn inequality. *In Geometric and computational spectral theory*, volume 700 de *Contemp. Math.*, pages 73–86. Amer. Math. Soc., Providence, RI, 2017.
- [3] F. CARBONE, D. DUTYKH, J. M. DUDLEY et F. DIAS. Extreme wave run-up on a vertical cliff. *In Zbornik radova konferencije MIT 2013*, pages 99–103, Beograd, Serbira, 2014. Prirodno matematički fakultet Uiverziteta u Pristini.
- [4] M. CHHAY, D. DUTYKH, M. GISCLON et C. RUYER-QUIL. Modélisation mathématiques des films minces. *In Congrès Français de Mécanique*, Lyon, France, 2015. Association Française de Mécanique.
- [5] D. CLAMOND et D. DUTYKH. A Non-Hydrostatic Non-Dispersive Shallow Water Model. *In Advances in Hydroinformatics*, pages 189–196. Springer Singapore, Singapore, 2014.
- [6] D. CLAMOND, D. DUTYKH et A. GALLIGO. Computer Algebra Applied to a Solitary Waves Study. *In Proceedings of the 2015 ACM on International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation - ISSAC ’15*, pages 125–132, New York, USA, 2015. ACM Press.
- [7] I. DIDENKULOVA, D. DUTYKH et D. SENICHEV. Statistics for long wave run-up on a slopping beach : theoretical predictions and experimental data. *In 15th Plinius Conference on Mediterranean Risks*, page 38, Giardini Naxos, Italy, 2016. Plinius Conference Abstracts.
- [8] I. DIDENKULOVA, D. SENICHEV et D. DUTYKH. Statistics for long irregular wave run-up on a plane beach from direct numerical simulations. *In European Geosciences Union*, page 19133, Vienna, Austria, 2017. Geophysical Research Abstracts.
- [9] D. DUTYKH et J.-G. CAPUTO. Sine-Gordon dynamics on graphs. *In O. O. KOCHUBEY, éditeur. Applied problems of the fluid mechanics and heat and mass transfer*, pages 29–31. Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk, Ukraine, 2014.
- [10] D. DUTYKH et D. CLAMOND. Modified Shallow Water Equations for Mild-slope Seabeds. *In The 29th International Workshop on Water Waves and Floating Bodies*, pages 1–4, Osaka, Japan, 2014.
- [11] A. GALLIGO, D. DUTYKH et D. CLAMOND. On detection of solitary waves, using phase diagrams and real discriminant. *In Encuentros de Algebra Computacional y aplicaciones*, pages 119–122. Barcelona, Spain, 2014.

- [12] H. GEOFFROY, J. BERGER, B. COLANGE, S. LESPINATS, D. DUTYKH, C. BUHE et G. SAUCE. Use Of Multidimensional Scaling For Fault Detection Or Monitoring Support In A Continuous Commissioning. *In IBPSA Conference Proceedings*, pages 1–8, Rome, Italy, 2019. IBPSA.
- [13] M. GISCLON, M. CHHAY, D. DUTYKH et C. RUYER-QUIL. Modélisation mathématique des films minces avec applications aux transferts de chaleur. *In Congrès Français de Mécanique*, Lille, France, 2017. Association Française de Mécanique.
- [14] V. GUINOT, D. CLAMOND et D. DUTYKH. Finite Volume Implementation of Non-Dispersive, Non-Hydrostatic Shallow Water Equations. *In Advances in Hydroinformatics*, pages 197–206. Springer Singapore, Singapore, 2014.
- [15] D. SENICHEV, I. DIDENKULOVA et D. DUTYKH. Study of statistics of random wave runup on a beach using direct numerical simulations. *In Proceedings of the 23rd International scientific conference "Information Systems and Technologies" (IST-2017)*, pages 1001–1006, Nizhny Novgorod, Russia, 2017.

15.1.5. *Articles soumis*

Articles soumis dans des revues à comité de lecture - Équipe EDPs²

- [1] C. ACARY-ROBERT, P. BRIAND, A. GHANNOUM et C. LABART. Simulation of McKean-Vlasov BSDEs by Wiener chaos expansion. *Stochastic Processes and their Applications*, 2019.
- [2] C. BOURDARIAS, M. GISCLON et S. JUNCA. Kinetic formulation of a 2×2 hyperbolic system arising in gas chromatography. [hal-01471783](#), 2017.
- [3] D. BRESCH, D. LANNES et G. MÉTIVIER. Waves interaction with a partially immersed obstacle in the Boussinesq regime. [arXiv:1902.04837](#), 2019.
- [4] D. BRESCH, S. NECASOVA et C. PERRIN. Compression effects in heterogeneous media. [arXiv:1807.06360](#), 2018.
- [5] D. BRESCH, A. VASSEUR et C. YU. Global existence of entropy-weak solutions to the compressible Navier-Stokes equations with non-linear density dependent viscosities. [arXiv:1905.02701](#), 2019.
- [6] Ph. BRIAND, P.-É. CHAUDRU DE RAYNAL, A. GUILLIN et C. LABART. Particles systems and numerical schemes for mean reflected stochastic differential equations. [arXiv:1612.06886](#), 2016. Submitted.
- [7] Philippe BRIAND, Abir GHANNOUM et Céline LABART. Mean reflected stochastic differential equations with jumps. [arXiv:1803.10165](#), 2018.
- [8] Philippe BRIAND et Hélène HIBON. Particles systems for mean reflected BSDEs. [arXiv:1712.07385](#), 2017. Submitted.
- [9] Philippe BRIAND et Adrien RICHOU. On the uniqueness of solutions to quadratic BSDEs with non-convex generators. [arXiv:1801.00157](#), 2018.
- [10] Dorin BUCUR et Simone CITO. Geometric control of the robin laplacian eigenvalues : the case of negative boundary parameter. [CVGMT 4062](#), 2018.
- [11] Dorin BUCUR, Vincenzo FERONE, Carlo NITSCH et Cristina TROMBETTI. A sharp estimate for the first robin-laplacian eigenvalue with negative boundary parameter. [arXiv:1810.06108](#), 2018.
- [12] Dorin BUCUR et Ilaria FRAGALÀ. Proof of the honeycomb asymptotics for optimal cheeger clusters. [CVGMT 3505](#), 2017.
- [13] Dorin BUCUR, Ilaria FRAGALÀ et Alessandro GIACOMINI. Local minimality results for the mumford-shah functional via monotonicity. [CVGMT 4064](#), 2018.
- [14] Dorin BUCUR, Ilaria FRAGALÀ et Alessandro GIACOMINI. Multiphase free discontinuity problems : Monotonicity formula and regularity results. [CVGMT 4065](#), 2018.
- [15] Dorin BUCUR, Ilaria FRAGALÀ et Alessandro GIACOMINI. The multiphase mumford-shah problem. [CVGMT 4184](#), 2019.
- [16] Dorin BUCUR et Alessandro GIACOMINI. Minimization of the k-th eigenvalue of the robin laplacian. [CVGMT 3351](#), 2017.

- [17] Dorin BUCUR, Alessandro GIACOMINI et Paola TREBESCHI. Best constant in poincaré inequalities with traces : a free discontinuity approach. 2019.
- [18] V CALVEZ, J GARNIER et F PATOUT. A quantitative genetics model with sexual mode of reproduction in the regime of small variance. *arXiv:1811.01779*, 2018.
- [19] P.-E. Chaudru de RAYNAL. Strong well-posedness of mckean-vlasov stochastic differential equation with Hölder drift. *arXiv:1512.08096*, 2015.
- [20] P.-E. Chaudru de RAYNAL et N. FRIKHA. Well-posedness for some non-linear diffusion processes and related pde on the wasserstein space. *arXiv:1811.06904*, 2018.
- [21] P.-E. Chaudru de RAYNAL, I. HONORÉ et S. MENOZZI. Sharp Schauder estimate for some degenerate Kolmogorov equation. *arXiv:1810.12227*, 2018.
- [22] P.-E. Chaudru de RAYNAL, I. HONORÉ et S. MENOZZI. Strong regularization by brownian noise propagating through weak Hörmander structure. *arXiv:1810.12225*, 2018.
- [23] P.-E. Chaudru de RAYNAL et S. MENOZZI. Regularization effects of a noise propagating through a chain of differential equations : an almost sharp result. *arXiv:1710.03620*, 2017.
- [24] Christel GEISS, Céline LABART et Antti LUOTO. L^2 -Approximation rate of forward-backward SDEs using random walk. *hal-01838449*, juillet 2018. working paper or preprint.
- [25] Hélène HIBON, Ying HU, Yiqing LIN, Peng LUO et Falei WANG. Quadratic BSDEs with mean reflection. *arXiv:1705.09852*, 2017.
- [26] Hélène HIBON, Ying HU et Shanjian TANG. Mean-field type quadratic BSDEs. *arXiv:1708.08784*, 2017.
- [27] Michiel Van den BERG et Dorin BUCUR. Sign changing solutions of poisson’s equation. *arXiv:1804.00903*, 2018.

15.1.6. *Produits et outils informatiques*

- S. Gerbi et C. Bourdarias en collaboration avec EDF, Centre d’Ingénierie Hydraulique, Le Bourget du Lac, ont participé à l’écriture du code industriel **FlowMix**, version actuelle 2.0.5 datée de juin 2018.
- C. Labart a participé au développement du logiciel **Premia** qui est une plateforme de pricing de produits financiers développée par l’équipe MathRisk de l’INRIA Paris-Rocquencourt, dont le consortium est composée de plusieurs banques d’investissement (Crédit Agricole Corporate & Investment Bank, Natixis,...).
- D. Dutykh a participé à la création d’un script **SolitaryWave** pour le calcul ultra rapide et avec précision arbitrairement haute des ondes solitaires de la frontière libre des équations d’Euler.

15.1.7. *Activités éditoriales*

Les membres de l’équipe EDPs² sont membres de **6 comités éditoriaux**. Plus précisément D. Bresch est éditeur associé à *Methods and Applications of Analysis* (International Press) depuis 2006, *Annales Mathématiques Blaise Pascal* depuis 2013 et *Lecture Notes in Mathematical Fluid Mechanics* (Springer) depuis 2016. P. Briand est éditeur associé de *Statistics & Probability Letters* (Elsevier) depuis 2016. D. Bucur est éditeur associé de *Interfaces and free boundaries* (European Mathematical Society) depuis 2014. D. Dutykh est éditeur associé de la revue *Journal of Ocean Engineering and Marine Energy*, C. Lécot est rédacteur en chef de la revue *Mathematics and Computers in Simulation* (Elsevier).

15.1.8. *Activité d’évaluation*

Responsabilités au sein des instances d’évaluation. P. Briand a été en 2016–2018 délégué scientifique HCERES, membre du CNU 26 en 2015–2016. D. Bresch est président du comité national section 41 depuis octobre 2016.

Evaluations des laboratoires et des projets de recherche. Les membres de l’équipe ont participé à des évaluations pour l’HCERES (IRMA Strasbourg, l’Institut Mathématique de Bourgogne, Reims,

LJLL, Paris Descartes, CMLS, IHES), ANR, ERC, MOPGA Anvur Italie, Croatian Science Foundation, Polish Academy of Sciences, Fonds de recherche Suisse, FNRS : Fond de la Recherche Scientifique de la communauté francophone Belge, Fonds de recherche du Québec, Fond Scientifique Autrichien (FWF), MIUR Italie, Irish Research Council, KAUST Research Proposals, Marie Curie COFUND, Oregon Sea Grant, Projets AGIR-Grenoble-Alpes, Projets Sorbonne-Paris-USPC, Idex programme Université de Strasbourg, pilot program of research evaluation at Charles University Prague, National Science Center Poland, Capes-Cofecub, ECOS SUD CHILI, Momentum CNRS.

D. Bresch a rédigé **19** rapports de thèse depuis 2014, **3** rapports d’habilitation et a participé à **6** jurys de thèse sans rapport.

P. Briand a participé à **5** jurys de thèse et rédigé **4** rapports, il a participé à **1** jury d’habilitation et rédigé **1** rapport pour cette habilitation.

D. Bucur a participé à **4** jury d’habilitation, a rédigé **4** rapports de thèses et participé à **5** jurys de thèse depuis 2014.

Activité d’évaluation d’articles, ouvrages scientifiques. Participation à Mathematical Reviews, évaluation d’articles pour les revues suivantes : *Inventiones, Duke Math. J., Calc. Var and PDEs, Annals of Applied Probability, SIAM J Math Anal, J. of Diff. Eq., J. of Funct. Anal., Annales de l’Institut Fourier, DCDS-Serie A, Nonlinearity, J. Dyn. Diff. Eq., Proc. of the Royal Soc. A., J. Evolution Equations, Arch. Ration. Mech. Anal., SIAM J. on Imaging Sc., Applicable Analysis, Interfaces and free boundaries, ZAMP, Ann. Mat Pura ed Appl., Stochastic Processes and Their Applications (SPA), Mathematical Finance, Bulletin des Sciences Mathématiques, Mathematics of computation, Journal of Computational Finance, SIAM Finance, SIAM Numerical Analysis, SIAM Scientific Computing, International Journal of Theoretical and Applied Finance (IJTAF), Journal of Mathematical Analysis and Applications (JMAA), Electronic Transactions on Numerical Analysis (ETNA), Discrete and Continuous Dynamical Systems, Finance and Stochastics, Numerical Mathematics : Theory, Methods and Applications, Statistics and Probability Letters, Journal of Numerical Analysis, Mathematics and Computer in Simulation, Annales de l’IHP (Probabilités et Statistiques), Annals of Applied probability, IMRN, Probability Theory and Related Fields, Electronic Journal of Probability, J Math Biol, Math Med Biol, Bull Math Biol, Ecology Letters, Proc Nat Acad Sci.*

15.1.9. Contrats de recherche financés par des institutions publiques

Direction de projets financés.

- D. Bresch est porteur local de l’ANR **FRAISE** (LAMA, LOCIE, LEMTA, PSA) : 2016–.
- D. Bresch est porteur local de l’ANR **VISCAP** (LAMA, LCTS, INRIA, SAFRAN) : 2017–.
- Projets annuels AAP, financés par l’UdS, 2014–2019, d’un montant variant de 5 à 10 k€(portés par l’un des membres de l’équipe).
- D. Bucur a été responsable de projets AAP UdS dans le cadre de la fédération FRMRAA 2014, 2015, « Mathématiques transfrontalières » (5.500 €).
- D. Bucur est membre Institut Universitaire de France 2014–2019 (75 k€).
- P.-E. Chaudru de Raynal est titulaire d’une bourse de l’IDEX Université Grenoble Alpes dans le cadre de l’AAP IRS (2017).
- D. Dutykh a été responsable d’un projet PEPS CNRS Énergie (2017) porté au LAMA.
- D. Dutykh a été responsable d’un PHC PARROT 2017 (Programme de coopération franco-estonien) porté au LAMA.
- D. Dutykh a été responsable d’un LEA Math Mode (Laboratoire Européen Associé CNRS Franco-Roumain Mathématiques & Modélisation) (2015-2016).
- D. Dutykh a été responsable d’un projet Franco-Russe (Convention d’échange), Institute of Computational Technologies, SB RAS, Novosibirsk, Russie.
- D. Dutykh a été responsable d’un projet PEPS CNRS InPhyNiTi (INSMI/INP) (2014-2015) avec LJAD, Université de Nice Sophia Antipolis.
- J. Garnier est coordinateur du contrat Biotherm/Mission Blue 2016 - 2017 (8 k€) en partenariat avec WHOI-Woods Hole Oceanographic Institute.

- S. Gerbi a été responsable d'un programme PICS (Projet International de Coopération Scientifique) du CNRS avec l'université Libanaise de Beyrouth, Liban.
- S. Gerbi a été responsable d'un programme PICS (Projet International de Coopération Scientifique) du CNRS avec l'université de Monastir, Tunisie.
- S. Gerbi a été responsable d'un programme CEDRE 2013, Partenariat Hubert Curien avec l'université Libanaise de Beyrouth, Liban 14 k€ pour deux années.

Participation (en tant que membres) à des projets nationaux ou internationaux.

- J. Garnier est membre du projet ERC **MesoProBio** 2015–2020, porté par Vincent Calvez.
- D. Bresch a été membre du projet ANR **DYFICOLTI** porté par D. Lannes.
- D. Bresch est membre du projet ANR **SingFlows** porté par D. Gérard-Varet.
- J. Garnier a été membre du projet ANR **NONLOCAL** 2015–2018, porté par F. Hamel.
- D. Bucur est membre du projet ANR **SHAPO** 2018–2022, porté par Jimmy Lamboley.
- D. Bucur a été membre du projet ANR **OPTIFORM** 2012–2016, porté par Antoine Henrot.
- D. Bucur a été membre du projet ANR **GEOMETRYA** 2012–2016, porté par Hervé Pajot.
- D. Bucur est membre du projet ANR **CoMeDIC** 2015–2019, porté par J.-O. Lachaud.
- J. Garnier est membre du projet ANR **GlobNets** 2017–2021, porté par W. Thuiller (LECA).
- D. Bucur est membre du projet projet Labex Persyval, **GeoSpec** 2016–2019, porté par É. Oudet.
- M. Gisclon a été membre du Projet Exploratoire « DYNAFILM » : 15 k€.
- M. Gisclon a été membre d'un projet PEPS égalité avec I. Lacroix-Viollet (Lille) et A. Juengel (Vienne-Autriche) en 2015 : 3300 €.
- M. Gisclon a été membre d'un projet de recherche inter-laboratoire avec Lyon en 2016 sur quelques modèles mathématiques décrivant la dynamique des fluides compressibles visqueux : 500 €.
- C. Acary-Robert participe à l'équipe associée Nemoloco (INRIA-Pontificia Universidad de Chile) depuis 2015.
- C. Acary-Robert a participé à deux projets avec le laboratoire **ISTerre** : AAP MODTRANS 2016-2017 et un projet CNRS TelluS-INSMI-MI 2016-2017.

15.1.10. Post-doctorants et chercheurs accueillis

- N. Cellier post-doc 09/2018-09/2019 financé par ANR **FRAISE**.
- M. Martignoni 09/2018-01/2019 financé par le programme « Make Our Planet Great Again ».
- G. Richard, 04/2017-05/2018 post-doc financé par l'USMB, projet ECOPP.
- Co-encadrement du post-doctorat de T. Bourgeron par J. Garnier.
- R. Tyson 09/2018- 09/2019, financée par le programme « Make Our Planet Great Again ».

Accueil de chercheurs. De nombreux chercheurs ont été accueillis pour des courtes visites, entre autres : C. Geiss (Jyväskylä, Finlande), R. Dumitrescu (Berlin), N. Marculis (Alberta), S. Jenouvrier (WHOI, USA), A. Vasseur (Austin), P.-E. Jabin (Maryland), R. Klein (Berlin), M. Renardy (Virginia Tech), E. Zatorska (Londre), G. Narbona (Sevilla), Ying Hu, G. Buttazzo (Pise), I. Fragala (Milan), A. Giacomini (Brescia), E. Ferone (Naples), C. Trombetti (Naples), C. Nitsch (Naples), P. Trebeschi (Brescia), M. Van den Berg (Bristol), E. Parau (Norwich), D. Zucco (Turin), K. Ammari (Monastir), R. Talhouk (Beyrouth), A. Wehbe (Beyrouth).

15.1.11. Indice de reconnaissance

Faits marquants.

- D. Bresch a publié un proceeding à l'ICM Brasil 2018 avec P.-E. Jabin.
- D. Bresch est président du comité national section 41 depuis septembre 2016.
- D. Bucur est membre senior IUF, promotion 2014, il a été *visiting fellow* pour un semestre à l'Institut Newton de Cambridge en 2014.

- Séjour de R. Tyson financé par le programme « Make Our Planet Greater Again ».
- Prix de thèse Paul Caseau attribué à Charles Demay.

Organisation de conférences. Tous les ans, M. Gisclon co-organise les Journées EDP Rhône-Alpes-Auvergne.

Les membres de l'équipe ont organisé ou co-organisé **15 autres manifestations scientifiques et deux écoles** (workshop « Fluids compressible » (NS'comp 2016) à Marseille, conférence « Mixing and mixtures in geo and biophysical flows : a focus on mathematical and numerical methods » à l'université du Maryland (USA 2016), mini-symposium dans le cadre du colloque Franco-Roumain de mathématiques appliquées à Bordeaux 2018, workshop en l'honneur de T. Alazard au LAMA sur Maths et mécanique des fluides LAMA 2018, conférence régionale d'inauguration de la Fédération de recherche Rhône-Alpes-Auvergne à Lyon 2014, conférence régionale en Calcul des variations et EDP, Le-Bourget-du- Lac 2015, Co-organisation d'une conférence sur la géométrie spectrale ICMS Edinburgh 2015, co-organisation d'une conférence Shape optimization problems and spectral theory CIRM, Marseille 2016, co-organisation du Workshop Calculus of Variations and Free Boundary Problems II Grenoble 2018, Journées de l'ANR NON-LOCAL 2018 au LAMA, workshop *Travelling waves and their applications* au LAMA 2015, organisation en cours du congrès international BSDE 2020 qui accueillera environ 200 chercheurs à Annecy-le-Vieux, en juillet 2020, co-organisation d'un mini-symposium au congrès de la SMAI en juin 2015, co-organisation des journées « JEF » à Autrans 2017, co-organisateur et membre du comité de programme de WIN-2014 « *Wave interactions* » Linz 2014, membre du comité scientifique de « *Finite Volumes for Complex Applications VII* » Berlin 2014, membre du comité scientifique, 18th French-German-Italian Conference on Optimization, Paderborn 2017, co-organisation de deux écoles d'été internationales « ContrOpt 2017 », « Mathematics In Savoie, 2015 » au LAMA.

Invitations à l'étranger. P. Briand a été invité à Santa-Barbara, Californie, US, Jyvaskyla, Finlande, Céline Acary-Robert au laboratoire ECIM (PUC, Chili) à las Cruces, D. Dutykh à Tallinn University of Technology, Victoria University of Wellington, School of Mathematics and Statistics, New Zealand, Al-Farabi Kazakh National University, Faculty of Mechanics and Mathematics, Almaty, Kazakhstan, Pontifical Catholic University of Paraná, Laboratório de Sistemas Térmicos (LST), Curitiba, Brazil, Simion Stoilow Institute of Mathematics of the Romanian Academy (IMAR), Bucharest, Computational Technologies, Siberian Branch of RAS, Novosibirsk, Basque Center for Applied Mathematics (BCAM), Johannes Kepler Universität Linz, Institut für Analysis, Keio University, Japan, C. Lecot à Montreal, C. Labart à Jyväskylä et Innsbruck, J. Garnier séjour de recherche d'1 mois au Woods Hole Oceanographic Institute – WHOI, USA, S. Gerbi à Monastir en 2015 et 2016, D. Bucur à Cambridge 4 mois en 2014, deux semaines en 2017 et trois semaines en 2019 ainsi que régulièrement à Naples, Bristol, Milan, Brescia, Norwich, Pise, Turin, Brescia, Florence, Montréal, D. Bresch a été invité à Maryland, Varsovie, Imperial College, Austin, Prague, Pékin, Oxford, Bucarest, Hong-Kong, CCSI.

Séminaires et conférences données par les membres de l'équipe. CIMPA, Cuba 2019, Toulouse 2019, Montpellier 2019, Verone 2018, Taiwan 2018, Jyväskylä 2018, Rennes 2018, Nantes 2018, Porquerolles 2018, Imperial College, Londres, Royaume-Uni, Shandong University, Weihei, CIRM 2017, Edinburgh 2017, 40th Conference on Stochastic Processes and their Applications (SPA 2018), Goteborg (Suède), Santiago 2018, Napoli 201, Bucarest 2018, Orsay 2018, Edinburgh 2018, Évry 2018, Moscou 2017 et 2018, Frankfurt 2018, Banff 2018, Pau 2018, Stockholm Mittag Leffler 2018, Durham 2018, Paris Dauphine 2018, Oxford 2018, Bristol 2018, Beijing Normal University 2018, Beijing Institute of Technology 2018, Capital normal university 2018, Renmin University of China 2018, Xianmen university 2018, Nanchang University 2018, Jiangxi Normal University 2018, Besancon 2017, Ronce-les-Bains SMAI 2017, Seville 2017, Sophia-Antipolis 2017, Prague 2017, Séminaire Franco-Tunisien 2017, Nancy 2017, Toulouse 2017, Neuchatel 2017, Bristol 2017, Osaka 2017, Gant 2017, Rennes 2017, Modene 2017, Bale 2017, Napoli 2017, Caen 2017, Rome La Sapienza 2017, Trieste 2016, Paris Dauphine 2016, Oaxaca 2016, Padoue 2016, Madrid 2016, Cagliari 2016, Valladolid 2016, Kyoto 2016, Prague 2016, Austin 2016, Le Mans 2016, Paris 2016, Toulouse 2016, Alghero 2016, Turin 2016, Iasi 2016, Oberwolfach 2016, Lille 2016, Banff 2016, Napoli 2016, Aachen 2016, Bilbao 2016, Montréal 2016, Imperial college London 2016, Levico 2016, Paris Decartes 2015, Nancy 2015, EPFL Lausanne 2015, Rome 2015, Kassel 2015, Edinburgh 2015, London 2015, Bordeaux 2015, Montréal 2015, Marseille 2015, Kakov 2015, Norwich 2015, Rennes 2015, Mont Serein, 2015, Les Karelis 2015, Milano 2015, Bristol 2015, Rennes 2014, Milano 2014, Linz 2014, Cambridge 2014, Toulouse 2014, Pisa 2014, Warwick 2014, Norwich 2014, Ecole Polytechnique CMLS 2014, Grenoble 2014, Lyon 2014, Louvain 2014, Edinburgh 2014, Kyoto 2014, Linz 2014, Malaga 2014,

Oxford 2014, Maryland 2014, Toulon 2014, Bedlewo 2014.

15.2 Interaction de l'équipe EDPs² avec l'environnement non académique, impact sur la société, la culture, la santé

15.2.1. *Brevets, licences et déclarations d'invention*

Un projet de brevet a été déposé à la DRED par Denys Dutykh « *Procédé pour améliorer la détermination a posteriori de l'état d'un système selon la proposition de brevet français No 1663011 (brevet dépendant)* ».

15.2.2. *Interaction avec les acteurs socio-économiques*

- C. Bourdarias et S. Gerbi ont un contrat CIFRE avec le Département Mécanique des Fluides, Energie et Environnement (MFEE) du centre de recherche R&D, EDF-Chatou et des interactions régulières avec des ingénieurs du CIH d'EDF, le Bourget du Lac. Co-encadrement S. Gerbi-C. Bourdarias de la thèse CIFRE de Charles Demay, co-directeur industriel, B. de Laage de Meux et J.-M. Hérard, EDF, R&D, Chatou, financement CIFRE, EDF, R&D, Chatou.
- D. Bresch a préparé un rapport de synthèse (16 pages) de l'Atelier de Réflexion Prospective ANR (ARP) **MathsInTerre**, 2014 et un document de restitution des travaux (200 pages).
- D. Bresch représente les membres du LAMA impliqué dans le projet **Optiwind** (horizon 2020 / Clean Sky) en collaboration avec Saint Gobain porté sur l'USMB par C. Ruyer-Quil du LOCIE.
- P. Briand, juillet 2014–février 2016 : Contrat de collaboration scientifique avec EDF R&D Chatou numéro 8610-4320012831 (17500 €).
- P. Briand, P.-E. Chaudru de Raynal et C. Labart ont eu un contrat jusqu'en septembre 2017 avec le département *Management des risques industriels* d'EDF R&D, sur le thème général de l'évaluation statistique de la fiabilité de composants industriels.
- D. Dutykh collabore avec des membres du CEA Grenoble/**LITEN** sur la visualisation des données multi-dimensionnelles et co-encadre la thèse de Benoît Colange. Avec l'INES/CEA il a un groupe de travail hebdomadaire avec le CEA qui a mené à une proposition de brevet. Un deuxième brevet (cette fois-ci en collaboration avec le LOCIE) sur l'aide à la décision pour l'efficacité énergétique du bâtiment vient d'être déposé.
- C. Labart est collaboratrice extérieure de l'équipe **MathRisk** de l'INRIA Paris-Rocquencourt depuis 2009.

15.2.3. *Produits destinés au grand public*

- Pour promouvoir les mathématiques auprès des jeunes et du grand public, les membres de notre équipe participent activement tous les ans à la *Semaine des mathématiques* en donnant des conférences dans les lycées (Chambéry 2014, Annecy 2014, Aix-les-Bains 2015, Chambéry 2015, Saint-Jean de Maurienne 2016, Chambéry 2016, Cluses 2016, Cran Gevrier 2016, Chambéry 2017, Albertville 2017, Ile d'Abeau 2018).
- Nos chercheurs ont donné des conférences dans le cadre de l'opération *Amphi pour tous* (Chambéry 2015 et 2016, Cran Gevrier 2015 et 2016).
- La *conférence d'inauguration* de la fédération de recherche FRMRAA, que nous avons organisée, a été ouverte à la participation des élèves des classes préparatoires de Lyon (500 participants).
- Nous participons régulièrement à la *journée du lycéen*, aux *forums LLU* (Liaison Lycées Université) de la région.
- Participation aux *Ateliers Maths.en.Jeans* 2018.
- Rédaction d'un billet *Les maths pour le climat* (octobre 2015) dans le cadre du blog CNRS : En route vers la COP21.
- Rédaction d'un article *Des mathématiques pour le climat* pour la brochure ICJM 2016.
- Plusieurs exposés dans cadre des séminaires du CMI (2016–2018).

- M. Gisclon, M. Raibaut ont publié l'article de vulgarisation *Optique et mathématiques* dans le Bulletin Vert de l'APMEP en 2016.

15.3 Implication de l'équipe EDPs² dans la formation par la recherche

15.3.1. *Productions scientifiques issues des thèses*

- B. Al Taki [3]
- B. Bogosel [21, 22, 17, 19, 18]
- S. Cito [10]
- C. Demay [7, 25, 91]
- S. Gasparin [13, 11, 123, 122, 12, 120, 121, 124, 15, 126]
- A. Ghannoum [7, 1],
- H. Hibon [8], [25], [26]
- R. Lteif [27, 146]
- C. Perrin [154, 155, 43]
- F. Patout [132, 25]

15.3.2. *Formation*

HDR : 8 membres HDR au 1er janvier 2019 (Baras, Bresch, Briand, Bourdarias, Bucur, Dutykh, Gerbi, Gisclon). Pas de nouvelle soutenance HDR dans la période 2014–2019.

Thèses soutenues et devenir des étudiants : Thèses de l'Ecole doctorale MSTII, Grenoble.

- **B. Bogosel**, 2012–2015, actuellement *professeur à exercice complet Ecole Polytechnique* (équivalent maître de conférences) (D. Bucur, E. Oudet) allocation doctorale MSTII Grenoble.
- **C. Demay** 2014–2017, actuellement *chercheur titulaire* à EDF, R&D, Chatou (C. Bourdarias, S. Gerbi) CIFRE, MSTII Grenoble.
- **B. El Taki**, 2013–2016, actuellement *post-doctorant* dans l'équipe ANGE INRIA Paris (D. Bresch, R. Talhouk), MSTII Grenoble.
- **M. Foare**, 2013–2017, actuellement *maître de conférences* CPE Lyon (D. Bucur, J.-O. Lachaud, allocation doctorale MSTII Grenoble).
- **R. Lteif**, 2014–2016, actuellement *assistant* à l'Université Saint-Joseph de Beyrouth, chercheur au laboratoire de mathématiques de l'Université Libanaise de Beyrouth en co-tutelle avec l'Université Libanaise de Beyrouth, (C. Bourdarias, S. Gerbi, S. Israwi, R. Talhouk), MSTII Grenoble.
- **J. El Maalouf**, 2013–2016, actuellement *maître de conférences* à l'École Supérieure d'Ingénieurs de Beyrouth USMB & Université Saint-Joseph (Liban), mathématiques appliquées (co-tutelle C. Lecot, R. El Haddad) ED MSTII Grenoble.
- **C. Perrin**, 2013–2016, actuellement *chargée de Recherche CNRS* à Marseille (D. Bresch) MSTII Grenoble, AMN ENS Lyon.

Thèses co-encadrées dans d'autres écoles doctorales.

- **S. Cito**, 2015–2019, actuellement *enseignant dans le secondaire* en Italie (D. Bucur, Leaci), Université de Salento, Italie, contrat doctoral italien.
- **H. Hibon**, 2014–2018, actuellement *enseignante dans le secondaire* (P. Briand et Ying Hu, Rennes).
- **X. Lin**, 2015–2018, actuellement en congés maternité (D. Bresch, M. Colin), Bordeaux.
- **A. Rashidi**, 2015–2018, actuellement en service militaire (D. Dutykh et Z.H. Shomaii), Institute of Geophysics, University of Tehran, Iran.

Thèses en cours : Thèses de l'Ecole doctorale MSTII, Grenoble.

- **A. Bouwe** 2018–2021 (en cotutelle avec la Côte d'Ivoire, P. Briand), inscription en cours à l'école doctorale MSTII de Grenoble.

- **B. Colange** 2017–2020 (D. Dutykh, S. Lespinats (bourse Phare, collaboration CEA/INES), MSTII Grenoble).
- **S. Gasparin** 2016–2019 (D. Dutykh, N. Mendes PUCPR, Curitiba, Brasil), ED MSTII Grenoble, bourse CAPES-COFECUB.
- **A. Ghannoum** 2017–2019 (en cotutelle avec l’université libanaise de Tripoli, Liban, P. Briand, C. Labart et M. Jazar), MSTII Grenoble.
- **P. Lafontaine** 2016–2019 *Effets des phénomènes de propagation sur la diversité génétique d’une population en expansion* (Co-encadrement de la **thèse de Pierre Lafontaine** (J. Garnier, D. Bucur), MSTII Grenoble).
- **K. Msheik** 2017–2020 *Equations de Saint-Venant, effet de température*, (D. Bresch, R. Talhouc) LAMA, Université Libanaise et ED MSTII, Grenoble.

Thèses co-encadrées dans d’autres écoles doctorales.

- **A. Abdalazeez** 2016– 2020 (D. Dutykh, I. Didenkulova, Tallinn University of Technology, thèse en Estonie).
- **Z. Karashbayeva** 2018– 2021 (D. Dutykh, B. Rysbayuly et A. Adamov, thèse au Kazakhstan).
- **C. Kassem** 2016– 2019 en co-tutelle avec l’Université Libanaise de Beyrouth (S. Gerbi, K. Ammari, A. Wehbe).
- **L. Ledru** 2018 – 2021 *Modélisation de l’évolution par sélection naturelle au niveau de l’écosystème*, (J. Garnier, C. Gallet (LECA), S. Ibanez (LECA), ED CSV, Grenoble).
- **F. Patout** 2016 – 2019 *Phénomène de propagation en dynamique et génétique des populations : modèles intégrés-différentiels* (J. Garnier et Vincent Calvez (ICJ), AMN ENS Lyon).

Stages : A. Bouwe 2018, T. Coupechoux M1 école doctorale **MSTII** 2016, M2 école doctorale **MSTII**, 2017, D. Gurban M2 école doctorale **MSTII**, 2015, M. Jammal, M2 Beyrouth 2016, E. Martinet M2 école doctorale **MSTII** 2019, F. Patout M1 ENS Cachan 2015, M2 Lyon 2016.

Cours de recherche au niveau doctorat :

- International Summer School, Jyvaskyla, Finlande, « Selected topics in BSDEs theory », P. Briand (2019).
- Naples, cours INDAM 6 h « Spectral optimization and free discontinuity problems » in the trimester « Shape optimization, control and inverse problems for PDEs », D. Bucur (2019).
- Toulouse, Cours école d’hiver, semestre Calculus of variations and probability, 6 h, « A free boundary approach to spectral shape optimization problems », D. Bucur (2019).
- 6ème école EGRIN au Lioran organisé par L. Chupin, T. Dubois, C. Lucas, M.F. Grespier. Tutorial de 3h sur Formulations augmentées en mécanique des fluides, D. Bresch (2018).
- Florence, Cours de doctorat 20 h, « Shape Optimization and Isoperimetric inequalities », D. Bucur (2018).
- Workshop « Mathematics of Moist Atmospheric Dynamics : Modeling, Analysis and Computations » organisé par R. Klein, E. Titi, S. Hittmeir. Tutorial de 3 h 30 sur cours fluides compressible, D. Bresch (2017).
- Cours « Méthodes de compacité et mécanique des fluides », université de Beyrouth, D. Bresch (2017).
- Lausanne, Cours de 2h, EPFL, Le Laplacien Robin, D. Bucur (2017).
- Lyon, Cours de 6 h Ecole d’été « Calcul des variations et théorie géométrique de la mesure », cours « Shape optimization of spectral functionals », D. Bucur (2016).
- Montréal, (école d’été) Geometric and computation spectral theory, CRM, 3 h, D. Bucur (2015).
- Kacov (école d’été, République Tchèque), Mathematical Theory in Fluid Mechanics, 6 h, D. Bucur (2015).
- Milan, école d’hiver Spectral theory and shape optimization problems for elliptic PDEs, 6 h, D. Bucur (2015).
- Fluids under Pressure (summer-school), Necas center for mathematical modeling organisée par S.

- Necasova, T. Bodnar, G.P. Galdi. Introduction de 3 h sur « stress tensor effect for compressible flows », D. Bresch (2016).
- 2x2h post-doctoral à Oxford sur « quantitative estimates for compressible transport equations with applications to fluid mechanics », D. Bresch (mai 2018).
 - Cours (8 h) sur « *A short introduction to Fluid Dynamics* », Basque Center for Applied Mathematics (BCAM), D. Dutykh (2015).
 - CEMRACS 2015, D. Bresch (2015).
 - Cours « Quelles équations pour les mélanges de fluides : Que disent les mathématiques », Université de Beyrouth, D. Bresch (2015).
 - Cours (8 h) sur Spectral methods at the PhD School on Numerical Methods for Diffusion Phenomena, Pontifical Catholic University of Parana, Curitiba, Brazil, D. Dutykh (2016).

Cours de niveau Master : Les membres de l'équipe interviennent régulièrement dans les cours du Master Modélisation Mathématique et Analyse Appliquée **MMAA** de Chambéry (qui a une vocation pro) et dans le Master 2 recherche MSIAM de Grenoble ainsi que à l'école doctorale **MSTII**. Ils sont intervenus ponctuellement dans d'autres Masters (Université Saint-Joseph de Beyrouth, Liban, Arad, Roumanie, Almaty, Kazakhstan) ou dans le cadre du colloque Inter'Actions.

Sixième partie

BILAN DE L'ÉQUIPE GÉOMÉTRIE

16. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE GÉOMÉTRIE

16.1 Introduction

L'équipe **GÉO** est l'équipe de géométrie du Laboratoire de Mathématiques (LAMA) de l'Université de Savoie Mont Blanc. Elle est constituée de **11** membres permanents : **3** PR, **5** MCF (dont un HDR), **2** CR partagés à 50 % chacun avec l'équipe **LIMD** et **1** PR émérite. On peut présenter les principaux thèmes de recherche de l'équipe suivant les trois axes suivants.

- **Géométrie algébrique réelle et géométrie modérée au sens large**
 - Géométrie algébrique, théorie des Fewnomials, géométrie des ensembles définissables dans une structure o-minimale sur les réels (géométrie semi-algébrique, sous-analytique réelle) ou dans une structure modérée sur des corps valués, (**GM**)
 - Singularités réelles, complexes, p -adiques, motiviques (**SI**)
 - Géométrie tropicale, combinatoire des polytopes convexes (**GT**)
- **Géométrie sous-riemannienne et de Finsler (GSRF)**
- **Théorie des nombres**
 - Complexité arithmétique (**CA**)
 - Comptage de points rationnels de hauteur bornée des ensembles définissables dans des structures o-minimales réelles ou définissables non archimédiennes (**PR**)
 - Fonctions dzêta dynamiques, conjecture de Lehmer (**DD**)

Ce champ de recherche, des singularités à la théorie des nombres, est vaste. Il se présente cependant sous la forme d'un continuum plutôt que d'une juxtaposition de thématiques de recherche isolées, car chacune d'elles est commune à plusieurs chercheurs. Cela a pour effet de créer une belle ambiance scientifique au sein de cette équipe où les interactions d'un bout à l'autre du spectre sont toujours possibles. En particulier le séminaire de l'équipe **GÉO**, qui s'organise en deux parties, l'une d'une heure et l'autre de 30 mn faisant suite à la première, et qui plus spécialisée revêt le caractère d'un groupe de travail, est l'occasion d'une réflexion collective régulière, assidue et enthousiaste menée par les membres de l'équipe.

Beaucoup de chercheurs de l'équipe de géométrie sont considérés comme des experts internationaux dans leurs domaines, comme en témoignent les nombreuses participations à des conférences internationales et le niveau des journaux internationaux dans lesquels ont paru les publications scientifiques de l'équipe.

Sur la période évaluée, l'équipe bénéficie (ou a bénéficié) du soutien de l'Agence Nationale de la Recherche au travers **6** projets ANR ainsi que de celui de l'USMB via des appels à projet locaux incluant des invitations de PR étrangers d'un mois.

Les membres de l'équipe de géométrie sont pleinement investis dans des charges d'ordre pédagogique et administratif au sein de l'Université Savoie Mont Blanc. Notamment : G. Comte est directeur du LAMA et a été directeur du département de mathématique en 2017–2018 et de la Licence de mathématiques entre 2016 et 2018, P. Orro est directeur de l'Unité de Formation et de Recherche Sciences et Montagne (UFR **SceM**), F. Bihan est responsable de la Licence Mathématiques pour les Sciences Humaines et Sociales (**MIASHS**) et enfin M. Raibaut est responsable du Master Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation (**MEEF**) de Mathématiques.

16.2 Effectifs et moyens

Composition de l'équipe.

- **3 PR** : Georges Comte, Krzysztof Kurdyka et Patrice Orro.

- **1 PR émérite** : Fernand Pelletier.
- **5 MCF** : Frédéric Bihan (HDR), Olivier Le Gal, Michel Raibaut, Stéphane Simon et Patrick Verovic.
- **2 CR** (chacun affecté à 50 % dans l'équipe Géométrie et à 50 % dans l'équipe **LIMD**) : Sébastien Tavenas et Jean-Louis Verger-Gaugry.
- Deux collaborateurs bénévoles : Patrick Cabau (Enseignant Lycée) et Éric LEICHTNAM (IMJ).

Doctorats en cours.

- Lars Andersen (Directeur G. Comte, co-directeur M. Raibaut).
- Cédric Le Texier, thèse de l'Université d'Oslo (Directeur K. Shaw, co-directeur F. Bihan).
- Hasti Mohadeseh Vakili (Directeur K. Kurdyka, co-directeur O. Le Gal).
- Rémy Nguyen (Directeur G. Comte, co-directeur G. Fichou, Université de Rennes 1).

Thèses soutenues.

- Boulos El-Hilany (directeur de thèse F. Bihan) le 21 septembre 2016.
- Pierre Villemot (directeur de thèse G. Comte) le 06 novembre 2018.

Délégations CNRS, CRCT.

- F. Bihan en délégation CNRS, septembre 2016-janvier 2017.
- G. Comte en délégation CNRS, janvier-septembre 2014 et 2018.
- G. Comte en délégation CNRS, septembre 2018-janvier 2019.
- K. Kurdyka en CRCT, janvier-septembre 2015.

Primes (PES ou PEDR).

- F. Bihan, période 2015–2019.
- G. Comte, période 2012–2016 et 2016–2020.
- K. Kurdyka, période 2013–2017 et 2018–2022.

16.3 Politique scientifique

Depuis 2014, l'équipe de géométrie a connu l'arrivée de **2 CR** CNRS, chacun étant affecté à 50 % dans l'équipe **LIMD** :

- S. Tavenas est un CR recruté en 2016 et a pour thématiques de recherche principales la complexité arithmétique (une thématique commune avec l'équipe **LIMD**) et la géométrie algébrique réelle, plus spécifiquement, la théorie des Fewnomials pour ce qui concerne l'équipe de géométrie. Il collabore notamment avec F. Bihan sur ce dernier sujet. F. Bihan et S. Tavenas ont co-encadré deux étudiants lors de leurs stages de recherche de Master 2 en 2018 et en 2019.
- J.-L. Verger-Gaugry est arrivé au LAMA en provenance de l'**Institut Fourier** de Grenoble. Sa thématique de recherche principale est la théorie des nombres.

Deux départs à la retraite auront lieu lors du prochain quinquennat dans l'équipe de géométrie :

- K. Kurdyka, PR, qui est un de nos chercheurs les plus actifs.
- P. Orro, PR, très investi dans sa fonction de directeur de l'UFR SceM depuis 8 ans.

Parmi les MCF de l'équipe, F. Bihan possède une HDR, O. Le Gal ainsi que M. Raibaut projettent de soutenir une HDR durant le prochain contrat et seront donc eux-aussi promouvables à un poste de PR.

Les deux départs à la retraite évoqués ci-dessus laisseront G. Comte seul PR de l'équipe. Notre priorité est donc de recruter un PR afin de préserver un équilibre entre rangs A et rangs B, comparable avec celui des autres équipes du LAMA. De plus, compte tenu de la conjoncture nationale des recrutements dans la section 25 (peu de postes et par conséquent de très forts candidats dans tous les domaines) et de l'incertitude pesant sur la réaffectation des postes au sein du LAMA, il nous semble important de rendre prioritaire le renforcement des thématiques déjà présentes plutôt que de nous ouvrir à une thématique non encore développée. Ceci afin de pérenniser autant que faire se peut la vitalité de notre équipe au travers de sa cohérence thématique. Nous souhaitons donc recruter un PR qui soit un chercheur de tout premier plan mondial et dont les axes de recherche couvrent largement la thématique principale « Géométrie

algébrique réelle et géométrie modérée au sens large » de notre équipe. Dans la perspective d'un second recrutement PR, visant à compenser les deux départs à la retraite, un profil d'ouverture, en lien avec les thèmes historiques de l'équipe, sera envisagé.

17. PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE DE L'ÉQUIPE GÉOMÉTRIE

17.1 Bilan Scientifique

Durant la période évaluée, les membres de l'équipe ont publié **65** articles dans des revues avec comité de lecture, **13** articles sont actuellement en cours de soumission.

Nous décrivons maintenant les résultats principaux obtenus par l'équipe de géométrie durant la période concernée, en mentionnant les thématiques correspondantes en gras (voir la section 16.1 pour la liste de ces thématiques).

Construction de systèmes polynomiaux extrêmes (GM, GT). Dans [9], F. Bihan, P.-J. Spaenlehauer et F. Santos obtiennent un procédé combinatoire de construction de systèmes polynomiaux réels avec beaucoup de solutions positives. Ce procédé repose sur la notion de complexe polyédral positivement décorable. En utilisant un résultat de dualité et en considérant certains sous-complexes polyédraux du complexe des faces du polytope cyclique, ils obtiennent ainsi plusieurs constructions « records ». Lors d'un séjour d'un mois à l'Université de Buenos Aires en 2016, F. Bihan et ses collaborateurs sur place A. Dickenstein et M. Carioli ont découvert que ce procédé combinatoire était particulièrement bien adapté à des systèmes polynomiaux « très structurés » provenant de l'étude des états stationnaires de réactions chimiques. Cela a conduit aux deux articles [7] et [6] dans lesquels ils décrivent des régions pour les paramètres de plusieurs familles de réactions chimiques pour lesquelles il existe des états stationnaires. Dans [26] F. Bihan et B. El Hilany obtiennent des bornes, du type Fewnomials, pour le nombre de points d'intersection dans \mathbb{R}^2 d'une droite et d'une courbe algébrique réelle en fonction du nombre t de monômes de l'équation de la courbe. Lorsque $t = 3$, la borne obtenue est 11 et s'avère être optimale.

Généralisation de la règle de Descartes (GM). La règle de Descartes classique borne le nombre de racines positives d'un polynôme réel en une variable par le nombre de variations de signe dans la suite de ses coefficients. Ce vieux résultat (1637) bien qu'élémentaire est considéré comme un des résultats fondateurs de la géométrie algébrique réelle. Dans l'article [5] F. Bihan et A. Dickenstein obtiennent ce qui peut être considéré comme la toute première généralisation de la règle de Descartes au cas multivarié. Leur règle s'applique à une famille infinie de systèmes polynomiaux réels en un nombre quelconque de variables et produit une borne sur le nombre de solutions positives du système qui s'exprime comme un nombre de variations de signe dans une suite de mineurs maximaux de matrices (des coefficients et des exposants) du système.

Polytopes entiers et géométrie tropicale (GM, GT). L'article [4] est en lien avec la théorie des polytopes convexes entiers et la géométrie tropicale. F. Bihan introduit une technique de nature combinatoire qui lui permet d'obtenir de nouveaux résultats de positivité sur le comptage de points entiers des polytopes convexes entiers. Il obtient aussi une borne exacte sur le nombre de solutions positives des systèmes polynomiaux tropicaux. Dans [10], F. Bihan et I. Soprunov obtiennent une caractérisation pour la croissance stricte du volume mixte de polytopes entiers. Ils obtiennent aussi un analogue pour les systèmes polynomiaux quelconque d'un résultat basique d'algèbre linéaire (règle de Cramer) portant sur les systèmes linéaires.

Fonctions sous-analytiques et intégrales oscillantes (GM). Dans [17] G. Comte et ses collaborateurs donnent une description explicite, par ses générateurs, de la plus petite algèbre de fonctions contenant les fonctions sous-analytiques, stable par intégration et transformée de Fourier. Il s'agit de la première description d'une telle algèbre contenant à la fois des fonctions définissables au sens de la géométrie modérée (les fonctions sous-analytiques), et des intégrales oscillantes. Ils montrent également la stabilité de cette algèbre par transformée de Fourier L^2 . L'article combine des techniques analytiques propres à la structure sous-analytique, comme les décompositions cellulaires et la préparation des fonctions sous-analytiques et de leurs logarithmes, ainsi que des techniques de distribution uniforme modulo 1 des fonctions (à la H. Weyl). Il apparaît dans cet article que les questions de stabilité sous intégration de telles algèbres sont intimement liées à des développements asymptotiques dans des échelles fines

d'intégrales, un point de vue qui devrait être systématisé dans des travaux à venir.

Points rationnels de hauteur bornée en géométrie définissable (GM, PR). Dans [16] G. Comte, R. Cluckers et F. Loeser établissent la version p -adique du théorème de Pila-Wilkie, qui montre que le nombre $X^{\text{trans}}(\mathbb{Q}, H)$ de points rationnels de hauteur au plus H dans la partie transcendante d'un ensemble X , définissable dans une structure o-minimale, est sous-polynomial :

$$\forall \varepsilon > 0, \exists C_{X,\varepsilon}, X^{\text{trans}}(\mathbb{Q}, H) \leq C_{X,\varepsilon} H^\varepsilon.$$

Ils montrent aussi des équivalents non archimédiens de résultats de comptage obtenus par E. Bombieri et J. Pila dans le cas algébrique. Le comptage des points algébriques est un ingrédient crucial dans les preuves des conjectures de type André-Oort ou Zilber-Pink. La partie délicate de cet article consiste à démontrer l'existence de paramétrisations à la Yomdin-Gromov dans le cadre non archimédien, où les théorèmes usuels d'analyse réelle n'ont plus cours (théorème de la moyenne, approximation de Taylor) à cause de l'absence de connexité. L'article a été publié dans *Forum Math. Pi* une revue en ligne récente qui annonce des standards de publication égaux à ceux des 3 plus grandes revues généralistes (*Annals of Math.*, *Inventiones*, *JAMS*).

Dans le cadre réel G. Comte et Y. Yomdin donnent dans [23] des conditions sur les coefficients de Taylor d'une fonction analytique transcendante $f : D(0, 1) \rightarrow \mathbb{C}$ afin que le nombre de points d'intersection entre le graphe de f en restriction au compact $\overline{D}(0, 1/2)$ du disque ouvert $D(0, 1)$ de \mathbb{C} et une courbe algébrique de \mathbb{C}^2 de degré d , soit polynomialement borné en d . Il s'agit d'un problème de type Bézout pour les fonctions holomorphes, ou encore de lemmes de zéros. Une des conséquences de l'existence de ce type de bornes est que le graphe de $f|_{\overline{D}(0, 1/2)}$ contient peu de points rationnels de hauteur plus petite que H , en ce sens que ce nombre est borné par une fonction du type $C_f \log^a H$, ($a \in \mathbb{N}$), ce qui est une meilleure borne que la borne sous-polynomiale prévue par le théorème de Pila-Wilkie. G. Comte et C. Miller donnent dans [22] des conditions portant sur la décroissance des dérivées d'une algèbre de fonctions élémentaires pour que des courbes qu'elles paramètrent contiennent également peu de points rationnels de hauteur bornée. Ces courbes pouvant être non compactes et osciller, ce qui ouvre l'étude du comptage de points rationnels à des ensembles non nécessairement issus de la géométrie modérée, comme des solutions maximales de certaines équations différentielles.

Invariants additifs des singularités (SI). Dans [20, 21], G. Comte et G. Fichou construisent un anneau de Grothendieck pour les formules semi-algébriques réelles, ce qui nous permet de définir des fonctions zêta motiviques qui s'avèrent être rationnelles et qui donnent lieu à une notion de fibre de Milnor motiviques des formules réelles. Ces fibres de Milnor motiviques réelles se réalisent via la caractéristique d'Euler-Poincaré sur la caractéristique d'Euler-Poincaré des fibres ensemblistes sous-jacentes aux formules ainsi qu'au travers de polynômes de Poincaré virtuels dans $K_0(\text{Var}_{\mathbb{R}}) \otimes_{\mathbb{Z}} \mathbb{Z}[\frac{1}{2}]$.

Polynômes positifs et optimisation (GM). Dans l'article [31] K. Kurdyka et Z. Jelonek obtiennent le premier algorithme de calcul des valeurs critiques asymptotiques de polynômes réels. Ces dernières années K. Kurdyka et S. Spodzieja [51, 50, 28, 44, 45, 49] ont travaillé sur la thématique des polynômes réels et plus précisément sur la question de la représentation d'un polynôme positif comme une somme de carrés. Ce sujet classique est aussi motivé par des applications dans l'optimisation qui connaissent récemment une activité très intense. En particulier, l'article [50] donne une amélioration significative d'un théorème de Putinar (à la base du « semidefinite programming »), et aussi un algorithme proximal pour choisir un point critique d'un polynôme sur un ensemble convexe. La convergence est une conséquence du principe de comparaison de la longueur d'une trajectoire et la longueur du talweg. La base de cet algorithme est la convexification (locale) d'un polynôme positif grâce à la multiplication par un facteur de la forme $(\|x\|^2 + 1)^N$. Dans le travail récent [6], les auteurs ont découvert des propriétés surprenantes de facteurs convexifiants de la forme $e^{N\|x\|^2}$.

Fibrés vectoriels réels et fonctions rationnelles continues (GM). Dans les articles [41, 11, 36, 38, 37] et [5], K. Kurdyka et W. Kucharz développent une nouvelle théorie de fibrés vectoriels en géométrie algébrique réelle ainsi que la théorie des fonctions rationnelles continues récemment initiée par J. Kollár. Ces travaux leur ont valu une invitation au Congrès International des Mathématiciens ICM 2018 à Rio de Janeiro en août 2018 pour donner un exposé dans la section de Géométrie Algébrique et Complexe.

O-minimalité de trajectoires de champs de vecteurs (GM). Dans [54], O. Le Gal, F. Sanz et P. Speissegger montrent la o-minimalité des trajectoires non-oscillantes de champs de vecteurs de \mathbb{R}^3 appartenant à des pinces enlacés. Ce résultat est une avancée importante dans la description qualitative,

initiée par Cano, Moussu et Sanz, des trajectoires de champs analytiques au voisinage de leurs points singuliers. Il vient répondre en partie à une question posée par R. Moussu : les trajectoires non-oscillantes de \mathbb{R}^3 sont-elles o-minimales ? F. Cano, R. Moussu et F. Sanz montrent en effet que de telles trajectoires se regroupent en paquets analytiquement indissociables appelés pinceaux, dont le comportement obéit à une dichotomie : un pinceau est soit enlacé, auquel cas tout couple de trajectoires du pinceau spirale infiniment, soit séparé, auquel cas tout couple de trajectoires du pinceau a des germes séparés par une projection analytique plane. La preuve du résultat principal de [54] propose une réduction du champ, par éclatements et ramifications, à une forme normale, le long de la courbe formelle asymptotique au pinceau. Cette réduction permet une analyse fine des phénomènes de Stokes associés à cette courbe formelle qui, dans le cas séparé, permet de conclure à la quasi-analyticité de l'algèbre générée par la trajectoire et ses conjugués analytiques, donc à la o-minimalité de la trajectoire.

Dans [53], O. Le Gal montre un résultat de o-minimalité pour certaines trajectoires (dites solitaires) de champs de vecteurs analytiques. Les outils mis en œuvre sont une association de techniques variées, de la désingularisation locale de champs de vecteurs à la quasi-analyticité. Plus que le résultat principal, qui peut être retrouvé par des techniques de multi-sommabilité, l'intérêt de ce travail est qu'il ouvre la voie à l'étude d'objets invariants « solitaires » de plus grandes dimensions, comme des variétés centrales, ou des feuilles de feuilletages singuliers auxquels les techniques de multisommabilité ne s'appliquent pas.

Gradient sous-riemannien (GM, GSRF). Dans l'article [55], P. Orro fait un survol des résultats qu'il a obtenu inspiré par ses échanges avec D. Trotman. Ces résultats vont de la notion de tumulus à celle de gradient horizontal en géométrie sous-riemannienne.

Systèmes dynamiques (SI, GSRF). Dans l'article [62] sur les singularités des multi-drapeaux spéciaux, F. Pelletier et ses co-auteurs font un lien entre les différentes approches des travaux passés de P. Mormul, R. Montgomery et A.L. Castro d'une part et les résultats de la thèse de M. Slayman d'autre part. Une approche algorithmique pour la construction de certaines singularités de multi-drapeaux spéciaux est développée dans [7]. Le sujet de la thèse de R. Saffidine porte sur la contrôlabilité d'un serpent dans un espace de Hilbert. Cela repose sur une généralisation, dans le cadre d'un espace de Hilbert, des résultats E. Rodriguez sur la commande d'un serpent (version infinitésimale d'un bras articulé) en dimension finie. F. Pelletier a prouvé les résultats de la thèse de R. Saffidine, mais par une approche très différente, en construisant un groupe de Lie hilbertien de transformations de Möbius et une action analytique de ce groupe sur l'espace des configurations d'un serpent Hilbertien [56]. La définition et les résultats de Géométrie sous Riemannienne sur une variété de Banach ont donné lieu à une généralisation au cadre sous-Finslerien dans [60].

Algèbroïdes de Lie (SI, GSRF). L'article [58] est une étude complète des structures de Lie définies sur un feuilletage de Stephan-Sussman qui peut être considéré comme l'image d'un algèbroïde de Lie et en particulier une généralisation des structures de Lie classiques définies sur une variété de Finsler. Ces résultats servent de cadre à la définition de l'entropie d'un feuilletage singulier [57]. F. Pelletier et ses collaborateurs ont abordé l'étude des limites directes d'algèbroïdes de Lie-Banach dans [12]. Ce travail contient en particulier un critère d'intégration de limites directes de distributions banachiques singulières. Toujours dans le cadre de limites directes de variétés de Banach, le travail [59] est une étude du problème d'existence d'un théorème de Darboux dans ce contexte. Ils ont aussi considéré le contexte des limites projectives de variétés banachiques. Ils ont fait une étude des G-structures [2] et de variétés de Poisson dans ce cadre [61]. L'article [2] jette les bases d'une théorie des Groupoïdes de Lie de Banach qui permet de donner un éclairage nouveau sur de résultats classiques associés aux C^* -algèbre et en mécanique quantique.

Singularités et intégration motivique (SI, GM). Dans [14, 27] M. Raibaut poursuit son étude des singularités à l'infini des applications polynomiales complexes du point de vue motivique. En particulier, dans [27], article co-écrit avec L. Fantini, il montre que si une fonction polynomiale complexe a des singularités isolées à l'infini alors l'ensemble de bifurcation topologique formé des valeurs en dehors desquelles la fonction est une fibration topologique localement triviale est contenu dans l'ensemble de bifurcation motivique formé du discriminant de la fonction et des valeurs admettant des cycles proches motiviques à l'infini. S'inspirant des travaux de J. Nicaise et J. Sebag, les auteurs construisent aussi des cycles proches analytiques à l'infini au sens de V. Berkovich dont le volume est les cycles proches motiviques à l'infini. Dans [14] article co-écrit avec P. Cassou-Nogues, M. Raibaut étudie la fibre de Milnor motivique locale d'une courbe plane.

Intégration motivique et groupes algébriques (SI, GM). Dans [52], M. Raibaut avec K. Langlois et C. Pech déterminent le *volume motivique stringy* de G -variétés horosphériques log-terminales et de complexité 1, où G est un groupe algébrique linéaire connexe et réductif. Le volume motivique stringy d'une variété log-terminale est un invariant introduit par V. Batyrev qui joue un rôle important en symétrie miroir pour les variétés de Calabi-Yau. La formule obtenue étend les résultats récents de Batyrev-Moreau sur les invariants stringy des plongements sphériques. La preuve nécessite l'étude des espaces d'arcs des variétés horosphériques de complexité un et une description combinatoire de ces orbites. Un critère de lissité par comparaison des caractéristiques d'Euler usuelles et stringy est obtenu.

Analyse microlocale non archimédienne (GM). Dans [18], M. Raibaut avec R. Cluckers, I. Halupczok et F. Loeser étudient à l'aide de méthodes de théorie des modèles certaines constructions sur les distributions dans le contexte p -adique uniforme en la caractéristique résiduelle p , mais aussi dans un contexte de caractéristique positive grand par exemple $\mathbb{F}_p((t))$. Ils introduisent une classe de distributions de type C^{exp} et basée sur la notion de fonctions de classe C^{exp} introduite par R. Cluckers et I. Halupczok. Cette classe de distributions est stable sous transformation de Fourier et possède diverses formes de comportements uniformes le long des corps locaux non archimédiens. Ils étudient les fronts d'ondes, les pull-backs et push-forwards de ces classes et en particulier montrent que leur front d'onde est toujours égal au complémentaire du lieu des zéros d'une fonction de type C^{exp} .

Dans [10], Raibaut développe une notion de *front d'onde motivique* dans le cadre du corps des séries de Laurent $k((t))$ où k est un corps de caractéristique zéro. Par analogie avec celle d'Heifetz dans le cas p -adique, cette construction se fait à l'aide de l'intégration motivique de Cluckers–Loeser. Dans ce cadre de travail, les boules ne sont plus compactes en général, mais travailler dans un contexte définissable fournit de bons substituts à la finitude et aux propriétés de compacité. M. Raibaut construit notamment une notion de distributions définissables dans ce cadre motivique, distributions pour lesquelles on peut définir des notions de supports singulier et de Λ -front d'ondes (relatifs à certains sous-groupes multiplicatifs Λ du corps valué). Il étudie leur comportement sous les opérations naturelles de pull-back, produit tensoriel, produits de distributions. Par application des résultats de spécialisation de R. Cluckers et F. Loeser, les fronts d'ondes obtenus se spécialisent sur les fronts d'ondes p -adiques. L'un des points clés de l'article est la commutativité entre les foncteurs pull-back et push-forward pour les fonctions constructibles, résultat prouvé avec J. Cely dans [15].

Entropie volumique en géométrie de Hilbert (GSRF). Dans l'article [19], P. Verovic et B. Colbois construisent un domaine de Hilbert dans \mathbb{R}^2 qui n'est pas polygonal et dont l'entropie volumique est nulle, prouvant ainsi que la nullité de l'entropie volumique pour les polytopes de \mathbb{R}^n – établie par C. Vernicos – ne caractérise pas ces derniers. En outre, ils construisent un domaine de Hilbert dans \mathbb{R}^2 dont l'entropie volumique n'est pas une limite en réponse à une question restée ouverte jusqu'alors concernant les domaines de Hilbert qui n'admettent pas de quotient compact par un groupe d'isométries.

Spectre du Laplacien en géométrie de Hilbert (GSRF). Dans l'article [1], P. Verovic, T. Barthelmé, B. Colbois et M. Crampon étudient le spectre du Laplacien d'un domaine de Hilbert dans \mathbb{R}^n qui est fortement convexe et montrent que le bas du spectre essentiel est égal à $(n-1)^2/4$, valeur identique à celle de la géométrie hyperbolique. Cependant, ils construisent des domaines de Hilbert dans \mathbb{R}^n dont le Laplacien admet des valeurs propres aussi petites que l'on veut, ce qui n'est pas possible en géométrie hyperbolique.

Épigraphe et fonction strictement convexe (GM). Dans l'article [63], S. Simon et P. Verovic obtiennent une caractérisation des fonctions définies sur un espace vectoriel topologique réel qui admettent un épigraphe strictement convexe. Ils commencent par rappeler et généraliser la notion d'ensemble strictement convexe puis démontrent une caractérisation des fonctions d'épigraphe strictement convexe en reliant la topologie de l'épigraphe aux propriétés topologique et géométrique de la fonction.

Conjecture de Lehmer (DD). La démonstration de la Conjecture de Lehmer proposée en 2017 fait appel aux trois domaines suivants : Théorie de Fredholm généralisée et fonctions zêta dynamiques du beta-shift (travaux de Ruelle, Baladi, Keller), systèmes dynamiques arithmétiques de numération (beta-shift ; Rényi, Parry, Frougny, Lothaire, Arnoux) avec beta tendant vers 1 par valeurs positives, Théorie de séries divergentes inspirée de la Mécanique Céleste (Poincaré), développée ad-hoc, pour la description des zéros lenticulaires des déterminants de Fredholm généralisés à l'origine du minorant de la mesure de Mahler. Le premier manuscrit [11] de J.-L. Verger-Gaugry déposé en 2017 (hal-01584495) a été séparé et récrit en deux parties en 2019, la première sous forme d'un survey [12] sur la Conjecture de Lehmer et la Conjecture de

Schinzel-Zassenhaus ne contenant aucune partie sur la dynamique des nombres algébriques, la deuxième proposant les éléments de démonstration fondés sur les fonctions zêta dynamiques d’Artin-Mazur du beta-shift. Ce travail généralise le travail [64] de 2016 où l’exposition de la méthode des développements asymptotiques à la Poincaré pour les racines lenticulaires de trinômes de hauteur un est développée.

Nombres de Salem (DD). L’ensemble des nombres de Salem constitue une sous-classe particulière de mesures de Mahler. Les valeurs d’adhérence sont conjecturalement (Conjecture de Boyd) des nombres de Pisot. Le travail commun [29] avec C. Guichard, fondé sur des théorèmes d’entrecroisement de racines sur le cercle unité, introduit une méthode de représentation réelle n -dimensionnelle du voisinage d’un nombre de Salem de degré n , utilisant des fractions continues de Stieltjès ; ultérieurement pour s’appliquer à l’étude des suites d’entiers algébriques qui tendent vers ce nombre de Salem limite par les fonctions zêta dynamiques du beta-shift. Il s’agit des mêmes techniques dynamiques pour attaquer cette Conjecture de Boyd que celles développées pour l’attaque de la Conjecture de Lehmer.

Tau-conjecture réelle (GM). Les travaux de S. Tavenas se placent essentiellement à cheval entre la complexité arithmétique (partie plus développée dans la section de l’équipe LIMD) et la géométrie algébrique réelle (plus spécifiquement la théorie des Fewnomials). Un des principaux liens étant la tau-conjecture réelle introduite par P. Koiran. Intuitivement, cette conjecture borne le nombre de solutions réelles d’une composition de polynômes par une fonction polynomiale en le nombre de monômes considérés. S. Tavenas avait montré dans sa thèse que cette conjecture impliquait la conjecture de Valiant. Cette conjecture a été la base de plusieurs travaux de S. Tavenas. Dans [34, 35], S. Tavenas améliore les bornes, à la fois sur le nombre de racines réelles, et sur la taille de l’enveloppe convexe du polynôme de Newton associé, pour des polynômes issus de la tau-conjecture réelle. Finalement, dans [35], le cas extrémal inverse est étudié : si la composée de polynômes vérifie la condition de Kurtz (en particulier toutes ses racines sont réelles), alors on peut en déduire que les polynômes initiaux sont assez denses.

Fewnomials (GM). S. Tavenas s’est intéressé à des problèmes de la théorie des Fewnomials de nature purement géométriques. On sait depuis Khovanskii que le nombre de solutions réelles non dégénérées d’un système polynomial est majoré par une borne qui ne dépend que du nombre de termes présents et non du degré. Toutefois, on ne sait pas grand chose de l’optimalité de ces bornes actuellement exponentielles en le nombre de termes (comparer avec le produit des degrés du théorème de Bézout). Se restreignant à un cas particulier, S. Tavenas [33] a montré que le nombre d’intersections réelles, dans le plan, entre une courbe de degré d et une courbe définie par un polynôme de t monômes est au plus de l’ordre de $O(d^3t + t^3d^2)$, première borne polynomiale pour un tel système.

17.2 Faits marquants

- K. Kurdyka a été invité au Congrès International des Mathématiciens ICM 2018 à Rio de Janeiro en août 2018 pour donner un exposé dans la section de Géométrie Algébrique et Complexe sur ses travaux récents ([41, 11, 36, 38, 37] et [5]) avec W. Kurcharz.
- G. Comte a été Research Member au MSRI de Berkeley de janvier à mai 2014 à l’occasion du semestre « Model Theory, Arithmetic Geometry and Number Theory ».
- F. Bihan a été invité trois semaines au semestre « Tropical Geometry, Amoebas and Polytopes », Institut Mittag Leffler (Stockholm) en janvier 2018.
- K. Kurdyka a été porteur de l’ANR STAAVF « Singularités de Trajectoires de Champs de Vecteurs Analytiques et Algébriques » (2012–2016), dont G. Comte et O. Le Gal ont également été membres.
- La généralisation au cas multivarié de la règle de Descartes obtenu par F. Bihan et A. Dickenstein [5] a fait l’objet d’une présentation dans la rubrique Actualités Scientifiques de la Lettre INSMI du 31 mars 2017.

Parmi les principales publications de l’équipe, on peut mettre en avant les suivantes :

- Dans [5] F. Bihan et A. Dickenstein ont obtenu la toute première généralisation en plusieurs variables de la règle de Descartes.
- Dans [4], F. Bihan a obtenu de nouveaux résultats dans la théorie sur le comptage de nombres de points entiers dans les polytopes convexes et obtenu des bornes optimales sur le nombre de solutions de systèmes polynomiaux tropicaux.
- F. Bihan et I. Soprunov obtiennent dans [10] une caractérisation de l’inégalité stricte entre volumes

mixtes de polytopes convexes.

- Dans [17] G. Comte et ses collaborateurs R. Cluckers, D. Miller, J.-P. Rolin, T. Servi donnent une description explicite de la plus petite algèbre de fonctions contenant les fonctions sous-analytiques, et qui soit stable par intégration et transformée de Fourier.
- Dans [16] R. Cluckers, G. Comte et F. Loeser obtiennent des résultats de type comptage de points de hauteur bornée dans le cadre non archimédien et établissent notamment une version p -adique d'un théorème de Pila-Wilkie.
- Dans [23] G. Comte et Y. Yomdin obtiennent un résultat de type borne de Bézout pour l'intersection d'une courbe algébrique et le graphe d'une fonction analytique transcendante.
- Dans une série de travaux, desquels on peut extraire [36] et [41], K. Kurdyka et W. Kurcharz ont obtenu des résultats permettant des avancées significatives dans la théorie des fibrés vectoriels en géométrie algébrique réelle et dans la théorie des fonctions rationnelles continues.
- L'article [40] qui retrace les travaux mentionnés précédemment est à paraître aux proceedings du Congrès International des Mathématiciens ICM 2018.
- L'article [54] de O. Le Gal, F. Sanz et P. Speissegger représente une avancée importante dans la description qualitative des trajectoires de champs analytiques autour des points singuliers.
- L'article [58] de F. Pelletier traite en profondeur d'une généralisation des structures de Lie classiques sur les variétés de Finsler.
- L'article [2] de F. Pelletier et ses co-auteurs porte sur une théorie des Groupoïdes de Lie de Banach.
- Avec K. Langlois et C. Pech, M. Raibaut calcule dans [52] le volume motivique stringy d'une G -variété de complexité 1 et log-terminale, généralisant ainsi des résultats de Batyrev-Moreau.
- Dans [18], M. Raibaut, R. Cluckers, I. Halupczok et F. Loeser introduisent et étudient une classe de distributions basée sur la notion de fonctions de classe C^{exp} .
- Dans l'article [19], B. Colbois et P. Verovic, montre en particulier que les polytopes de \mathbb{R}^n ne sont pas les seuls domaines de Hilbert dont l'entropie volumique est nulle.
- Dans l'article [1], T. Barthelmé, B. Colbois, M. Crampon et P. Verovic étudient le spectre du Laplacien de certains domaines de Hilbert dans \mathbb{R}^n .
- Dans l'article [64] J.-L. Verger-Gaugry introduit une méthode de séries divergentes (développements asymptotiques à la Poincaré) pour l'étude des racines lenticulaires de trinômes de hauteur un, inspirée par les « Leçons de Mécanique Céleste : professées à la Sorbonne », de H. Poincaré (1905).
- Dans l'article [35] S. Tavenas, avec P. Koiran et N. Portier, obtient une borne polynomiale en d et t sur le nombre de points d'intersection réels entre une courbe plane de degré d et une courbe définie par un polynôme avec t monômes.

Septième partie

PROJET ET STRATÉGIE À CINQ ANS DE L'ÉQUIPE GÉOMÉTRIE

18. ANALYSE SWOT

Forces.

- La plupart des membres de l'équipe sont des experts reconnus internationalement dans leurs thématiques, celles-ci étant en plein développement.
- Participations et invitations nombreuses à des conférences internationales ou à des semestres thématiques.
- Un large champ de thématiques avec des interactions importantes au sein de l'équipe, offrant un ensemble cohérent, en prise avec les thématiques les plus vivantes : o-minimalité, géométrie algébrique et non archimédienne, intégration motivique, application de la o-minimalité à la théorie des nombres.
- Un séminaire actif réunissant les membres de l'équipe autour de thèmes largement communs.
- Investissement important au niveau des tâches d'ordre administratives et pédagogiques.

Risques liés au contexte.

- Deux départs à la retraite lors du prochain contrat sans visibilité sur le devenir de ces postes.
- Déséquilibre entre le nombre de rangs A et de rangs B (1 PR de l'équipe est totalement investi dans sa tâche de directeur de l'UFR).

Opportunités.

- Nouvelle tutelle demandée de l'Université Intégrée (UI) de Grenoble, ouvrant aux AAP de l>IDEX et à une collaboration systématique avec les laboratoires de mathématiques grenoblois.
- Accueil de doctorants/doctorantes et de post-doctorants/post-doctorantes via l>IDEX de l'UI et le labex Persyval-Lab.
- Possibilité de recrutement d'excellence en cas de poste ré-attribué à l'équipe.

19. STRUCTURATION, EFFECTIFS ET ORIENTATIONS SCIENTIFIQUES

Structuration-Effectifs. L'équipe de géométrie est actuellement composée de **3 PR**, **5 MCF**, **2 CR**, **1 PR** émérite (F. Pelletier) et de **2** collaborateurs bénévoles. Un PR pleinement investi dans sa charge de directeur de l'UFR ScEM (P. Orro) et un autre est le directeur du LAMA (G. Comte). Un MCF de l'équipe est titulaire d'une HDR (F. Bihan). Les deux CR sont affectés à 50 % chacun dans l'équipe GÉO et l'équipe LIMD : S. Tavenas est actif dans la thématique « Géométrie réelle », plus spécifiquement « Fewnomials », et travaille notamment avec F. Bihan, tandis que J.-L. Verger Gaugry contribue à la thématique « Théorie des nombres » de l'équipe.

L'équipe encadre actuellement **4** étudiants en thèse :

- L. Andersen (thèse de l'école doctorale MSTII débutée en 2017, encadrée par G. Comte et M. Raibaut).
- C. Le Texier (thèse de l'Univ. d'Oslo débutée en 2018, encadrée par K. Shaw (Univ. Oslo) et F. Bihan).
- R. Nguyen (thèse de l'école doctorale MSTII débutée en 2015, encadrée par G. Comte).
- M. Vakili (thèse de l'école doctorale MSTII débutée en 2016, encadrée par K. Kurdyka et O. Le Gal).

Orientations scientifiques. La plupart des membres de l'équipe (F. Bihan, G. Comte, K. Kurdyka, P. Orro, M. Raibaut, S. Simon) sont membres du GDR **Singularités et Applications**, qui regroupe les chercheurs sur la base très large de la géométrie des singularités et de leurs applications.

F. Bihan est membre de l'ANR **ENUMGEOM** dont le porteur principal est Penkia Georgevia et qui fédère ses membres autour des aspects réels, symplectiques et tropicaux de la géométrie énumérative.

G. Comte et M. Raibaut sont membres de l'ANR **DEFI GEO** dont le porteur principal est F. Loeser. Ce projet ANR fédère ses membres autour des propriétés géométriques des ensembles définissables dans des structures définies sur des corps valués ou sur le corps des réels. Les outils sont en général ceux de la théorie des modèles, de l'intégration motivique, de la géométrie o-minimale et de Berkovich.

G. Comte et K. Kurdyka sont membres de l'ANR **LISA** qui fédère ses membres autour des singularités et de la géométrie lipschitz.

G. Comte et O. Le Gal sont membres du GDR **EFI**, dont le porteur est T. Rivoal (**Institut Fourier**) qui fédère ses membres autour de domaines dont les équations fonctionnelles sont soit l'objet d'étude, soit comptent parmi les outils importants pour les applications. Ces domaines concernent les mathématiques fondamentales et appliquées, l'informatique et la physique théorique.

J.-L. Verger-Gaugry est membre du GDR **STN** qui fédère les recherches en théorie des nombres en France.

P. Verovic est membre du tout nouveau projet du GDR CNRS « Géométrie différentielle et mécanique » (janvier 2019, projet piloté conjointement par A. Hamdouni, PR à l'université de La Rochelle, et B. Kolev, DR à Aix-Marseille Université) lié à l'INSIS (Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes) et à l'INSMI. Ce GDR rassemble une trentaine de mécaniciens et de mathématiciens et un de ses rôles sera de faire émerger des thèmes porteurs à l'interface entre la géométrie différentielle et la mécanique classique.

M. Raibaut et O. Le Gal sont les deux derniers MCF recrutés dans l'équipe de géométrie. Ils projettent tous les deux de soutenir une HDR très prochainement. À cet effet, chacun d'eux a fait en 2018 des demandes de délégations CNRS ainsi que de CRCT.

Projets scientifiques. Nous présentons maintenant les projets de recherche de l'équipe de géométrie.

- **Existence de solutions à un système d'équations polynomiales** Dans un travail en cours avec A. Dickenstein et M. Giaroli, F. Bihan obtient des conditions de signes sur la matrice des coefficients et la matrice des exposants qui assurent qu'un système d'équations polynomiales a au moins une solution positive. Les outils principaux sont différentes versions de la dualité de Gale pour les systèmes polynomiaux couplés à une utilisation classique de la notion de degré de fonction. Ils observent des connexions inattendues avec la théorie des idéaux toriques, et plus particulièrement des « mixed dominating matrices ». Leurs conditions s'appliquent particulièrement lorsque l'idéal torique correspondant au support est une intersection complète ou n'est pas Cohen-Macaulay (la version actuelle de l'article fait trente pages).
- **Règle de Descartes.** Dans un travail en cours avec A. Dickenstein et J. Forsgard, F. Bihan améliore substantiellement la borne de l'article [5]. La nouvelle borne est de nouveau un nombre de variations de signes dans une suite de mineurs maximaux d'une matrice, mais cette fois-ci cette borne est optimale pour tout circuit donné (contrairement à la précédente). Le résultat principal de B. El Hilany dans [25] peut alors se voir comme une conséquence de cette nouvelle borne. Dans un travail en cours F. Bihan obtient une version hybride entre règle de Descartes (borne donnée par un nombre de variations de signes) et borne fewnomiale (borne ne dépendant que du nombre de monômes) qui raffine la meilleure borne connue sur le nombre de solutions positives de n'importe quel système polynomial (borne obtenue par F. Bihan et F. Sottile en 2007).
- **Géométrie modérée réelle.** G. Comte et ses collaborateurs (R. Cluckers, D. Miller, J.-P. Rolin, T. Servi) souhaitent développer l'approche donnée dans [17] qui permet de décrire des algèbres de fonctions, contenant les fonctions sous-analytiques, et stables par transformation de Fourier. Cette stratégie repose, en dehors des techniques classiques de géométrie o-minimale de décomposition cellulaire et de préparation, sur l'étude fine de l'asymptotique à l'infini d'intégrales oscillantes. Pour l'instant les techniques d'analyse semi-classique ne permettent pas de traiter le problème. Il s'agit donc de comprendre comment la modération géométrique des intégrandes permet de déduire une échelle asymptotique suffisamment fine pour les développements asymptotiques de leurs intégrales oscillantes.
- **Analogues d'invariants de Vitushkin en géométrie non archimédienne.** G. Comte projette avec I. Halupczok (Düsseldorf) de donner un substitut non archimédien à des invariants de géométrie intégrale réelle, les invariants de Vitushkin. Ceux-ci sont définis comme des moyennes des nombres de composantes connexes des sections planes k -dimensionnelles, $k = 0, \dots, n$ d'un

ensemble compact $X \subset \mathbb{R}^n$. Or la notion de composante connexe fait défaut en géométrie non archimédienne; il s'agit alors de trouver une approche garantissant une définition de ces invariants qui possède les mêmes conséquences géométriques que les invariants réels. Là encore, en géométrie réelle, ces conséquences étant des inégalités liées à l'entropie métrique, une version non archimédienne des invariants de Vitushkin suppose une recherche d'équivalents non-archimédiens de notions proprement réelles. Ces difficultés peuvent sans doute être surmontées à l'aide de l'intégration motivique et des t -stratifications.

- **Théorie des fibrés vectoriels réels et inégalité KŁ.** Les projets en cours de K. Kurdyka comprennent la poursuite du travail avec W. Kucharz sur une nouvelle théorie des fibrés vectoriels en géométrie algébrique réelle, ainsi que le problème de sélection semi-algébrique (et arc-analytique) à la Micheal. Dans cette direction, un premier pas a été déjà fait par Ch. Fefferman et J. Kollár dans le cas des sous-espaces affines (voir aussi [38]). De façon générale K. Kurdyka va poursuivre ses recherches sur les fonctions rationnelles continues, une thématique actuellement en pleine expansion.
- **Familles analytiques de matrices symétriques.** La thèse de M. Vakili, encadrée par O. Le Gal et K. Kurdyka, porte sur l'étude du comportement de valeurs et vecteurs propres de familles analytiques (par exemple, affines) de matrices symétriques. Cette recherche est motivée par plusieurs applications potentielles, par exemple en optimisation (spectrahedra et semidefinite programming) et scattering theory.
- **Talweg et convexifications des fonctions polynômiales.** Un autre projet de K. Kurdyka avec J. Bolte (Toulouse) est de mieux comprendre l'aspect du talweg dans l'organisation du flot de gradient. Il s'agit d'une extension et d'un renforcement important de l'inégalité dite KŁ (Kurdyka-Łojasiewicz) qui est aujourd'hui fréquemment utilisée en optimisation et systèmes dynamiques. K. Kurdyka et J. Bolte ont déjà travaillé sur ce projet lors d'un séjour de recherche en binôme au CIRM en juin 2016. Enfin, K. Kurdyka compte continuer sa collaboration avec S. Spodzieja sur divers aspects des convexifications des fonctions polynômiales.
- **Du formel aux définissables.** Avec T. Servi et E. Vieillard-Baron, O. Le Gal s'intéresse à des algèbres de fonctions quasi-analytiques \mathcal{A} (c'est à dire, où le développement de Taylor détermine les fonctions parmi celles de la classe). Celles-ci sont connues pour engendrer des structures o-minimales (Rolin, Speissegger, Wilkie), et ils cherchent à comprendre ce que les ensembles définissables dans la structure engendrée par \mathcal{A} doivent à l'algèbre formelle $\hat{\mathcal{A}}$ image de \mathcal{A} par l'application de Taylor. Il doit être possible de montrer que si \mathcal{A} et \mathcal{A}' ont les mêmes jets de Taylor, c'est-à-dire si $\hat{\mathcal{A}} = \hat{\mathcal{A}'}$, alors il existe un isomorphisme (au sens booléen et du produit cartésien) entre les germes d'ensembles lisses définissables dans \mathcal{A} et dans \mathcal{A}' . Ce travail se base sur la résolution des singularités dans les classes quasi-analytiques de E. Bierstone et P. Milman et sur un résultat d'élimination des quantificateurs de J.-P. Rolin et T. Servi. Il permet de donner une description complète des germes de fonctions C^∞ définissables dans la structure engendrée par une classe quasi-analytique donnée, ce qui donne un analogue dans le cadre réel, d'une réponse à une conjecture formulée par A. Wilkie dans un cadre analytique complexe.
- **Clôture pfaffienne quasi-analytique.** O. Le Gal et A. Belotto travaillent à construire une clôture pfaffienne pour les classes quasi-analytiques. La notion de clôture pfaffienne existe dans le cadre o-minimal (suite aux travaux de A. Khovanskii, A. Wilkie, de l'école dijonnaise avec R. Moussu, C. Roche, J.-M. Lion, J.-P. Rolin, puis suite aux travaux de P. Speissegger) : toute structure o-minimale admet une expansion o-minimale, close par l'ajout de feuilles de Rolle de feuilletages définissables emboîtés. Il s'agit alors de construire, pour une classe quasi-analytique \mathcal{A} donnée, une nouvelle classe quasi-analytique \mathcal{A}' contenant \mathcal{A} , et close par l'ajout de feuilles particulières de feuilletages induits par des formes différentielles à coefficients dans \mathcal{A}' . Il s'agirait de montrer que si une feuille est solitaire, au sens où elle n'a pas de contact plat avec une autre feuille du même feuilletage, alors la classe qu'elle engendre est encore quasi-analytique. Cette condition « être une feuille solitaire » viendrait ainsi remplacer la condition de Rolle utilisée dans le cadre o-minimal. La classe obtenue à partir de \mathcal{A} par saturation d'ajout de feuilles solitaires donnerait la clôture \mathcal{A}' cherchée. Un résultat positif aurait ainsi deux types de conséquences : d'une part il montrerait la o-minimalité de nouveaux objets (les feuilles solitaires restreintes qui ne proviennent pas de feuilletages emboîtés), et d'autre part, il donnerait aux feuilles solitaires un

caractère intrinsèquement quasi-analytique (typiquement, ajouter l'exponentielle restreinte ou le sinus restreint à n'importe quelle classe quasi-analytique conservera la quasi-analyticité).

- **Projective and direct limits of geometrical Banach structures.** F. Pelletier et son collaborateur P. Cabau écrivent actuellement un livre (« Projective and direct limits of geometrical Banach structures ») fondé sur des résultats antérieurs obtenus par F. Pelletier et complétés par d'autres résultats sur des feuilletages singuliers et groupoïdes de Lie Banach obtenus en collaboration avec P. Cabau. D'autre part, F. Pelletier et D. Beltita ont commencé à travailler sur l'intégrabilité des algébroïdes de Lie-Banach par des groupoïdes de Lie Banach. Ils projettent également de généraliser au cadre banachique la notion de Q -variété introduite dans les années 80 par R. Barre à propos des espaces quotients de feuilletages réguliers. Ces résultats devraient donner lieu à une description des orbites de l'action d'une algèbre de Lie de Banach sur une variété de Banach.
- **Singularités et intégration motivique.** En collaboration avec L. Fantini, M. Raibaut souhaite étudier la géométrie des cycles proches analytiques à l'infini d'un polynôme à coefficients complexes, introduits dans [27]. En particulier, dans la lignée des travaux de F. Loeser, J. Nicaise et J. Sebag sur l'invariant de Serre motivique, il espère que cet espace analytique au sens de V. Berkovich, permettra de mieux comprendre les phénomènes de non équisingularité à l'infini du polynôme. Cette étude commencera par le cas des courbes planes, en prenant appui sur un travail en cours avec P. Cassou-Noguès où les cycles proches motiviques à l'infini d'un polynôme à deux variables sont calculés en toute généralité en termes de polygones de Newton itérés. Par ailleurs, toujours dans le contexte des courbes planes, où le résultat est connu pour la monodromie locale, M. Raibaut souhaite travailler sur la *conjecture de la monodromie* pour les singularités à l'infini. Il s'agira de relier les pôles des fonctions zêta intervenant dans la définition des cycles proches motiviques à l'infini avec les valeurs propres des opérateurs de monodromie (à l'infini ou pour une valeur de bifurcation).
- **Analyse microlocale non archimédienne.** M. Raibaut souhaite poursuivre ses travaux sur les fronts d'ondes de distributions en analyse non archimédienne présentés dans [18] et [10]. Par analogie avec le cas réel, il se propose d'étudier les fronts d'ondes motiviques de distributions associées à des variétés algébriques ou à des opérateurs intégraux. Plus généralement, dans le cadre réel, L. Hörmander montre que tout fermé du cotangent de \mathbb{R}^n conique en le covecteur, est front d'ondes d'une distribution définie sur \mathbb{R}^n . Dans [18], R. Cluckers, I. Halupczok, F. Loeser et M. Raibaut, étendent ce résultat au cadre p -adique. Il est alors naturel de pousser l'analogie au cadre t -adique. À travers l'étude de ces exemples, M. Raibaut souhaite mieux cerner les limites de l'usage de la définissabilité dans les constructions motiviques. En effet, même si celle-ci semble nécessaire pour obtenir de la finitude et construire ainsi les objets, elle contraint néanmoins techniquement les résultats obtenus.
- **Norme de Minkowski et fonction strictement sous-convexe.** Dans un travail en préparation, S. Simon et P. Vérovic s'intéressent actuellement aux notions de fonction strictement sous-convexe et positivement homogène et montrent comment celles-ci impliquent des propriétés de régularité. Ces résultats donnent des propriétés pour les normes de Minkowski et caractérisent les espaces vectoriels normés « strictement convexes ».
- **Dynamique du gradient Finslerien.** Dans un deuxième travail en préparation, S. Simon et P. Vérovic donnent une définition du champ de gradient d'une fonction sur une variété de Finsler à métrique strictement convexe et étudient les propriétés de sa dynamique en les comparant à celles d'un gradient riemannien.
- **Mesures de Mahler.** J.-L. Verger Gaugry souhaite développer les méthodes de fonctions zêta dynamique d'Artin-Mazur pour l'étude des valeurs d'adhérence de l'ensemble des mesures de Mahler. Les objets géométriques et les interprétations cohomologiques (Deninger) correspondant à ces points limites font l'objet de nombreuses superbes conjectures (Lalin, Boyd, Bertin, Zudilin, Bruhault,...), et seront abordés de manière neuve par les présentes techniques de dynamique.
- **Intersections de courbes creuses.** Dans un travail en cours, S. Tavenas avec l'aide de B. El Hilany cherche à améliorer le majorant connu sur le nombre d'intersections entre une courbe plane définie par un polynôme t -creux et une courbe définie par un trinôme. L'approche via les dessins d'enfants utilisée par B. El Hilany dans [3] est à combiner avec les travaux de S. Tavenas [34].

- **Systèmes maximalement positifs.** Un système polynomial réel est appelé maximalement positif si toutes ses solutions complexes (à coordonnées non nulles) sont en fait réelles et positives. Dans [3] F. Bihan caractérise les circuits supportant de tels systèmes. En particulier il remarque que ces circuits ont la propriété d'admettre des relations affines n'utilisant que 1 et 2 comme coefficients non nuls (au signe près). Cette propriété est également vraie en dimension 1 : un polynôme en une variable dont toutes les racines complexes non nulles sont strictement positives a un support constitué de points entiers consécutifs. F. Bihan, P. J. Spaenlehauer et S. Tavenas ont obtenu des résultats partiels appuyant la conjecture selon laquelle cette propriété pourrait être satisfaite en général.

20. ANNEXE 6 - Produits et activités de la recherche de l'équipe GÉOMÉTRIE

20.1 Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique de l'équipe Géométrie

20.1.1. Journaux, revues

Articles publiés dans des revues à comité de lecture - Équipe Géométrie

- [1] Thomas BARTHELMÉ, Bruno COLBOIS, Mickaël CRAMPON et Patrick VEROVIC. Laplacian and spectral gap in regular Hilbert geometries. *Tohoku Math. J. (2)*, 66(3):377–407, 2014.
- [2] Daniel BELTITA, Tomasz GOLINSKI, George JAKIMOWICZ et Fernand PELLETIER. Banach-Lie groupoids and generalized inversion. *Journal of Functional Analysis*, 276, 2019.
- [3] Frédéric BIHAN. Maximally positive polynomial systems supported on circuits. *J. Symbolic Comput.*, 68(part 2):61–74, 2015.
- [4] Frédéric BIHAN. Irrational mixed decomposition and sharp fewnomial bounds for tropical polynomial systems. *Discrete Comput. Geom.*, 55(4):907–933, 2016.
- [5] Frédéric BIHAN et Alicia DICKENSTEIN. Descartes' rule of signs for polynomial systems supported on circuits. *Int. Math. Res. Not. IMRN*, 22:6867–6893, 2017.
- [6] Frédéric BIHAN, Alicia DICKENSTEIN et Magalí GIAROLI. Lower bounds for positive roots and regions of multistationarity in chemical reaction networks. *À paraître dans Journal of Algebra*, [arXiv:1807.05157](https://arxiv.org/abs/1807.05157), 30 pages, 2018.
- [7] Frédéric BIHAN, Alicia DICKENSTEIN et Magali GIAROLLI. Regions of multistationarity in cascades of Goldbeter-Koshland loops. *A. J. Math. Biol.*, [arXiv:1807.08400](https://arxiv.org/abs/1807.08400), 78(1115), 2019.
- [8] Frédéric BIHAN et Boulos EL HILANY. A sharp bound on the number of real intersection points of a sparse plane curve with a line. *J. Symbolic Comput.*, 81:88–96, 2017.
- [9] Frédéric BIHAN, Francisco SANTOS et Pierre-Jean SPAENLEHAUER. A Polyhedral Method for Sparse Systems with Many Positive Solutions. *SIAM J. Appl. Algebra Geom.*, 2(4):620–645, 2018.
- [10] Frédéric BIHAN et Ivan SOPRUNOV. Criteria for strict monotonicity of the mixed volume of convex polytopes. *À paraître dans Advances in Geometry*, [arXiv:1702.07676](https://arxiv.org/abs/1702.07676), 18 pages, 2017.
- [11] Marcin BILSKI, Krzysztof KURDYKA, Adam PARUSIŃSKI et Guillaume ROND. Higher order approximation of analytic sets by topologically equivalent algebraic sets. *Math. Z.*, 288(3-4):1361–1375, 2018.
- [12] Patrick CABAU et Fernand PELLETIER. Integrability on direct limit of Banach manifolds. *À paraître dans Ann. Faculté des sciences Toulouse*, [arXiv:140.371v3](https://arxiv.org/abs/140.371v3), 2019.
- [13] Jean-Baptiste CAMPESATO, Toshizumi FUKUI, Adam PARUSIŃSKI et Krzysztof KURDYKA. Arc spaces, motivic measure and Lipschitz geometry of real algebraic sets. *À paraître dans Math. Annalen*, [arXiv:1807.05160](https://arxiv.org/abs/1807.05160), 36 pages, 2018.
- [14] Pierrette CASSOU-NOGUÈS et Michel RAIBAUT. Newton transformations and the motivic Milnor fiber of a plane curve. *Singularities, Algebraic Geometry, Commutative Algebra, and Related Topics : Festschrift for Antonio Campillo on the Occasion of his 65th Birthday*, Springer International Publishing, pages 145–189, 2018.

- [15] Jorge CELY et Michel RAIBAUT. On the commutativity of pull-back and push-forward functors on motivic constructible functions. *À paraître dans The Journal of Symbolic Logic*, [arXiv:1811.06850](#), 28 pages, 2019.
- [16] Raf CLUCKERS, Georges COMTE et François LOESER. Non-Archimedean Yomdin-Gromov parametrizations and points of bounded height. *Forum Math. Pi*, 3:e5, 60 pages, 2015.
- [17] Raf CLUCKERS, Georges COMTE, Daniel J. MILLER, Jean-Philippe ROLIN et Tamara SERVI. Integration of oscillatory and subanalytic functions. *Duke Math. J.*, 167(7):1239–1309, 2018.
- [18] Raf CLUCKERS, Immanuel HALUPCZOK, François LOESER et Michel RAIBAUT. Distributions and wave front sets in the uniform non-archimedean setting. *Trans. London Math. Soc.*, 5(1):97–131, 2018.
- [19] Bruno COLBOIS et Patrick VEROVIC. Two properties of volume growth entropy in Hilbert geometry. *Geom. Dedicata*, 173:163–175, 2014.
- [20] Georges COMTE. Deformation of singularities and additive invariants. *J. Singul.*, 13:11–41, 2015.
- [21] Georges COMTE et Goulwen FICHO. Grothendieck ring of semialgebraic formulas and motivic real Milnor fibers. *Geom. Topol.*, 18(2):963–996, 2014.
- [22] Georges COMTE et Chris MILLER. Points of bounded height on oscillatory sets. *Q. J. Math.*, 68(4):1261–1287, 2017.
- [23] Georges COMTE et Yosef YOMDIN. Zeroes and rational points of analytic functions. *À paraître dans Ann. Inst. Fourier (Grenoble)*, [arXiv:1608.02455](#), 32 pages, 2018.
- [24] Si Tiep DINH et Krzysztof KURDYKA. Horizontal gradient of polynomial functions for the standard Engel structure on \mathbb{R}^4 . *J. Dyn. Control Syst.*, 22(1):15–34, 2016.
- [25] Boulos EL HILANY. Characterization of circuits supporting polynomial systems with the maximal number of positive solutions. *Discrete Comput. Geom.*, 58(2):355–370, 2017.
- [26] Boulos EL HILANY. Constructing polynomial systems with many positive solutions using tropical geometry. *Rev. Mat. Complut.*, 31(2):525–544, 2018.
- [27] Lorenzo FANTINI et Michel RAIBAUT. Motivic and analytic nearby fibers at infinity and bifurcation sets. *À paraître dans Arc scheme and singularities*, World Scientific Publishing, [arXiv:1810.06253](#), 18 pages, 2018.
- [28] Aleksandra GALA-JASKÓRZYŃSKA, Krzysztof KURDYKA, Katarzyna KUTA et Stanisław SPODZIEJA. Positivstellensatz for homogeneous semialgebraic sets. *Arch. Math. (Basel)*, 105(5):405–412, 2015.
- [29] Christelle GUICHARD et Jean-Louis VERGER-GAUGRY. On Salem numbers, expansive polynomials and Stieltjes continued fractions. *J. Théor. Nombres Bordeaux*, 27:769–804, 2015.
- [30] Zbigniew JELONEK, Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Vector bundles and blowups. *In Analytic and algebraic geometry. 2*, pages 75–78. Łódź Univ. Press, Łódź, 2017.
- [31] Zbigniew JELONEK et Krzysztof KURDYKA. Reaching generalized critical values of a polynomial. *Math. Z.*, 276(1-2):557–570, 2014.
- [32] Gareth JONES, Jonathan KIRBY, Olivier LE GAL et Tamara SERVI. On local definability of holomorphic functions. *Quarterly Journal of Mathematics*, 1:1–18, 2019.
- [33] Pascal KOIRAN, Natacha PORTIER et Sébastien TAVENAS. On the intersection of a sparse curve and a low-degree curve : A polynomial version of the lost theorem. *Discrete & Computational Geometry*, 53(1):48–63, 2015.
- [34] Pascal KOIRAN, Natacha PORTIER et Sébastien TAVENAS. A Wronskian approach to the real τ -conjecture. *J. Symb. Comput.*, 68:195–214, 2015.
- [35] Pascal KOIRAN, Natacha PORTIER, Sébastien TAVENAS et Stéphan THOMASSÉ. A τ -conjecture for newton polygons. *Foundations of Computational Mathematics*, 15(1):185–197, 2015.
- [36] János KOLLÁR, Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Curve-rational functions. *Math. Ann.*, 370(1-2):39–69, 2018.
- [37] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Some conjectures on continuous rational maps into spheres. *Topology Appl.*, 208:17–29, 2016.

- [38] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Linear equations on real algebraic surfaces. *Manuscripta Math.*, 154(3-4):285–296, 2017.
- [39] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Rationality of semialgebraic functions. In *Analytic and algebraic geometry. 2*, pages 85–96. Łódź Univ. Press, Łódź, 2017.
- [40] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. From continuous rational to regulous function. *À paraître dans Proc. ICM 2018, Rio de Janeiro, World Scientific*, 3:737–767, 2018.
- [41] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Stratified-algebraic vector bundles. *J. Reine Angew. Math.*, 745:105–154, 2018.
- [42] Krzysztof KURDYKA. Analytic arcs and real analytic singularities. In *Real algebraic geometry*, volume 51 de *Panor. Synthèses*, pages 79–106. Soc. Math. France, Paris, 2017.
- [43] Krzysztof KURDYKA, Olivier LE GAL et Xuan Viet Nhan NGUYEN. Tangent cones and C^1 regularity of definable sets. *J. Math. Anal. Appl.*, 457(1):978–990, 2018.
- [44] Krzysztof KURDYKA, Maria MICHALSKA et Stanisław SPODZIEJA. Bifurcation values and stability of algebras of bounded polynomials. *Adv. Geom.*, 14(4):631–646, 2014.
- [45] Krzysztof KURDYKA, Beata OSIŃSKA-ULRYCH, Grzegorz SKALSKI et Stanisław SPODZIEJA. Sum of squares and the Łojasiewicz exponent at infinity. *Ann. Polon. Math.*, 112(3):223–237, 2014.
- [46] Krzysztof KURDYKA, Beata OSIŃSKA-ULRYCH, Grzegorz SKALSKI et Stanisław SPODZIEJA. Effective Łojasiewicz gradient inequality for generic Nash functions with isolated singularity. *Bull. Soc. Sci. Lett. Łódź Sér. Rech. Déform.*, 66(3):47–64, 2016.
- [47] Krzysztof KURDYKA et Laurentiu PAUNESCU. Nuij type pencils of hyperbolic polynomials. *Canad. Math. Bull.*, 60(3):561–570, 2017.
- [48] Krzysztof KURDYKA et Wiesław PAWLICKI. O-minimal version of Whitney’s extension theorem. *Studia Math.*, 224(1):81–96, 2014.
- [49] Krzysztof KURDYKA et Stanisław SPODZIEJA. Separation of real algebraic sets and the Łojasiewicz exponent. *Proc. Amer. Math. Soc.*, 142(9):3089–3102, 2014.
- [50] Krzysztof KURDYKA et Stanisław SPODZIEJA. Convexifying positive polynomials and sums of squares approximation. *SIAM J. Optim.*, 25(4):2512–2536, 2015.
- [51] Krzysztof KURDYKA, Stanisław SPODZIEJA et Anna SZLACHCIŃSKA. Metric properties of semialgebraic mappings. *Discrete Comput. Geom.*, 55(4):786–800, 2016.
- [52] Kevin LANGLOIS, Clelia PECH et Michel RAIBAUT. Stringy invariants for horospherical varieties of complexity one. *Algebraic Geometry*, 6(3):346–383, 2019.
- [53] Olivier LE GAL. Solitary trajectories of analytic vector fields. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Serie A. Matemáticas*, pages 1–10, 2018.
- [54] Olivier LE GAL, Fernando SANZ et Patrick SPEISSEGGER. Trajectories in interlaced integral pencils of 3-dimensional analytic vector fields are o-minimal. *Trans. Amer. Math. Soc.*, 370(3):2211–2229, 2018.
- [55] Patrice ORRO. Du tumulus au gradient horizontal. *J. Singul.*, 13:205–216, 2015.
- [56] F. PELLETIER, R. SAFFIDINE et N. BENSALÉM. Möbius transformations and the configuration space of a Hilbert snake. *Bull. Sci. Math.*, 139(8):847–879, 2015.
- [57] Fernand PELLETIER. On Finsler entropy of smooth distributions and Stefan-Sussman foliations. *À paraître dans Ann. Inst. Fourier (Grenoble)*, [arXiv:1506.03205](https://arxiv.org/abs/1506.03205), 2015.
- [58] Fernand PELLETIER. Geometrical structures on the prolongation of a pre-Lie algebroid on fibered manifolds and application to partial Finsler geometry on foliated anchored bundle. *À paraître dans Ann. Inst. Fourier (Grenoble)*, [arXiv:1412.6742](https://arxiv.org/abs/1412.6742), 2016.
- [59] Fernand PELLETIER. On Darboux theorem for symplectic forms on direct limits of symplectic Banach manifolds. *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*, 15, 2018.
- [60] Fernand PELLETIER. Conic sub-Hilbert-Finsler structure on a Banach manifold. *WMPG XXXVI 2017 Trends in Mathematics ed P. Kiellanowski; A Odziejewicz, E Previato*, À paraître en 2019.
- [61] Fernand PELLETIER et Patrick CABAU. Convenient partial Poisson manifolds. *J. Geom. Phys.*, 136:173–194, 2019.

- [62] Fernand PELLETIER et Mayada SLAYMAN. Configurations of an articulated arm and singularities of special multi-flags. *SIGMA Symmetry Integrability Geom. Methods Appl.*, 10:Paper 059, 38, 2014.
- [63] Stéphane SIMON et Patrick VEROVIC. Functions with strictly convex epigraph. *Math. Inequal. Appl.*, 21(3):795–816, 2018.
- [64] Jean-Louis VERGER-GAUGRY. On the conjecture of Lehmer, limit Mahler measure of trinomials and asymptotic expansions. *Unif. Distrib. Theory*, 11:79–139, 2016.

20.1.2. *Ouvrages*

Ouvrages - Équipe Géométrie

20.1.3. *Colloques, congrès, séminaires*

Articles publiés dans des actes de colloques - Équipe Géométrie

20.1.4. *Articles soumis*

Articles soumis dans des revues à comité de lecture - Équipe Géométrie

- [1] Daniel BELTITA, Fernand PELLETIER et Nesrine ZERGANE. On the smoothness of some quotient of Lie groups. *preprint*, 2018.
- [2] Patrick CABAU et Fernand PELLETIER. Projective and direct limits of banach G- structures and tensor structures. *soumis à Indagationes Mathematicae*, [arXiv:1408.371v3](#), 2019.
- [3] Boulos EL HILANY. Counting positive intersection points of a trinomial and a t-nomial curves via Groethendieck’s dessin d’enfant. [arXiv:1512.05688v1](#), 32 pages, 2015.
- [4] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Comparison of stratified-algebraic and topological k theory. [arXiv:1511.04238](#), 18 pages, 2018.
- [5] Wojciech KUCHARZ et Krzysztof KURDYKA. Rational representation of real function. *preprint*, 2018.
- [6] Katarzyna KUTA, Krzysztof KURDYKA et Stanisław SPODZIEJA. Exponential convexifying of polynomials. [arXiv:1812.04874](#), 19 pages, 2018.
- [7] Piotr MORMUL et Fernand PELLETIER. symmetries of special 2-flags. [arXiv:1809.04368](#), 2019.
- [8] Fernand PELLETIER. Banach structure on the set of regulated admissible curves of a Banach anchored bundle and singularities of endpoint map. *preprint*, 2017.
- [9] Fernand PELLETIER. Homotopy classes and foliation in the Banach manifold of admissible curves in a banach pre-Lie algebroid. *preprint*, 2017.
- [10] Michel RAIBAUT. Motivic wave front sets. [arXiv:1810.10567](#), 36 pages, 2018.
- [11] Jean-Louis VERGER-GAUGRY. A proof of the conjecture of Lehmer and of the conjecture of schinzel-zassenhaus. [arXiv:1709.03771](#), 2017.
- [12] Jean-Louis VERGER-GAUGRY. A survey on the conjecture of Lehmer and the conjecture of schinzel-zassenhaus. *preprint*, 2019.
- [13] Pierre VILLEMOT. Transcendental measures for holomorphic functions on hyperconvex manifolds. *preprint*, 2019.

20.1.5. *Activités éditoriales*

- K. Kurdyka est éditeur d’Acta Mathematica de l’Université Jagéllone (Cracovie).
- J.-L Verger-Gaugry est membre du comité de rédaction du journal Uniform Distribution Theory (UDT) depuis juillet 2016.

20.1.6. *Activité d'évaluation*

Les membres de l'équipe de géométrie ont évalué des articles (activité de « referee ») pour les **37** journaux internationaux suivants, qui figurent parmi les plus prestigieux.

Évaluations d'articles.

Acta Arithmetica Advances in Geometry, Annales Inst. Fourier, Annals of Math., Ann. Polon. Math., Annales Sci. Éc. Norm. Sup., Archiv der Math., Bull. Soc. Math. France, Commentari Math. Helvetici, Compositio Math., Canad. Math. Bull., Duke Math. J., International J. of Math. Anal., Int. Math. Res. Not. IMRN, Invent. Math., Israel J. Math., J. Algebraic Geom., J. Complexity, J. Symbolic Comput., J. Amer. Math. Soc., J. Eur. Math. Soc (JEMS), J. Inst. Math. Jussieu, J. Top., Math. Ann., Manuscripta Math., Math. Proc. Cambridge Philos. Soc., Math. Z., Michigan Math. Journal, Nagoya J. Math, Potential Anal., Proc. AMS, Proc. Lond. Math. Soc., Quarterly Journal of Mathematics Selecta Math., Trans. Amer. Math. Soc., Travaux en Cours, Topol. Methods Nonlinear Anal.

On recense également les participation aux comités d'évaluation et jurys de thèses suivants.

Comités d'évaluation.

- G. Comte a été membre du comité d'évaluation HCERES du LAGA (Paris XIII).
- G. Comte a été membre de comités de sélection des universités de Nice-Sophia Antipolis (2018) et Rennes 1 (2016).
- K. Kurdyka a écrit un rapport en 2016 sur un projet au Vietnam pour l'agence NAFOSTED.
- K. Kurdyka a fait partie du comité de recrutement d'un professeur associé, SISSA Trieste (Italie), octobre 2015.
- K. Kurdyka a fait partie d'un comité de sélection MCF en section 25 de l'Université Paris 7, en 2016.
- O. Le Gal a fait partie d'un comité de sélection MCF en section 25 de l'Université Paris 7, en 2017.

Jurys de thèse.

- Thèse d'A. Renaudineau, Université Paris 6, septembre 2015 (F. Bihan).
- Thèse de S. Tavenas, École Normale Supérieure de Lyon, Juillet 2014 (F. Bihan).
- Thèse de Y. Bidet, Université Rennes I, juin 2018 (G. Comte).
- Thèse d'A. Forey, UPMC, novembre 2017 (G. Comte).
- Thèse de B. El Hilany, Université Savoie Mont Blanc, septembre 2016 (F. Bihan, G. Comte, K. Kurdyka).
- Thèse de J.-B. Campesato, Université de Nice Sophia Antipolis, décembre 2015 (G. Comte, rapporteur de la thèse).
- Thèse d'E. Vieillard-Baron, Université de Dijon, mars 2014 (O. Le Gal)
- O. Le Gal a été rapporteur de la thèse de F. Álvaro Carnicero Martín, Université de Valladolid, janvier 2018.
- Thèse d'E. Bultot, Université de Leuven, avril 2015 (M. Raibaut).

20.1.7. *Contrats de recherche financés par des institutions publiques*

Durant la période évaluée, les membres de l'équipe de Géométrie ont fait ou font partie de 6 projets ANR.

- F. Bihan est membre de l'ANR **ENUMGEOM**. « Symplectic, real, and tropical aspects of enumerative geometry » (2019–2024, porteur P. Georgevia).
- G. Comte et O. Le Gal et K. Kurdyka furent membres de l'ANR **STAAVF** « Singularités de Trajectoires de Champs de Vecteurs Analytiques et Algébriques » (2012–2016, porteur K. Kurdyka).
- G. Comte et M. Raibaut sont membres (G. Comte est porteur local) de l'ANR **DEFI GEO** « dé-finiabilité en géométrie non archimédienne » (2016–2020, porteur F. Loeser).
- - G. Comte et K. Kurdyka sont membres de l'ANR **LISA** « Géométrie Lipschitz des Singularités » (2017–2021, porteur A. Pichon).

- S. Tavenas a été membre de l'ANR **CompA** (2014–2017, porteur P. Koiran).
- P. Vérovic a été membre de l'ANR **Finsler** (2012–2016, porteur A. Papadopoulos).

De plus, O. Le Gal est membre du projet de recherche espagnol « Algebra y geometría en sistemas dinámicos y foliaciones singulares » depuis janvier 2017.

L'équipe de géométrie a bénéficié chaque année d'une aide financière de l'USMB par le biais d'appels à projet locaux, dont nous donnons la liste ci-dessous.

- 2014, AAP Savoie-MSRI, 6 k€, porteur G. Comte.
- 2015, AAP Savoie-Singularités, 6 k€, porteur G. Comte.
- 2016, AAP SaFi, 2 k€, porteur F. Bihan.
- 2017, AAP SavoieFields, 4700 €, porteur G. Comte.
- 2018 AAP MITLEF-ICM, 4 k€, porteur F. Bihan.
- 2019, AAP GEONUM, 2 k€, porteur M. Raibaut.

L'équipe a aussi bénéficié chaque année, dans le cadre des AAP ci-dessus, d'une invitation d'un professeur étranger pour une durée d'un mois (voir la section suivante 20.1.8).

20.1.8. *Post-doctorants et chercheurs accueillis*

Les membres de l'équipe de Géométrie ont accueilli **24** chercheurs de renommée internationale et **6** post-doctorants.

Chercheurs invités.

A. Dickenstein (PR Univ. Buenos Aires), F. Santos (PR Univ. Santander), I. Halupczok (PR, Univ. Düsseldorf, invité AAP, 1 mois), Y. Yomdin (PR Weizmann Institute invité AAP, 1 mois), C. Miller, PR Ohio State Univ. invité AAP, 1 mois), M. Bilski (PR Univ. Cracovie), J. Adamus (London Ontario Univ.), Z. Jelonek (PR Varsovie IMPAN), S. Spodzieja (Lodz Univ.), W. Kucharz (PR Univ. Cracovie, invité AAP, 1 mois), S. Pham (2 semaines), S.-T. Dinh (3 mois poste rouge CNRS), L. Paunescu (PR Univ. Sydney), S. Richard (Univ. Nagoya), A. Danilidis (Univ. Santiago de Chile), F. Sanz (PR Univ. Valladolid, 1 semaine), M. Matusinski (MCF Univ. Bordeaux), G. Jones (PR Univ. of Southampton invité AAP, 1 mois), P. Cassou-Noguès (PR Emérite Univ. Bordeaux), Anurag Pandey (Doct., Univ. of Saarbrücken), M. Uludag (PR, Galatasaray University, Istanbul), O. Karpenkov (PR Univ. Univ. of Liverpool), R. Nair (Senior Lecturer, Univ. of Liverpool), C. Plénat (MCF Univ. Marseille, trois mois dans le cadre d'une délégation CNRS).

Post-doctorants invités.

N. X. Nguyen (ANR STAAVF, octobre 2015 - juin 2016), L. Fantini (Marseille, 1 semaine), K. Langlois (Düsseldorf, 1 semaine), J. Cely (Lille, 1 semaine), N. T. Nguyen (Dalat, Vietnam, 3 semaines), A. Forey (ETH Zurich, Suisse, 1 semaine).

20.1.9. *Indice de reconnaissance*

Les membres de l'équipe de géométrie ont participé à l'organisation de **19** conférences internationales.

Organisation de conférences.

- F. Bihan est membre du comité d'organisation de la conférence internationale MEGA 2019, Effective Methods in Algebraic Geometry, juin 2019, Madrid.
- G. Comte a fait partie du comité d'organisation de la conférence trans-frontalière de la Fédération de Recherche en Mathématiques Rhône-Alpes-Auvergne, sept. 2014, Chambéry.
- G. Comte a fait partie du comité scientifique du workshop « Real geometry and singularities », Rennes, 26–28 mars 2014.
- G. Comte et K. Kurdyka ont fait partie du comité scientifique de la conférence « Singularités réelles et applications », CIRM, 16–20 février 2015.
- G. Comte a fait partie du comité scientifique de la conférence « Jeunes chercheurs en singularités », CIRM, 9–13 février 2015.

- G. Comte a fait partie du comité scientifique de la conférence Chambéry-Marseille-Nice (janvier 2016, CIRM).
- G. Comte a fait partie du comité scientifique du « workshop Motivic Milnor Fibre » (avril 2016, université de Nice).
- G. Comte a fait partie du comité scientifique de la rencontre annuelle du GDR « Singularités et Applications », Marseille, 7–10 novembre 2017.
- G. Comte fait partie du comité scientifique pour la conférence « Fonctions zêta 7 », CIRM, 2–6 décembre 2019.
- K. Kurdyka a fait partie du comité scientifique de la conférence « Géométrie analytique et équations différentielles », Łodz, janvier 2013–2018.
- K. Kurdyka a fait partie des comités scientifiques des conférences « fjvsing17 : The 5th Franco-Japanese-Vietnamese Singularities », Kagoshima, octobre 2017 et « fjvsing18 : The 6th Franco-Japanese-Vietnamese Singularities », Nha Trang, septembre 2018.
- K. Kurdyka et O. Le Gal ont organisé la conférence « fjvsing16 : The 4th Franco-Japanese - Vietnamese Singularities », Chambéry novembre 2016.
- K. Kurdyka a été organisateur d’un symposium « Real algebraic geometry and related topics » joint meeting of Polish and German Mathematical Societies, Poznan septembre 2014 (environ 40 participants pour le symposium et plus de 700 participants au congrès).
- K. Kurdyka a été l’organisateur principal de la conférence « Real analytic geometry and trajectories of vector fields », CIRM Marseille, juin 2015 (environ 60 participants).
- O. Le Gal a été membre du Comité Scientifique de la conférence « Thematic month on Artin Approximation and Singularity », CIRM, Marseille, février 2015.
- M. Raibaut a fait partie de l’organisation de la mini-Conférence « On singularities and motivic integration » (7-10 Novembre 2016, Davis US), co-organisation avec E. Gorsky (Davis).
- J.-L. Verger-Gaugry a organisé avec G. Comte et M. Raibaut l’école d’été « Zêta 2018 », Chambéry.
- J.-L. Verger-Gaugry a organisé avec L. Vuillon le colloque International « Number Theory, Numeration Systems, Ergodic Theory, A conference inspired by the mathematics of Pierre Liardet », Chambéry, septembre 2015.
- J.-L. Verger-Gaugry a organisé le 6 ème colloque International sur la Théorie de la Distribution Uniforme « UDT 2018 », CIRM, octobre 2018.

Les membres de l’équipe de géométrie ont participé à **84** conférences internationales (avec comité scientifique) durant la période évaluée, et y ont donné **57** exposés.

Participations à des conférences internationales.

- Workshop « Complex-algebraic aspects of tropical geometry », Centre Interfacultaire Bernoulli (CIB), École Polytechnique Fédérale de Lausanne, mars 2014 (F. Bihan, exposé).
- Workshop « Moduli spaces of real and complex varieties », Angers, juin 2014, intégré dans le semestre thématique « Around Moduli Spaces », Centre de Mathématiques Henri Lebesgue (F. Bihan).
- Workshop « Solving Polynomial Equations », Simons Institute, Université de Berkeley, Californie, octobre 2014, (F. Bihan avec exposé et S. Tavenas).
- Conférence « Tropical Doener », Berlin, mai 2015 (F. Bihan, exposé).
- Conférence MEGA « Effective Methods in Algebraic Geometry » Trento, juin 2015 (F. Bihan).
- Minisymposium « Combinatorics of Polynomial Systems », Congrès européen de Mathématiques, Berlin, juillet 2016 (F. Bihan, exposé).
- Conférence « Algorithms and Effectivity in Tropical Mathematics and Beyond », Dagstuhl, Allemagne, Novembre 2016 (F. Bihan, exposé).
- Conférence « Convexity in Algebraic Geometry » Université de Toronto, Octobre 2016 (F. Bihan).
- Conférence « Einstein Workshop on Lattice Polytopes », Berlin, Décembre 2016 (F. Bihan).
- Conférence MEGA « Effective Methods in Algebraic Geometry », Nice, juin 2017 (F. Bihan, ex-

- posé).
- Conférence « Perspectives en géométrie réelle », (en la mémoire de J.-J. Risler), CIRM, septembre 2017 (F. Bihan).
 - Conférence « Tropical algebra and applications », Institut Mittag-Leffler, Janvier 2018 (F. Bihan).
 - Conférence « Tropical Geometry : new directions » Oberwolfach, avril 2019 (F. Bihan).
 - Conférence « Future directions in model theory and analytic functions », MIMS, Manchester, juillet 2015 (G. Comte, O. Le Gal, P. Villemot).
 - Conférence, « Algebra, Geometry and topology of singularities », Istanbul, mai 2016 (G. Comte, exposé).
 - Conférence, « Singularities », Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, septembre 2016 (G. Comte, exposé).
 - Conférence en l'honneur de Masahiro Shiota, Nagoya, mars 2017 (G. Comte, exposé).
 - Conférence « O-minimality and its applications to number theory and analysis », Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, mai 2017 (G. Comte, exposé).
 - Conférence « O-minimality and Diophantine applications », Fields Institute, Toronto, juin 2017 (G. Comte, exposé).
 - Ecole d'Hiver de la Géométrie Algébrique Complexe, Lodz janvier 2014 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque de Singularités Réelles, Rennes, mars 2014 (K. Kurdyka, exposé).
 - Symposium « Real algebraic geometry and related topic » joint meeting of Polish and German Mathematical Societies, Poznan septembre 2014 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque de Singularités France-Japon-Vietnam , Sapporo septembre 2014 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque « Géométrie analytique et équations différentielles » Lodz, janvier 2015 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque « Real singularities » CIRM Marseille, février 2015 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque en l'honneur de W. Pawlucki, Université Jagellone (Cracovie), mai 2015 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque « Singular Landscapes » (70ème anniversaire de B. Teissier) Aussois, juin 2015 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque « Whitney Problems » CIRM Marseille, octobre 2015 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque « Japanese-Australian Singularity Conference » Kagoshima (Japon), novembre 2015 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque « Géométrie analytique et équations différentielles » Lodz, janvier 2016 (K. Kurdyka, exposé).
 - École d'Hiver de la Géométrie Algébrique Complexe, Lodz janvier 2017 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque annuel de la Société Mathématique Tunisienne, Mahdia, février 2017 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque annuel d'Algèbre, Kraków, mai 2017 (K. Kurdyka, exposé).
 - MEGA 2017, (session singularités réelles), Nice juin 2017 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque satellite de ICM « 15th International Workshop on Real and Complex singularities » à Sao Carlos, juillet 2018 (K. Kurdyka, exposé plénier).
 - Exposé invité de K. Kurdyka à ICM 2018 dans la section 4 (Géométrie Algébrique et Complexe), Août 2018, Rio de Janeiro.
 - École d'hiver de la Géométrie Algébrique Complexe, Łodz janvier 2019 (K. Kurdyka, exposé).
 - Colloque de théorie des singularités VIASM Hanoi, mars 2019 (K. Kurdyka, deux exposés).
 - Colloque annuel de la Société Mathématique Libanaise, Beyrouth, avril 2019 (K. Kurdyka, exposé).
 - Workshop on Real and Complex singularities, Cargèse, mai 2019 (O. Le Gal, M. Raibaut, K. Kurdyka avec exposé et G. Comte avec exposé).
 - Galatasarai university, Istambul, nov. 2014 (O. Le Gal, exposé).

- Conférence « Thematic month Artin Approximation and Singularity », CIRM, fev. 2015. (O. Le Gal, exposé).
- Conférence « Géométrie Analytique Réelle et Trajectoires de Champs de Vecteurs » CIRM, Marseille, juin 2015 (O. Le Gal, exposé).
- Conférence « Future directions in model theory and analytic functions, on the occasion of the retirement of Alex Wilkie », MIMS, Manchester, juillet 2015 (O. Le Gal).
- 3rd franco-japanese-vietnamese symposium on singularities, Hanoi, Vietnam, Dec. 2015 (O. Le Gal, exposé).
- Conférence « singularités réelles », CIRM, Marseille, janvier 2016 (O. Le Gal, exposé).
- Conférence « Algebra, Geometry and Topology of Singularities », univ. Galatasaray, Istanbul, mai 2016 (O. Le Gal, exposé).
- Conférence « O-Minimality and its Applications to Number Theory and Analysis », Oberwolfach, avril 2017 (O. Le Gal).
- Conférence « Geometry of Singularities and Differential Equations » (Canosingular), Santander, Espagne, juin 2017 (O. Le Gal, exposé).
- Workshop on Geometric Methods in Physics (Bialowieza Pologne), 2015-2016-2017-2018-2019 (F. Pelletier).
- Conférence « Real geometry and singularities », Rennes, mars 2014, (M. Raibaut).
- Conférence « Model Theory in Geometry and Arithmetic MSRI », Berkeley, Mai 2014 (M. Raibaut).
- Conférence « Singularités et Géométrie Tropicale », Paris, septembre 2014 (M. Raibaut).
- Conférence « Motivic Integration, Orbital Integrals and Zeta-Functions, Banff », décembre 2014, (M. Raibaut).
- Conférence « Local and Global Invariants of Singularities », CIRM, février 2015, (M. Raibaut).
- Conférence « Singularités et Géométrie Tropicale », Paris, septembre 2015 (M. Raibaut).
- « Rencontres Chambéry-Marseille-Nice Singularities », janvier 2016 (M. Raibaut).
- Conférence « Young researchers in singularities », Nice, 25-30 avril 2016 (M. Raibaut, 3 exposés de type cours).
- Conférence « Topological Approaches to Algebra and Arithmetic Geometry », Athens, University of Georgia (USA), septembre 2016. (M. Raibaut, 2 exposés de type cours).
- Conférence « Singularities » Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Septembre 2016, (M. Raibaut).
- Conférence « Arc schemes and singularities », IRMAR Rennes, novembre 2016 (M. Raibaut).
- « Mini-conference on singularities and motivic integration », UC Davis (Californie, ÉU), novembre 2016, (M. Raibaut, 2 exposés).
- Conférence « Non-Archimedean geometry, motives and vanishing cycles », Mittag-Leffler Institute, Juin 2017 (M. Raibaut).
- « Fourth International Workshop on Zeta Functions in Algebra and Geometry », Bielefeld (Germany), juin 2017 (M. Raibaut, un exposé).
- Conférence « Theory of valuations », Paris, Décembre 2017 (M. Raibaut).
- Conférence « Model Theory and Applications », Institut Henri Poincaré, Paris, mars 2018 (M. Raibaut).
- Conférence « FL 60 », Banyuls-sur-Mer, mai 2018 (M. Raibaut).
- Conférence « Berkovich spaces : 30 years In honor of V. G. Berkovich », Institut Henri Poincaré, Paris, juillet 2018 (M. Raibaut).
- Conférence « Free divisors and Hyperplane arrangements », décembre 2018, Paris (M. Raibaut).
- Conférences « Journées nationales de calcul formel », CIRM, 2017 (S. Tavenas, exposé).
- Workshop « Numerical methods for algebraic curves », Université de Rennes 1, 19-23 février 2018 (S. Tavenas, exposé).

- Exposé sélectionné aux sessions de « Communications courtes » de J.-L. Verger-Gaugry au Congrès International des Mathématiciens ICM 2018 (1-9 août) à Rio-de-Janeiro, Brésil.
- Workshop « The Geometry, Algebra and Analysis of Algebraic Numbers », org. F. Amoroso, I. Pritsker, C. Smyth, J. Vaaler, BIRS, Banff International Research Station for Mathematical Innovation and Discovery, The Banff Center, Alberta, Canada, octobre 2015 (J.-L. Verger-Gaugry, exposé).
- Colloque International sur les Fonctions Zeta « Zeta Functions 6 », Laboratoire Poncelet, UMI, Moscow, Russia, décembre 2016 (J.-L. Verger-Gaugry, exposé).
- Colloque International du CIRM Chaire Jean-Morlet « Ergodic Theory and its Connections with Arithmetic and Combinatorics », décembre 2016 (J.-L. Verger-Gaugry).
- Workshop International « Heights and Applications to Unlikely Intersections » Institut Fields, University of Toronto, Ontario, Canada, février 2017 (J.-L. Verger-Gaugry).
- Journées « Palaiseau Days on Additive Combinatorics », Ecole Polytechnique, org. A. Plagne, juin 2017 (J.-L. Verger-Gaugry, exposé).
- Colloque « The Music of Numbers , A Conference in honor of Javier Cilleruelo » ICMAT, Madrid, septembre 2017, (J.-L. Verger-Gaugry).
- Colloque International « L-Functions and Algebraic Varieties », Laboratoire Poncelet, UMI, Moscow, Russia, February 2018 (J.-L. Verger-Gaugry, exposé).
- Colloque International « Arithmétique et Fonctions L », Besançon novembre 2018, (J.-L. Verger-Gaugry).
- Workshop International « Local Statistics of Point Sequences : Arithmetic, Combinatorics, Dynamics », Linz, Institute J. Kepler, mars 2019 (J.-L. Verger-Gaugry).
- Rencontre « Cohomology of Arithmetic Groups, Lattices and Number Theory : Geometric and Computational Viewpoint » au CIRM, mars 2019 (J.-L. Verger-Gaugry).
- « 3rd Int. Congress Algebra, Number Theory and Applications », Oujda, Maroc, org. M. Azizi, avril 2019 (J.-L. Verger-Gaugry, exposé).

Les membres de l'équipe de Géométrie ont donné **23** exposés lors de séminaires ou colloques dans des universités à l'étranger.

Séminaires à l'étranger.

- Séminaire de Université de Stockholm (KTH), avril 2017 (F. Bihan).
- Séminaire de l'Université d'Oslo, octobre 2018 (F. Bihan).
- groupe de travail de l'Université d'Utrecht, décembre 2018 (F. Bihan).
- Séminaire du MSRI (programme Model Theory, Arithmetic Geometry and Number Theory janvier-mai 2014), Berkeley, avril 2014 (G. Comte).
- Séminaire de géométrie de l'Université de Pise, mars 2015 (G. Comte).
- Colloquium de l'Université de Düsseldorf, novembre 2017 (G. Comte).
- Séminaire de logique de l'Université de Düsseldorf, novembre 2018 (G. Comte).
- Séminaire de géométrie l'Université de Pise, avril 2015 (K. Kurdyka).
- Colloque en l'honneur de W. Pawlucki, Université Jagellone (Cracovie), mai 2015 (K. Kurdyka).
- Séminaire de singularités VIASM Hanoi, mars 2016 (K. Kurdyka).
- Séminaire d'optimisation, DIM Santiago de Chile, mai 2016 (K. Kurdyka).
- Séminaire de singularités VIASM Hanoi, mars 2019 (K. Kurdyka).
- Colloquium de l'Institut de Mathématiques de l'Académie de Sciences de Vietnam, Hanoi, mars 2019 (K. Kurdyka).
- Séminaire de théorie des modèles et géométrie, Toronto, février 2014 (O. Le Gal).
- Séminaire de géométrie de l'Université de Galatasaray, Istanbul, novembre 2014 (O. Le Gal).
- Séminaire de géométrie et théorie des modèles, Pise, mai 2015 (O. Le Gal).
- Séminaire de logique de l'université de Manchester, mai 2019 (O. Le Gal).

- Institut de Mathématique « Simion Stoilow » de l' Académie Roumaine, octobre 2018 (F. Pelletier).
- Seminario de Geometria Algebraica, Madrid, juin 2014 (M. Raibaut).
- Number Theory Seminar, UBC, Vancouver, octobre 2016 (M. Raibaut).
- Séminaire « Number theory and Algebraic Geometry », Leuven, décembre 2018 (M. Raibaut).
- SIAM Conference on Applied Algebraic Geometry (Atlanta), août 2017 (S. Tavenas).
- Colloquium, Univ. Liverpool, UK, mars 2015 (J.-L. Verger-Gaugry).
- Colloquium du Département de Mathématiques de l'Université Galatasaray, Istanbul, novembre 2017 (J.-L. Verger-Gaugry).

Les membres de l'équipe ont bénéficié de **20** invitations d'une semaine au moins dans des laboratoires étrangers.

Invitations dans des laboratoires étrangers.

- Semestre « Tropical Geometry, Amoebas and Polytopes », Institut Mittag Leffler, (F. Bihan, 3 semaines début 2018).
- Semestre « Combinatorial Algebraic Geometry » Fields Institute for Research in Mathematics, Toronto, Canada (F. Bihan, un mois en octobre 2016) .
- Université de Buenos Aires (F. Bihan un mois, juin 2016).
- Research Membership de G. Comte au MSRI à l'occasion du semestre « Model Theory, Arithmetic Geometry and Number Theory », MSRI, Berkeley (janvier 2014-mai 2014).
- ETH Zurich (G. Comte une semaine, 2014).
- Ohio State University (G. Comte une semaine, 2014).
- Institut Weizmann, Rehovot, Israël (G. Comte un mois, 2016).
- Université de Düsseldorf (G. Comte une semaine, novembre 2018).
- Université de Lodz (K. Kurdyka, deux semaines, juillet 2014).
- Université Jagellone (K. Kurdyka, deux semaines, mai 2015).
- VIASM Hanoi (K. Kurdyka, deux semaines, mars 2016).
- DIM Santiago de Chile (K. Kurdyka, mai 2016).
- Université de Łodz (K. Kurdyka, deux semaines, janvier 2017).
- VIASM Hanoi (K. Kurdyka, deux semaines, mars 2019).
- Universidad Complutense (M. Raibaut, une semaine en 2014).
- University of British Columbia, Vancouver (M. Raibaut, une semaine en 2016).
- University of California, Davis (M. Raibaut, deux semaines en 2016).
- KU Leuven, Belgique, (M. Raibaut, une semaine en 2018).
- Univ. Liverpool, UK (J.-L. Verger-Gaugry, une semaine, mars 2015).
- Univ. Galatasaray, Istanbul, Turquie (J.-L. Verger-Gaugry, une semaine, novembre 2017).

De plus les membres de l'équipe de Géométrie ont donné une quarantaine d'exposés dans des séminaires nationaux (hors USMB) dans les universités d'Angers, Bordeaux, Grenoble Alpes, Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Nice, Rennes, Rouen, Sorbonne, Strasbourg et Toulouse.

20.2 Interaction de l'équipe Géométrie avec l'environnement non académique, impact sur la société, la culture, la santé

20.2.1. Activités d'expertises scientifiques

- G. Comte a été membre du CNU25 de 2011 à 2015.
- G. Comte a été expert auprès de l'ERC pour la campagne 2018.
- G. Comte est expert pour le National Science Center (Pologne), The Leverhulme Trust Grant (Angleterre) et le COFECUB (Comité Français d'Évaluation de la Coopération Universitaire et Scientifique avec le Brésil).

20.2.2. *Produits destinés au grand public*

- F. Bihan a été membre du jury du concours Cgénial au niveau régional (concours collège-lycée) 2016-2017-2018.
- Exposé de F. Bihan au Lycée de Bourg St Maurice, semaine des mathématiques, 2016.
- F. Bihan a écrit un article sur ses travaux autour de la règle de Descartes en plusieurs variables dans la Lettre de l'INSMI, mars 2017.
- Exposé d'histoire des mathématiques de G. Comte au séminaire CMI en 2017.
- Trois exposés de M. Raibaut pour les étudiants du Cours de Master en Ingénierie (séminaire CMI).
- J.-L. Verger-Gaugry a fait un exposé au séminaire CMI en 2018.
- Exposé de M. Raibaut « Les mathématiques de l'arc-en-ciel » avec M. Gisclon, conférence mensuelle Amphis pour tous de l'université Savoie Mont Blanc, le 12 janvier 2016 à Chambéry et le 14 janvier 2016 à Annecy.
- Exposé de M. Raibaut au Lycée Vaugelas, Chambéry, semaine des mathématiques, 14 mars 2016.
- Article de M. Raibaut avec M. Gisclon « Optique et mathématiques », APMEP Bulletin 521, 2016.
- Exposé de M. Raibaut aux Lycées du Granier et Marlioz, semaine des mathématiques, 2014.
- J.-L. Verger-Gaugry est intervenu au Forum des Métiers du Collège Jacques Prévert d'Albens pour la présentation des métiers de la Recherche Fondamentale et des Mathématiques, en 2016, 2018 et 2019.

20.3 Implication de l'équipe Géométrie dans la formation par la recherche

20.3.1. *Produits des activités pédagogiques et didactiques*

- F. Bihan a donné un mini-cours (6 séances) sur les systèmes polynomiaux réels à l'Université de Buenos Aires en juin 2016.
- G. Comte a donné un mini-cours (2 séances) pour l'ANR Foliage en juin 2018.
- G. Comte a donné un mini-cours (3 séances) au 6ème symposium Franco-Japanese-Vietnamese sur les Singularités, Nha Trang, Vietnam, 15-21 septembre 2018.
- G. Comte a donné un mini-cours (3 séances) au Workshop « Model Theory of Valued Fields », IPM, Tehran, Iran, 1-11 octobre 2018.
- G. Comte, J.-L. Verger-Gaugry et M. Raibaut ont donné chacun un mini-cours (4 séances) lors de l'école d'été « Zêta 2018 » à Chambéry.
- M. Raibaut a donné un mini-cours (3 séances) lors de la conférence « Young researchers in singularities », Nice, 25-30 avril 2016.
- M. Raibaut a donné un mini-cours (2 séances) lors de la conférence « Topological Approaches to Algebra and Arithmetic Geometry », Athens, University of Georgia (USA), septembre 2016.

20.3.2. *Productions scientifiques issues des thèses*

- B. El Hilany (thèse achevée en 2016, directeur de thèse F. Bihan) a publié trois articles [8, 26, 25] issus de sa thèse dans des journaux avec comité de lecture et un article [3] issu de sa thèse est soumis pour publication. Depuis sa soutenance de thèse, il a effectué des séjours post-doctoraux à l'université de Tübingen (Allemagne), au Max-Planck-Institut für Mathematik de Bonn (Allemagne) et il est actuellement post-doctorant à l'Institute of Mathematics Polish Academy of Sciences (IMPA, Pologne) deux années.
- P. Villemot (thèse soutenue en 2018, directeur de thèse G. Comte) a actuellement un article [13] issu de sa thèse qui est soumis pour publication. Deux autres articles sont en préparation. Il est actuellement post-doctorant pour 2 années au Weizmann Institute (Rehovot, Israël).

20.3.3. *Formation*

L'équipe de géométrie comprend 1 MCF HDR (F. Bihan) et PR. Durant ce quinquennat, elle a accueilli 6 doctorants :

- Boulos El Hilany (du 1er janvier 2013 au 21 septembre 2016), thèse de l'école doctorale MSTII dirigée par F. Bihan.
Actuellement B. El Hilany est post-doctorant à l'Institut Max Planck.
- Pierre Villemot (du 1er septembre 2014 au 06 novembre 2018), thèse de l'école doctorale MSTII dirigée par G. Comte.
Actuellement P. Villemot est post-doctorant à l'Institut Weizmann pour deux années.
- Rémy Nguyen, thèse de l'école doctorale MSTII, débutée le 1er septembre 2015, dirigée par G. Comte et G. Fichou (Rennes I).
- Mohadeseh Vakili, thèse de l'école doctorale MSTII, débutée le 3 novembre 2016, dirigée par K. Kurdyka et O. Le Gal.
- Lars Andersen, thèse de l'école doctorale MSTII, débutée le 25 septembre 2017, dirigée par G. Comte et M. Raibaut.
- Cédric Le Texier, thèse de l'Université d'Oslo, débutée en septembre 2018, dirigée par K. Shaw (Univ. Oslo) et F. Bihan.

2 thèses ont été soutenues (durée moyenne 43 mois pour ces deux thèses). 4 stages de M2R ont été encadrés : le stage de Rémy Nguyen, Univ. Paris Diderot, encadré par G. Comte (avril-juin 2015), le stage de Cédric Le Texier, Univ. Rennes 1, encadré par F. Bihan et S. Tavenas (avril-juin 2018), le stage de Paul Frixon, Univ. Paris-Sud, encadré par M. Raibaut (mai-juillet 2018) et le stage de Tristan Humbert, Univ Grenoble Alpes, encadré par F. Bihan et S. Tavenas (mars-mai 2019).

On recense par ailleurs les responsabilités suivantes liées à la formation :

- F. Bihan est responsable de la Licence « Mathématiques pour les Sciences Humaines et Sociales » (MIASH) de l'USMB.
- M. Raibaut est responsable du Master Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation (MEEF) de Mathématiques de l'USMB depuis 2013.
- O. Le Gal est responsable de la deuxième année de la Licence Mathématiques de l'USMB.

Huitième partie

BILAN DE L'ÉQUIPE LIMD

21. PRÉSENTATION DE L'ÉQUIPE LIMD

21.1 Introduction

Le thème de recherche général de l'équipe est l'*informatique mathématique*, au sens du GDR **Informatique Mathématique** : l'équipe développe donc des objets et méthodes mathématiques pour répondre à des problématiques issues des grandes questions informatiques.

L'équipe s'est construite à partir du thème historique de la logique et de la théorie de la démonstration, puis elle a évolué vers la thématique des mathématiques discrètes et de l'analyse géométrique pour l'imagerie, enfin elle s'est ouverte dans les dernières années à la théorie des langages de programmation, aux catégories, aux systèmes de numération, à la théorie des nombres et à la complexité algorithmique. Il faut également noter qu'au sein du LAMA, l'équipe **LIMD** joue un rôle d'interface entre mathématiques et informatique, ce qui se traduit par diverses collaborations traversant les frontières des équipes aussi bien en mathématiques fondamentales qu'appliquées.

21.2 Effectifs et moyens

L'équipe **LIMD** comporte actuellement **6** membres permanents titulaires (**3** PR, **1** CR habilité, **1** MdC habilité, **1** MdC) auxquels s'ajoutent **2** CR à la frontière entre les équipes **LIMD** et **GÉO**, ainsi qu'**1** PR émérite.

Depuis 2014, les mouvements ont été les suivants :

- perte du poste de N. Bernard (MdC, retraité en 2013),
- mutation de G. Theyssier (CR) à Marseille en 2014,
- gel des postes de C. Raffalli et X. Provencal (MdC, tous les deux partis en 2017 et pour le moment non remplacés par l'université),
- arrivées de J.-L. Verger-Gaugry en septembre 2014 et de S. Tavenas en septembre 2016. Ces deux chercheurs sont affectés à 50% dans l'équipe **LIMD** et 50% dans l'équipe **GÉO**.

La perte d'un poste, et le gel de deux postes supplémentaires fait peser un risque certain sur l'avenir de l'équipe.

Thèses soutenues pendant la période Au total, **9** thèses (co)encadrées dans l'équipe **LIMD** ont été soutenues.

- Louis Cuel, co-encadré par J.-O. Lachaud et B. Thibert (LJK), thèse soutenue le 18/12/2014, *Inférence Géométrique Discrète*. Il est en post-doctorat à l'Université de Genève.
- Jérémy Levallois, co-encadré par D. Coeurjolly (LIRIS) et J.-O. Lachaud, thèse soutenue le 12/11/2015, *Estimateurs différentiels en géométrie discrète : applications à l'analyse de surfaces digitales*. Il est depuis début 2017 ingénieur chez Allegorithmic à Lyon.
- Rodolphe Lepigre, co-encadré par K. Nour et P. Hyvernats a soutenu sa thèse en juillet 2017. Il a depuis effectué un post-doc dans l'équipe Deducteam (INRIA Saclay) et poursuit actuellement un second post-doc au Max Planck Institut à Saarbrücken.
- Marion Foare, co-encadrée par D. Bucur et J.-O. Lachaud, thèse soutenue le 26/6/2017, *Analyse d'images par des méthodes variationnelles et géométriques*. Elle est depuis septembre 2018 maîtresse de conférences à CPE Lyon.
- Lama Tarsissi, encadrée par L. Vuillon, thèse soutenue le 24/11/2017, *Balance properties on Christoffel words and applications*. Elle est actuellement en post-doctorat au LIGM à Marne la Vallée.
- Rodrigo Dorantes-Gilardi, co-encadré par L. Vuillon et C. Lesieur (IXXI, AMPERE), thèse soutenue le 24/04/2018, *Bio-Mathematical aspects of the plasticity of proteins*. Il est actuellement post-doctorant à l'institut national de médecine génomique au Mexique.

- Clovis Eberhart, encadré par T. Hirschowitz, a soutenu sa thèse en juin 2018. Il effectue actuellement un post-doc au National Institute of Informatics (Tokyo).
- Thomas Caissard, co-encadré par D. Coeurjolly (LIRIS), J.-O. Lachaud, et T. Roussillon (LIRIS), thèse soutenue le 13/12/2018, *Opérateur de Laplace-Beltrami discret sur des surfaces digitales*.
- Alexandre Aksenov, encadré par J.-L. Verger-Gaugry, a soutenu sa thèse en 2014.

Doctorants actuels, date de début, titre de la thèse

- Ambroise Lafont, co-encadré par T. Hirschowitz et N. Tabareau (Nantes) depuis 2016, travaille sur la formalisation en Coq d’approches catégoriques de la syntaxe avec variables liées.
- Daniel Martins Antunes, co-encadré par J.-O. Lachaud et H. Talbot (LIGM, CentraleSupélec), thèse démarrée le 3/2/2017, *Contraintes géométriques et approches variationnelles pour l’analyse d’image*.
- Lorenza Pacini, co-encadrée par L. Vuillon et C. Lesieur (AMPERE et IXXI), thèse en cours depuis septembre 2018 sur la thématique des réseaux spatiaux optimisés en biologie.

Délégations CNRS, CRCT. P. Hyvernats dispose actuellement (année 2018–2019) d’une délégation CNRS de 1 an.

HDR. T. Hirschowitz a soutenu son HDR en novembre 2016.

PEDR (ou PES). J.-O. Lachaud est titulaire de la PEDR de 10/2012 à 9/2016 et de 10/2016 à 9/2020, L. Vuillon est titulaire de la PEDR de 10/2015 à 9/2019.

21.3 Politique scientifique

Au sein de l’informatique mathématique, le cœur de l’équipe se présente comme la réunion de thématiques qui couvrent une large part des thèmes du GDR Informatique Mathématique. Ces thèmes de recherche regroupés suivant les intitulés des groupes de travail du GDR sont les suivants.

- Dans le thème logique et complexité :
 1. Logique, Homotopie, Catégories (P. Hyvernats, T. Hirschowitz, K. Nour, K. Worytkiewicz),
 2. Structures formelles pour le CALCUL et les Preuves (P. Hyvernats, T. Hirschowitz, K. Nour),
 3. Complexité et algorithmes (S. Tavenas) ;
- Dans le thème Calcul formel, arithmétique, protection de l’information, géométrie :
 1. Géométrie discrète (J.-O. Lachaud, L. Vuillon),
 2. Arithmétique (J.-L. Verger-Gaugry) ;
- Dans le thème Algorithmique et Combinatoire :
 1. Combinatoire des mots, algorithmique du texte et de génome (L. Vuillon),
 2. SDA2 : systèmes dynamiques, Automates et Algorithmique (L. Vuillon, J.-L. Verger-Gaugry),
 3. BIOSS : Biologie systémique symbolique (L. Vuillon).

Certains membres de l’équipe **LIMD** émargent également dans d’autres GDR comme le GDR de théorie des nombres (J.-L. Verger-Gaugry), ou le GDR Informatique Graphique, Géométrie, Réalité Virtuelle et Visualisation (J.-O. Lachaud).

La présente description de l’équipe **LIMD** montre un spectre large sur les thématiques de l’informatique mathématique et leurs applications. Notre politique scientifique a toujours été de construire et consolider une telle équipe au sein d’un laboratoire de mathématiques car il est important d’avoir une vision mathématique pour mener des recherches fondamentales en informatique. Nous regrettons que deux de nos enseignants-chercheurs C. Raffalli et X. Provençal (non renouvelés pour l’instant) et un CR CNRS G. Theyssier soient partis du LAMA : ils établissaient des liens importants entre les différents pôles thématiques de notre équipe. Il est donc urgent de recruter deux maîtres de conférences avec recherche au LAMA et enseignement en informatique, qui pourront à nouveau créer des liens au sein de notre équipe et appuyer notre politique scientifique.

Nous présentons maintenant les principaux thèmes de recherche développés au sein de **LIMD**.

1. Théorie de la démonstration et théorie des types, fondements et implantation des langages de programmation. Un thème central de l'équipe est l'étude mathématique des langages de programmation, principalement autour de quelques grandes questions de ce domaine. Une première question est celle de la **certification de logiciel**. La réalisation récente de compilateurs certifiés montre que la certification de logiciel peut passer à l'échelle, c'est-à-dire démontrer la correction de programmes de grande taille. Cependant ces travaux relèvent de la recherche, pas encore de l'ingénierie. Une des activités de l'équipe consiste à tenter d'améliorer les outils de certification de logiciels, dans le but de faciliter ce passage à l'échelle.

Enfin, l'équipe s'intéresse aux fondements des langages de programmation. Cette activité comprend d'une part l'étude de propriétés de langages de programmation fondamentaux, typiquement le λ -calcul de Church, ou la **logique linéaire** de Girard. Elle comprend d'autre part l'étude de *théories* des langages de programmation, c'est-à-dire de cadres permettant de représenter l'ensemble des langages de programmation et leurs interactions — on peut y étudier l'existence d'une traduction d'un langage dans un autre. Ces questions font appel à des notions avancées de **théorie des catégories**.

Toutes ces activités sont intimement liées à la question de la **formalisation des mathématiques** sur ordinateur, puisque beaucoup d'outils de certification de logiciel sont aussi des outils de démonstration sur ordinateur, et inversement. Ce domaine connaît une révolution depuis 2011 et l'introduction de la **théorie des types homotopique** de Voevodsky, qui incorpore des éléments d'**algèbre homotopique**. Depuis 2016, l'équipe a d'ailleurs commencé à explorer la thématique des modèles de cette théorie dans un contexte de réalisabilité.

2. Structures discrète, combinatoire des mots et systèmes dynamiques discrets. Les travaux en mathématiques discrètes portent sur la combinatoire des mots et sur le codage d'objets géométriques par des mots finis ou infinis. Cette approche permet d'utiliser des propriétés de symétrie des objets géométriques pour comprendre la structure combinatoire des mots. On retrouve de la sorte des palindromes dans de nombreux travaux aussi bien pour étudier la conjecture de Frobenius sur les nombres de Markoff que pour analyser finement les mots de Rote à partir des mots de Sturm et de donner une description des mots de Rote qui sont substitutifs. On retrouve également ces techniques de théorie des langages pour étudier les plans discrets et leurs générations à l'aide de géométrie discrète et d'algorithmes de fractions continues.

Les structures discrètes sont utilisées en bio-mathématiques pour étudier la structure des protéines pour pouvoir comprendre les maladies du vieillissement comme la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson et certains cancers. La position des atomes dans l'espace est utilisée pour construire à l'aide d'un seuil le graphe des voisinages des acides aminés. Ensuite, grâce à la théorie des graphes et des sciences des réseaux, nous étudions la robustesse des protéines à la mutation d'acides aminés en proposant des mesures topologiques et de voisinage local. Ce travail permet de comprendre les transitions géométriques d'un polymère vers une fibre (pavage d'un cylindre) et également proposer des mutations inverses qui permettent de consolider les protéines.

La géométrie discrète vise à transposer des notions géométriques classiques dans un cadre discret (en nombres entiers), adapté au calcul sur ordinateurs. Les principaux thèmes abordés par les membres de l'équipe sont : les pavages du plan par polyominos et de l'espace par polycubes, les estimateurs géométriques discrets et la convergence de ceux-ci, la convexité discrète, l'analyse multirésolution de formes discrètes, la construction et la reconnaissance de plans discrets. Ces travaux, plus ou moins appliqués, font intervenir des théories et techniques provenant de domaines comme la combinatoire des mots, l'algèbre linéaire, les algorithmes généralisés de calcul de pgcd, l'optimisation combinatoire et l'algorithmique du texte.

3. Géométrie différentielle et calcul sur des objets discrets, applications en analyse d'image et traitement numérique des données géométriques. Les objets géométriques sont représentés de manière finie sur ordinateur. En 2D, ils sont très souvent représentés avec des polygones (obtenus par logiciels de dessin vectoriel) ou comme des pixels dans une image (typiquement provenant de photos). En 3D, les objets les plus courants sont représentés à l'aide de mailles triangulées (souvent obtenues à partir de laser-scans) ou quadrangulées, ou ce sont des ensembles de voxels dans des images 3D (provenant de scanners X, d'IRM, de microscopie confocale). On parle d'objets *discrets* en général, et souvent d'objets *digitaux* lorsque ce sont des ensembles de pixels ou voxels.

Définir une géométrie consistante aux objets discrets est un sujet ancien et difficile. Typiquement les données discrètes induisent une erreur (ou bruit) sur les positions, les données digitales induisent non seulement une erreur sur les positions de l'ordre de l'échantillonnage mais aussi des normales aberrantes qui ne se rapprochent pas des normales de l'objet Euclidien sous-jacent. L'équipe s'intéresse particulièrement au problème de la **stabilité** des propriétés géométriques, c'est-à-dire deux objets discrets proches (en un certains sens) doivent avoir des caractéristiques géométriques proches (e.g. volume et aire proches), et au problème de **convergence (multigrille)** d'estimateurs, c'est-à-dire que l'estimation doit converger vers la valeur Euclidienne attendue lorsque l'on dispose de discrétisations de plus en plus fines d'un objet euclidien.

Une fois la géométrie des objets discrets mieux comprise, on peut définir un **calcul**, c'est-à-dire des **opérateurs différentiels** et des **formulations variationnelles** qui sont consistantes. Ces travaux ont de multiples applications en analyse d'image, reconstruction et mise en correspondance de formes, ou en imagerie biomédicale 2D et 3D. Les travaux menés dans l'équipe utilisent des outils de combinatoire et d'arithmétique lorsque des approches purement digitales sont possibles, des outils de géométrie algorithmique (diagramme de Voronoi, fonction distance), des outils de géométrie différentielle et de théorie géométrique de la mesure (courants, mesures de courbures). Ces travaux ont contribué à l'état de l'art dans de multiples applications en analyse d'image (débruitage et segmentation d'image, analyse des réseaux bronchiques dans les images médicales) et en traitement de données 3D (analyse et simulation de blocs de neige 3D à l'échelle microscopique, régularisation de données voxels 3D, extraction de lignes saillantes, débruitage de mailles 3D, segmentation géométrique de surfaces).

4. Complexité arithmétique. Les algorithmes qui évaluent des polynômes (comme par exemple le calcul du déterminant d'une matrice) se ramènent généralement à effectuer des opérations arithmétiques (+, -, *, /) sur les entrées (considérer par exemple la méthode du pivot de Gauss), et ne vont pas modifier les bits mêmes qui encodent ces entrées. Ainsi, imposer au modèle de calcul de ne pouvoir faire que des opérations arithmétiques sans lui laisser un accès à l'encodage restreint la puissance du modèle, mais celui-ci est encore assez puissant pour simuler la plupart des algorithmes que l'on utilise. Une des raisons principales pour s'intéresser aux modèles arithmétiques est qu'il semble plus « facile » de comprendre leur taille que celle de leurs homologues Booléens : la robustesse de la structure de corps permet d'espérer des invariants lors du calcul. Dans [44], S. Tavenas a montré que les suites de polynômes calculées par des circuits arithmétiques polynomiaux peuvent être calculées en parallèle, en profondeur 4 par des circuits homogènes de taille $\exp(O(d \log(n)))$ et en profondeur 3 par des circuits non-homogènes de même taille. Par conséquent, montrer qu'un polynôme ne peut pas être calculé par un circuit de profondeur 4 (voire 3) de « suffisamment petite » taille peut suffire pour obtenir une borne inférieure en toute profondeur. Dans [27, 26, 33], S. Tavenas s'est attelé à obtenir des bornes inférieures pour des circuits de petite profondeur.

5. Conjecture de Lehmer et fonctions zêta dynamique du beta-shift. L'utilisation des fonctions zêta dynamiques des systèmes dynamiques arithmétiques de numération ouvre de nouvelles perspectives pour des problèmes limites de la Théorie des Nombres et par extension de la Géométrie Arithmétique. Elle s'associe pour une part aux travaux récents de V. Baladi en Théorie de Fredholm généralisée et aux opérateurs de transfert correspondants, suite aux travaux de D. Ruelle, pour une autre part à l'étude de l'algébricité des singularités de ces fonctions zêta dynamiques. Plusieurs systèmes dynamiques de numération existent (β -shift, β -shift négatif, systèmes canoniques de nombres, ...) et un champ à découvrir est l'étude de leurs fonctions zêta dynamiques et leurs applications arithmétiques. Dans le cas du β -shift, une théorie de séries divergentes inspirée de la théorie des perturbations en mécanique céleste de H. Poincaré permet d'étudier ces singularités. Dans le cas des autres fonctions zêta dynamiques, l'analogie de cette approche par séries divergentes à la Poincaré reste à découvrir.

6. Hyperalgèbres. Depuis 2014, K. Worytkiewicz a entamé une collaboration avec P. Gladki (Université Slaski, Katowice) sur la thématique des hyperalgèbres.

7. Combinatoire, Ordres et Théorie des ensembles. Ce thème est développé par R. Bonnet (PR émérite). De nombreux résultats en topologie ou dans la théorie de l'ordre font appel aux modèles de la théorie des ensembles et d'autres en algèbre de Boole utilisent la combinatoire infinie.

22. PRODUITS ET ACTIVITÉS DE LA RECHERCHE DE L'ÉQUIPE LIMD

22.1 Bilan Scientifique

- L'équipe **LIMD** a publié **47** articles dans des revues à comité de lecture, **2** articles dans des ouvrages et **38** articles dans des actes de colloques. Soit un total de **87** articles publiés sur la durée du contrat.
- Les membres de l'équipe participent à une dizaine de logiciels. Omega catégories en Coq, Chariot, Game Shell, TPLab, Logiciel des missions LAMA, DGtal, 3D-AT, voxCNN, VCM, AAVolGallery.
- **9** thèses ont été encadrées par des membres de l'équipe pendant la période concernée. L. Cuel, J. Levallois, R. Lepigre, M. Foare, L. Tarsissi, R. Dorantes-Gilardi, C. Eberhart, T. Caissard, A. Aksenov.
- Les membres de l'équipe ont donné **88** séminaires et conférences d'audience internationale, notamment à Sydney, Dublin, Pise, Florence, Copenhague, Prague, Montréal, Londres, Venise, Milan, Boston, Rome, Varsovie, Bangalore, Beyrouth, etc.
- Les membres ont effectué une vingtaine de séjours comme invités dans des laboratoires d'universités étrangères, notamment à Sydney, Dublin, Pise, Florence, Copenhague, Prague, Montréal, Londres, Venise, Milan.
- Les membres de l'équipe ont (co)organisé **15** conférences et **5** écoles : TAGp 2014, Rencontres transfrontalières sur « Discrete and Computational Geometry and Applications » 2015, Ecologie et mathématiques 2015, Biologie, mathématique et physique du repliement des protéines 2015, Colloque Liardet 2015, PLRR 2016, CoTT 2017, TCP2017, UDT 2018, journée à la mémoire de Maurice Nivat 2018, Geocalisation 2015, LAC 2014, Biologie et réseaux 2016, Réseaux spatiaux optimisés 2017, école thématique CNRS ZÉTAS 2018.
- Les membres de l'équipe **LIMD** font ou ont fait partie de **12** comités éditoriaux. Steering Committee DGCI, Program Committees DGCI 2017, DGCI 2019, CTIC 2014, CTIC 2016, CTIC 2019, IWCIA 2015, RFIA 2014, RFIA 2016, RFIA 2018, AFL 2017, Réseaux spatiaux optimisés 2017.
- Les membres de l'équipe **LIMD** ont participé à un travail d'arbitrage pour **104** revues et conférences. Applied Categorical Structures, Journal of functional programming, Journal of Electronic Imaging, Journal of Mathematical Imaging and Vision, Pattern Recognition, le journal national Traitement du Signal, Homotopy, Homology and Related Structures, Computational Complexity, Information and Computation, theoretical computer science, discrete applied mathematics ; LICS, ICALP, CONCUR, MFPS, CALCO, FOSSACS, CSL, RaMiCS, GaLoP, JFLA, MFCS, TYPES, JFLA, SIGGRAPH, DGCI, CTIC, IWCIA, RFIA, RFIA 2018, STACS, FSTTCS, FOCS, CCC, LATA, FCT.

La suite de cette sous-section décrit plus précisément nos contributions scientifiques.

Monades familiales et sémantique opérationnelle structurelle (T. Hirschowitz). Dans la recherche sur les langages de programmation, bien que de nombreuses idées soient reconnues comme largement applicables, elles sont presque toujours présentées sur un langage-jouet, minimal pour rendre l'idée pertinente.

Cette manière de procéder uniquement par l'exemple a de quoi intriguer un esprit mathématique. En effet, lorsqu'une idée mathématique apparaît, on cherche naturellement le meilleur cadre pour l'exprimer, ce qui représente un compromis entre la généralité, la facilité d'expression, la parcimonie, etc. Cette recherche débouche sur l'élaboration d'un énoncé général convaincant.

Cependant, contrairement aux sujets d'étude mathématiques tels que les variétés algébriques, les groupes, les schémas, etc, les langages de programmation ne sont jamais définis dans leur globalité. Bien sûr, chacun des différents langages de programmation étudiés par les chercheurs est défini précisément, mais pas en tant que membre d'un ensemble de tous les langages de programmation.

Au sein de la communauté, certains travaux vont dans le sens d'une telle généralisation des énoncés. C'est notamment le cas de la *sémantique opérationnelle fonctorielle*, initiée par Turi et Plotkin, puis développée notamment par Fiore et Staton. Cependant, ces travaux s'appliquent mal en présence de liaison de variables, c'est-à-dire en présence de variables muettes, dont le renommage n'affecte en rien le sens du programme. Bien sûr, pratiquement tous les langages de programmation utilisent la liaison de

variables.

Dans un travail récent [28], on propose une nouvelle approche de cette question, fondée sur les monades et les *catégories de transitions*, grâce à laquelle on démontre une version abstraite de deux résultats importants sur les calculs de processus (la congruence de la bisimilarité et la validité de la bisimulation modulo contexte), ayant pour instance des cas réputés délicats tels que le π -calcul.

Bien que ne répondant qu'à une petite partie de la question, cette contribution est prometteuse parce qu'elle suggère un langage abstrait de haut niveau pour raisonner sur les langages de programmation, qui est à la fois expressif et proche des intuitions opérationnelles.

Sémantique des jeux concurrente (C. Eberhart, T. Hirschowitz). La *sémantique des jeux* est une technique de sémantique des langages de programmation, qui a permis de construire des modèles très fins de nombreux langages. L'une de ses variantes, proposée par Hyland et Ong, repose sur une notion de stratégie dite *innocente*.

T. Hirschowitz a montré que la notion d'innocence peut être formulée comme une condition de *faisceau* (un concept catégorique standard), ce qui lui a permis, avec l'aide de C. Eberhart, D. Pous et T. Seiller, de généraliser l'approche au cadre concurrent [17, 18]. Il a au passage proposé un cadre axiomatique dans lequel ces constructions s'appliquent [27]. Cependant, ces travaux reposent sur une notion originale de partie, apparemment relativement éloignée de celle utilisée en sémantique des jeux standard, pour laquelle la *composition* des stratégies au sens habituel, par « composition parallèle » et « occultation » (*hiding* en anglais), n'a pas été définie. T. Tsukada et L. Ong ont ensuite adapté la nouvelle notion faisceautique d'innocence au cadre standard, et C. Eberhart et T. Hirschowitz ont exhibé un lien fort entre les deux notions de partie [14]. Plus récemment, ils ont proposé un cadre axiomatique pour la composition de stratégies en sémantique des jeux, qui traite en particulier le cas de l'innocence faisceautique [15].

Modèles des calculs graphiques (T. Hirschowitz). Certaines structures algébriques standard en mathématiques (opérades, PROPs, propérades et leurs variantes) s'expliquent facilement à l'aide de quelques dessins, mais sont très pénibles à définir formellement. En informatique, plusieurs modèles de calcul ont été définis à l'aide d'objets combinatoires apparentés aux graphes (réseaux de Petri, réseaux d'interaction, bigraphes, etc). On appelle *calculs graphiques* les dessins utilisés pour décrire ces structures algébriques et ces modèles de calcul.

En collaboration avec R. Garner, T. Hirschowitz a montré [22] comment munir automatiquement chaque calcul graphique d'une notion de modèle. La construction principale est ici un raffinement de la notion de *monade libre* en théorie des catégories, qui s'appuie sur une généralisation des *foncteurs analytiques* de Joyal en combinatoire. Dans le cas mathématique, elle offre un point de vue complémentaire à la définition standard, plus facile à définir mais plus difficile à instancier. Dans le cas informatique, l'étude des modèles d'un calcul graphique est censée commencer par la définition d'une notion de modèle. La construction en fournit automatiquement une et permet de voir une éventuelle notion précédemment construite à la main comme une présentation alternative, à nouveau plus facile à définir mais plus difficile à instancier.

Catégories supérieures en Coq (T. Hirschowitz). Avec N. Tabareau et A. Hirschowitz, T. Hirschowitz a donné [23] une définition coïnductive des catégories (strictes) de dimension supérieure, une notion de topologie algébrique utilisée récemment en théorie de la réécriture. Cette définition a été programmée en théorie des types (concrètement, en Coq), puis exploitée pour formuler une variante de l'*hypothèse d'homotopie* de Grothendieck, qui postule une étroite correspondance entre les types et certaines catégories supérieures. Cette hypothèse donne une justification sémantique des *types inductifs supérieurs*, introduits par V. Voevodsky dans ses *fondements univalents*.

Terminaison et totalité : correction des définitions récursive (P. Hyvernat). Des travaux antérieurs à la période 2014–2019 sur la terminaison de définitions récursives ont été publiés dans [30]. L'ajout de types *coinductifs* aux langages de programmation rend un tel test beaucoup plus complexe car il est possible de construire des termes bien typés, ayant un comportement calculatoire fini, qui ne sont pas dans le type approprié. En utilisant des résultats de L. Santocanale, P. Hyvernat a pu généraliser son test de terminaison [30] pour qu'il prenne en compte ces types coinductifs. La *totalité* d'une fonction récursive peut être vérifiée à l'aide de la stratégie qu'elle engendre dans un jeu à parité est gagnante. Comme pour la terminaison, une manière effective (mais partielle) de faire cette vérification passe par l'utilisation du « size-change principle » de Lee, Jones et Ben-Amram. La preuve de correction de l'algorithme a nécessité

d'étendre la sémantique habituelle des fonctions récursive dans des *domaines avec totalité* et passe par une interprétation non-typée du langage.

Un prototype permettant d'expérimenter avec ce test est disponible (<https://github.com/phyver/chariot>) et les résultats ont fait l'objet d'une conférence invitée au workshop PARIS (Oxford, conférences FLOC 2018). Une version « journal » de ce travail a été soumise [4].

Représentation des fonctions continues entre types coinductifs (P. Hyvernats). Des idées issues de collaborations avec P. Hancock (Edimburgh) concernant un théorème de représentation pour les fonctions continues entre types infinis ont été finalisées. Il s'agit d'utiliser des techniques « classiques » de théories des types (notamment définitions inductive-récurrentes) pour donner une représentation des fonctions continues comme des types de données ressemblant à une notion d'automate. Cette représentation capture des exemple très généraux de types arborescents infinis contenant de nombreuses dépendances. Presque tous les lemmes nécessaires à la preuve ont été formalisés dans le langage Agda [3].

Publication d'un ouvrage sur les démonstrations (R. David, P. Hyvernats, K. Nour et C. Raffalli). R. David, P. Hyvernats, K. Nour et C. Raffalli ont écrit un livre sur les démonstrations mathématiques en 2017 [1]. Cet ouvrage n'est pas un livre de logique mais de mathématiques : il définit de manière précise ce qu'est une démonstration et donne de nombreux exemples tirés des programmes de lycée / première année universitaire pour illustrer les propos. Cet ouvrage est le premier à aborder le thème de l'apprentissage et enseignement des démonstrations sous un aspect très concret. Le public visé est essentiellement celui des futurs enseignants de mathématiques.

Lambda-calcul (K. Nour). Une théorie du λ -calcul est la donnée d'une liste d'équivalences entre les λ -termes. La « propriété de l'image » d'une théorie stipule que l'image d'un terme clos est soit de cardinal 1 soit de cardinal infini. Barendregt a prouvé en 1993 que cette propriété est valable pour toutes les théories récursivement énumérables. Polonsky a montré en 2012 que la propriété est fautive pour la théorie \mathcal{H} , qui égalise tous les λ -termes non résolubles. R. David et K. Nour ont proposé dans [15] quelques conditions naturelles et intuitives sur les λ -termes clos de la forme $\lambda x.F$ afin de toujours obtenir une image de cardinal infini. L'idée de ses conditions est de contrôler récursivement les occurrences de la variable x dans l'arbre de réduction du λ -terme F ainsi que la longueur de leurs arguments.

La sémantique de réalisabilité du λ -calcul typé a été introduite par plusieurs auteurs afin de prouver la forte normalisation du calcul ainsi qu'étudier le comportement algorithmique des λ -termes à partir de leurs types. K. Nour et M. Ziadeh ont proposé dans [41] une sémantique de réalisabilité pour le $\lambda\mu$ -calcul simplement typé. Ils ont prouvé que si un $\lambda\mu$ -terme est typable, alors il habite l'interprétation de son type. Ils ont prouvé aussi un résultat de complétude pour leur sémantique de réalisabilité en utilisant un modèle de termes particulier. Ils ont donc obtenu une équivalence entre le typage et l'interprétation d'un terme en $\lambda\mu$ -calcul simplement typé.

Xi a donné en 1999 une borne (avec une tour d'exponentiels) majorant la longueur des réductions d'un λ -terme simplement typé. Cette borne dépend uniquement de deux paramètres : la taille du λ -terme et le type de ses redex. P. Battyanyi et K. Nour ont trouvé dans [4] une borne majorant la longueur des réductions (avec les règles logiques et les règles de simplifications) d'un $\lambda\mu$ -terme. Leur résultat montre que les nouveaux termes et les nouvelles règles de réduction (concernant l'opérateur μ) n'affectent pas la complexité algorithmique du λ -calcul, c'est-à-dire, la borne obtenue est exactement la même que celle du λ -calcul.

Plusieurs calculs ont été introduits pour capturer le contenu algorithmique de la logique classique. Tous ces calculs ont la propriété de la forte normalisation. Les preuves connues de cette propriété utilisent des sémantiques de réalisabilité adaptées. P. Battyanyi et K. Nour ont proposé dans [3] une preuve syntaxique et arithmétique de la forte normalisation du λ_{Prop}^{Sym} . Ils ont proposé aussi des translations entre le λ_{Prop}^{Sym} et le $\bar{\lambda}\mu\tilde{\mu}^*$ -calcul, qui n'est autre que la partie implicative du $\bar{\lambda}\mu\tilde{\mu}$ -calcul étendue à la négation. Ils déduisent donc la forte normalisation du $\bar{\lambda}\mu\tilde{\mu}^*$ -calcul.

Approche géométrique et combinatoire des plans digitaux et approximation de la normale à un objet digital (J.-O. Lachaud, X. Provençal). Pour analyser la géométrie linéaire d'un objet discret 3D localement, il faut non seulement pouvoir reconnaître que c'est un plan digital mais surtout identifier dans quel ordre regarder les points autour du centre d'intérêt. J.-O. Lachaud, X. Provençal et T. Roussillon (LIRIS) ont proposé les premiers algorithmes de « plane-probing », qui regardent un nombre très limité de points et le plus local possible pour décider si la surface digitale est localement un

plan [36, 35, 32]. Tous ces algorithmes déterminent le vecteur normal exact si l’objet en entrée est un plan digital, avec des preuves liées à l’unimodularité des transformations successives faites dans l’algorithme. Ces outils ont donné naissance au projet ANR JCJC **PARADIS**, et un algorithme de complexité optimale a récemment été établi [38].

Convergence d’estimateurs de courbure sur des surfaces digitales (J.-O. Lachaud). Sur ce problème non-résolu auparavant, J.-O. Lachaud, D. Coeurjolly (LIRIS) et J. Levallois (LIRIS) ont proposé de nouveaux estimateurs de courbures (moyenne, gaussienne, courbures principales, directions principales), basés sur une variante entièrement discrète des invariants intégraux, et ont établi leurs convergences et leurs vitesses de convergence pour des discrétisés de formes C^3 [39, 13, 37, 31, 1]. En 2d, il est même possible d’obtenir un estimateur de courbure convergent intrinsèque pour les formes C^3 , c’est-à-dire sans connaître le pas de discrétisation [36], ceci grâce à des résultats antérieurs de J.-O. Lachaud sur le comportement asymptotique des segments maximaux discrets. Les auteurs ont aussi proposé avec d’autres co-auteurs une méthode effective pour les calculer sur des données digitales de grandes tailles 512^3 en temps réel grâce au GPU [37].

Stabilité des mesures de covariance (J.-O. Lachaud). La mesure de covariance de Voronoi est un outil proposé en 2011 pour analyser des formes compactes, et prouvé stable selon la distance de Hausdorff. J.-O. Lachaud avec L. Cuel, B. Thibert (LJK) et Q. Mérigot (LJK) ont étendu cette mesure en remplaçant la distance Euclidienne par une distance à une mesure et ont prouvé la stabilité de cette mesure par rapport à la distance de Wasserstein [14, 9]. Ces résultats ont aussi induit un résultat de convergence de la première direction propre de cette mesure vers la normale à la surface [10].

Convergence d’aire et d’intégrales de surface (J.-O. Lachaud). J.-O. Lachaud et B. Thibert (LJK) a étudié finement les liens entre la surface d’un objet euclidien lisse et son discrétisé de Gauss à différentes échelles au travers de l’application de projection. Ils ont établi des propriétés topologiques et géométriques, ont défini les intégrales de surfaces digitales et caractérisé leur convergence [37].

Convergence d’opérateurs différentiels sur surface digitale (J.-O. Lachaud). Les travaux précédents ont permis à J.-O. Lachaud, T. Caissard, D. Coeurjolly (LIRIS) et T. Roussillon (LIRIS) de développer un nouvel opérateur de Laplace-Beltrami sur les surfaces digitales, basé sur le noyau de la chaleur, et qui est le seul à avoir la propriété de convergence point à point [9, 4].

Objets tubulaires en 3D : analyse et reconstruction (J.-O. Lachaud). La mesure de covariance de Voronoi généralisée a permis à J.-O. Lachaud, F. Baldacci (LaBRI), F. Gréard (LaBRI), A. Vialard (LaBRI) de proposer de nouvelles approches pour analyser les images 3D composées d’objets tubulaires fins, comme les réseaux pulmonaires [22]. J.-O. Lachaud, B. Kerautret (LORIA), A. Krähenbühl (LORIA) and I. Debled-Rennesson (LORIA) ont aussi proposé une nouvelle méthode de reconstruction de modèles géométriques 3D de tubes à partir de données scanner parcellaires, en se basant sur des cartes d’accumulation et de la géométrie digitale [28, 29, 30].

Calcul discret et modèles variationnels (J.-O. Lachaud). Le calcul discret offre un moyen simple de définir des problèmes variationnels ou des relations différentielles sur des objets discrets. Le rapprochement entre calcul discret et géométrie digitale est au cœur du projet **CoMeDiC**. M. Foare et J.-O. Lachaud ont adapté la fonctionnelle d’Ambrosio-Tortorelli, une relaxation classique de celle de Mumford-Shah, et l’ont reformulée en calcul discret. Par ce biais, sa résolution numérique aboutit à des singularités fines, contrairement aux méthodes numériques usuelles. Avec H. Talbot (LIGM), ils ont montré l’intérêt de cette reformulation pour de la restauration d’image, de la segmentation et de l’inpainting [18, 19]. Avec D. Coeurjolly (LIRIS) et P. Gueth (LIRIS), ils ont démontré son intérêt dans la reconstruction de champ de normales lisses par morceaux sur des surfaces digitales [11]. Enfin, cette formulation a été déclinée sur des surfaces triangulées avec N. Bonneel (LIRIS), et offre un panel d’outil complet de traitement géométrique des surfaces : régularisation, segmentation, normal embossing, geometric inpainting [6].

Modèles phase-field modeling et la conjecture du nid d’abeille 3D (J.-O. Lachaud).

Le problème du Honeycomb 3D (ou conjecture de Kelvin) est toujours d’actualité. J.-O. Lachaud, E. Bretin (ICJ), R. Denis (ICJ), E. Oudet (LJK) ont proposé de nouveaux modèles phase-field pour trouver de nouvelles solutions au problème, qui rendent beaucoup moins coûteux en temps et en mémoire le nombres de phases possibles [8].

Recherche reproductible (J.-O. Lachaud). En analyse d'image et traitement géométrique des données, un critère de plus en plus important pour la qualité d'une contribution de recherche est sa reproductibilité. Sur ce sujet, un grand nombre des travaux précédents sont intégrés à la bibliothèque open-source DGTAL, initiés dans l'équipe. De plus, des travaux spécifiques ont été publiés dans Image Processing On Line (ipol.im) [34, 12] avec des démos en-ligne, ou ont reçu le label « recherche reproductible » [19, 30].

Mathématiques discrètes et applications (L. Vuillon). L'utilisation de la théorie des graphes et des mesures sur les réseaux permet d'aborder des problèmes liés à la biologie et de comprendre des mécanismes de robustesse des protéines [17, 1, 46, 19, 2]. Mais ces techniques peuvent également s'appliquer pour étudier d'autres réseaux comme ceux intervenants en sciences humaines même si cela n'est pas sans difficulté car les techniques formelles provenant des mathématiques discrètes ne font pas parties du bagage des chercheurs en sciences humaines [10]. Cependant ces techniques font leurs preuves dans des contextes de regroupement et d'exploration de corpus de documents textuels [5]. Nous avons aussi avec D. Dutykh utilisé les approches discrètes et réseaux pour attaquer des problèmes de mathématiques appliquées sur les vagues [166] et sur la réduction de dimension dans des problèmes de mapping de points d'un espace de grande dimension vers un espace de dimension 2 ou 3 (ce dernier travail a mené à un brevet CEA-CNRS-USMB).

L'un des champs d'application privilégié de ces techniques est, bien sûr, la géométrie discrète et la tomographie discrète où plusieurs résultats sur la structure des plans discrets ont été trouvés comme les langages palindromiques dans les plans discrets [16], l'épaisseur de connexité des hyperplans discrets dont nous avons terminé l'exploration du cas général [12, 11]. Les mots de Christoffel et les clôtures palindromiques ont permis d'obtenir de nombreux résultats : celui avec C. Reutenauer sur la version combinatoire des nombres de Markoff que nous détaillons dans la partie faits marquants [43], puis des résultats sur la synchronisation de mots de Christoffel pour trouver les normales en chaque point d'un plan discret [42]. Grâce à l'utilisation des mots de Christoffel en tomographie discrète, nous avons avancé dans la résolution de la reconstruction des convexes discrets [13]. Il faut noter aussi que notre dernier résultat avec A. Frosini consiste à reconstruire des polyominoes 2L-convexes et que pour ce premier cas difficile nous utilisons le codage de la géométrie de ces polyominoes par des clauses de Horn [20] et que ces techniques font le pont avec la partie logique de l'équipe **LIMD**. Enfin, nous utilisons les polycubes pour comprendre la structure des objets discrets qui pavent l'espace dans l'article avec I. Gambini [21].

Bornes inférieures pour des modèles arithmétiques de petite profondeur (S. Tavenas). Un circuit arithmétique est un modèle de calcul des polynômes sur un corps \mathbb{K} représentable sous la forme d'un graphe acyclique étiqueté. Si le degré entrant d'un sommet est 0, on étiquette ce sommet par une entrée (une constante de \mathbb{K} ou une variable), et sinon, on étiquette ce sommet par une opération arithmétique (ici somme ou produit). Ainsi, chaque porte calcule un polynôme : une porte v étiquetée par une somme (resp. un produit) calcule la somme (resp. le produit) des polynômes associés aux sommets ayant une arête allant vers v . Un polynôme (de degré d polynomial en son nombre de variables n) est alors considéré difficile s'il ne peut pas être calculé par un circuit de taille polynomiale en n . Bien que des méthodes de comptage assurent que c'est le cas pour la plupart, on ne connaît pas de polynômes explicites dont on sait prouver qu'il est difficile. Dans [44], S. Tavenas montre, que trouver une borne inférieure de la forme $n^{\omega(d)}$ pour les circuits de profondeur 4 seulement, suffit pour montrer que le polynôme est difficile. Il s'en est suivi une suite de travaux sur les circuits de profondeur constante. Une des difficultés majeures apparaît quand les nœuds intermédiaires calculent des polynômes de grands degrés. N. Kayal, C. Saha et S. Tavenas [27, 33] montrent que l'on peut encore obtenir des bornes inférieures exponentielles lorsque l'on considère les polynômes multilinéaires calculés par des formules multi- k -iques (c'est-à-dire dont le degré de tous les polynômes du circuit en chaque variable est au plus k) avec k suffisamment petit. Le point principal étant que ce modèle autorise les portes intermédiaires à calculer des polynômes de degré jusqu'à kn , ie. significativement plus grand que le degré final n . Shpilka et Wigderson (2001) ont montré que des circuits de profondeur trois calculant certains polynômes devaient avoir une taille au moins quadratique. N. Kayal, C. Saha et S. Tavenas [26] ont amélioré cette borne pour obtenir une borne presque cubique.

Reconstruction de programmes à branchements (S. Tavenas). Le problème de reconstruction est le suivant : étant donné un polynôme f calculé par un modèle \mathcal{M} , retrouver algorithmiquement \mathcal{M} (ou un modèle légèrement plus grand). Obtenir des bornes inférieures contre un modèle est un problème

notoirement difficile, c'est aussi le cas pour la reconstruction optimale d'un modèle de calcul. Toutefois, on sait que si l'on s'autorise à reconstruire un modèle polynomialement plus grand avec un algorithme probabiliste, la tâche devient parfois faisable. Un programme à branchement est un modèle de calcul basé sur le produit itéré de matrices $M_1 \cdot M_2 \cdots M_d$ où chaque entrée de chaque matrice correspond à une fonction affine donnée. N. Kayal, V. Nair, C. Saha et S. Tavenas [25] montrent que si un tel produit itéré est obtenu aléatoirement (c'est-à-dire chaque coefficient de chaque fonction affine est tiré aléatoirement et indépendamment dans le corps considéré), alors il existe un algorithme polynomial qui étant donné le polynôme final est capable de retrouver les matrices M_i .

Sensibilité des fonctions Booléennes (S. Tavenas). Différents paramètres combinatoires/algébriques sont utilisés pour quantifier la complexité d'une fonction Booléenne. Parmi eux, la sensibilité est un des plus simples et la sensibilité par blocs et l'un des plus utiles. Nisan et Szegedy ont montré en 1991 que la sensibilité par blocs et plusieurs autres paramètres comme la complexité du certificat, la profondeur des arbres de décision, le degré réel, la distribution des coefficients de Fourier sont tous reliés polynomialement. La conjecture sur la sensibilité affirme qu'il existe aussi une relation polynomiale entre la sensibilité et ces autres paramètres. Cette conjecture est restée grandement ouverte. Une approche naturelle est de commencer à la montrer pour des sous-classes de fonctions. Par exemple, la conjecture est vérifiée pour les fonctions monotones, les fonctions symétriques ainsi que pour celles décrivant des propriétés de graphes. Karthik CS. et S. Tavenas [24] considèrent le sous-cas des fonctions Booléennes dont une représentation en DNF a la propriété des blocs normalisés. Ils montrent que dans ce cas, $bs(f) \leq 4s(f)^2$, ie. que la conjecture est vérifiée. Enfin, ils remarquent que cette propriété n'est pas trop restrictive puisque quasiment toutes les fonctions connues dans la littérature produisant un saut quadratique (entre s et bs) vérifient cette propriété. Une autre restriction (les formules à k -lecture) a été analysée par M. Bafna, S.V. Lokam, S. Tavenas et A. Velingker [2]. Une formule à k -lecture est un arbre dans lequel chaque variable apparaît au plus k fois parmi les feuilles et dont les nœuds sont étiquetés par OU et ET. La conjecture est encore vérifiée dans le cas des fonctions calculables par des formules à k -lectures (avec k constant) de profondeur constante.

Structure de données pour les complexes simpliciaux (S. Tavenas). Le « Simplex Tree » (ST) est une structure de données récemment introduite par J.-D. Boissonnat et C. Maria qui stocke des complexes simpliciaux abstraits de toutes dimensions et qui fournit des implémentations efficaces d'un grand nombre d'opérations élémentaires sur les complexes simpliciaux. J.-D. Boissonnat, Karthick C.S. et S. Tavenas [5] montrent comment compresser de manière optimale cette structure tout en conservant ses fonctionnalités. De plus, ils proposent deux nouvelles structures qu'ils analysent sous différents paramétrages.

22.2 Faits marquants

- J.-O. Lachaud a obtenu le prix « Software award » de la prestigieuse conférence *Symposium on Geometry Processing 2016*, pour la bibliothèque open-source DGTAL <http://awards.geometryprocessing.org/>.
- J.-L. Verger-Gaugry a présenté un exposé sur l'attaque de la Conjecture de Lehmer par la dynamique du β -shift à ICM 2018 à Rio-de-Janeiro en communication courte sélectionnée.
- N. Kayal, C. Saha et S. Tavenas, An Almost Cubic Lower Bound for Depth Three Arithmetic Circuits, Proceedings of International Colloquium on Automata, Languages, and Programming (ICALP), 33 :1–33 :15, 2016. Les auteurs exhibent un polynôme explicite et montrent que tout circuit arithmétique de profondeur trois qui le calcule nécessite une taille au moins presque-cubique. La meilleure minoration précédente était quadratique et provenait de [SW01]. L'article a reçu le prix du meilleur article de la conférence.
- L. Vuillon a remporté l'appel d'offre CNRS 80 PRIME pour mener des recherches à la frontière des instituts CNRS INSMI (Institut National des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions) et INSIS (Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes) dans le cadre du projet GeoFiber.

Articles marquants.

- D. Coeurjolly, J.-O. Lachaud et J. Levallois ont proposé les premiers estimateurs de courbures moyenne, Gaussienne, et principales sur les surfaces digitales 3D, et qui ont la propriété prouvée de convergence [39, 13, 36, 37, 1]. Auparavant, seuls des estimateurs de courbure sur des contours

2D proposaient quelques garanties.

- C. Eberhart et T. Hirschowitz [15] ont conçu une construction générale recouvrant et clarifiant de nombreux modèles des langages de programmation. Les modèles concernés interprètent chaque programme comme une stratégie dans un jeu.
- T. Hirschowitz [28] a proposé une nouvelle approche abstraite de la *sémantique opérationnelle catégorique*, une méthode standard pour décrire mathématiquement les langages de programmation, obtenant pour la première fois un résultat général de correction de la *bisimulation modulo contexte*, une méthode pour démontrer des équivalences de programmes. Ce résultat offre de nouvelles perspectives sur une question très difficile, sur laquelle les dernières avancées remontaient à 2008.
- « Countable Successor Ordinals as Generalized Ordered Topological Spaces » R. Bonnet and A. Leiderman *Topology and its Applications*, Volume 241, 1 June 2018, pp. 197–202.
Dans cet article, on généralise des résultats de E. van Douwen : nous caractérisons les ordinaux dénombrables comme étant les espaces topologiques dont toute image se plonge dans un espace ordonnable (la topologie est engendrée par les intervalles ouverts d’une chaîne).
- J.-L. Verger-Gaugry, On the Conjecture of Lehmer, limit Mahler measure of trinomials and asymptotic expansions, *Unif. Distrib. Th. J.* 11 (2016), 79-139.
La méthode introduite dans cet article puise dans les systèmes dynamiques de numérations du beta-shift en base variable les ingrédients analytiques (fonction zêta dynamique, déterminant de Fredholm généralisé) liés à la conjecture de Lehmer et à la conjecture de Schinzel-Zassenhaus. Cette méthode s’ouvre sur une généralisation au cas général ce qui a donné lieu à une proposition de démonstration générale de ces deux conjectures. (version v1 déposée sur arXiv en septembre 2017, arXiv :1709.03771, 164 pages, plus de 4000 téléchargements sur HAL). Cette attaque de la Conjecture de Lehmer a été présentée à ICM 2018 à Rio-de-Janeiro en communication courte sélectionnée. Le manuscrit, dans sa seconde version, sera soumis à nouveau en 2019.
- N. Kayal, C. Saha et S. Tavenas, An Almost Cubic Lower Bound for Depth Three Arithmetic Circuits, *Proceedings of International Colloquium on Automata, Languages, and Programming (ICALP)*, 33 :1–33 :15, 2016. Les auteurs exhibent un polynôme explicite et montrent que tout circuit arithmétique de profondeur trois qui le calcule nécessite une taille au moins presque-cubique. L’article a reçu le prix du meilleur article de la conférence.
- N. Kayal, C. Saha et S. Tavenas, On the size of homogeneous and of depth four formulas with low individual degree, *Proceedings of Symposium on Theory of Computing (STOC)*, 626–632, 2016. Puis est apparu en version journal dans *Theory of Computing*, 14-16 :1–46, 2018. Les auteurs obtiennent des bornes inférieures superpolynomiales pour des polynômes multi-k-ic (une généralisation des polynômes multilinéaires où chaque variable peut apparaître avec degré au plus k). En particulier, les polynômes « difficiles » ont un degré plus grand que leur nombre de variables, ouvrant des espoirs pour obtenir des bornes inférieures superpolynomiales pour des modèles avec degré intermédiaire non borné.
- R. David et K. Nour. About range property for H . *Logical Methods in Computer Science*, vol. 10 (1 :3), pp. 1–18, 2014. La conjecture de Böhm sur la range property pour la théorie H stipule que le cardinal de l’image d’un λ -terme clos (vu comme une application modulo la théorie H) est soit 1 soit l’infini. Elle a résisté 42 ans avant que Polonsky trouve un contre-exemple. Nous proposons dans cet article une condition naturelle sur les λ -termes clos pour que le cardinal de leurs images soit toujours infini.
- J.-O. Lachaud et B. Thibert. Properties of Gauss digitized shapes and digital surface integration. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 54(2) :162-180, 2016.
Cet article explicite les liens locaux et globaux entre surface d’un objet lisse euclidien et surface de cet objet discrétisé dans une grille régulière de pas h . La relation de projection est essentielle. Nous montrons qu’elle n’est pas bijective mais nous bornons la taille de sa partie non bijective. Nous montrons quand et où la surface discrétisée est une variété. Nous établissons ensuite la convergence multigrille d’une somme sur la surface discrétisée vers l’intégrale de surface correspondante. Tous ces résultats sont à la base du projet ANR « défis de tous les savoirs » **CoMeDIC** (2015–2020) et de la mise au point d’un opérateur de Laplace-Beltrami fortement convergent sur les surfaces

digitales.

- J.-O. Lachaud, D. Coeurjolly et J. Levallois. Robust and convergent curvature and normal estimators with digital integral invariants. In L. Najman et P. Romon, éditeurs. *Modern Approaches to Discrete Curvature*, volume 2184 de *Lecture Notes in Mathematics*, pages 293-348. Springer International Publishing, Cham, 2017.
Ce chapitre d’ouvrage synthétise et étend les résultats obtenus pour mettre au point des estimateurs de courbures sur des surfaces discrétisées. C’est un problème difficile car ces surfaces ne présentent que 6 normales possibles. En choisissant bien les rayons dans les intégraux invariants discrets, nous montrons de manière quantitative la vitesse de convergence de nos estimateurs de courbure moyenne, courbure gaussienne, courbures principales et directions principales.
- J.-O. Lachaud, X. Provençal et T. Roussillon. Two plane-probing algorithms for the computation of the normal vector to a digital plane. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 59(1) :23-39, 2017.
Cet article présente deux algorithmes locaux pour calculer une base locale d’un plan discret, en n’utilisant qu’un point de départ et le prédicat « Est-ce que le point p appartient à mon plan ? ». Les algorithmes garantissent que le vecteur normal en sortie est exactement la normale au plan discret si c’est un vecteur rationnel. L’originalité de l’algorithme est de décider lui-même quels points il teste pour aboutir à ce résultat, d’où des algorithmes les « plus locaux possibles ». Plus généralement, ce type d’algorithme permet alors de calculer les normales à des surfaces discrètes avec pour objectif d’obtenir une décomposition polyédrique de la surface. Cet article est à la base du projet ANR Jeune Chercheur **PARADIS** (2018–2022).
- D. Coeurjolly, M. Foare, P. Gueth et J.-O. Lachaud. Piecewise smooth reconstruction of normal vector field on digital data. *Comput. Graph. Forum*, 35(7) :157-167, 2016. *Proc. of Pacific Graphics 2016*.
Il s’agit du premier article mettant en oeuvre du calcul extérieur discret sur des surfaces digitales (des unions de carrés orientés avec les axes). La fonctionnelle mise en oeuvre (Ambrosio-Tortorelli) souffre de ne pouvoir trouver des discontinuités fines avec les méthodes numériques standards (différences finies, éléments finis). Avec notre approche nous sommes capables de régulariser un champ de normales estimées de façon lisse par morceaux avec des discontinuités de dimension 1. Il s’agit du premier travail liant calcul discret et géométrie discrète. Au coeur du projet **CoMeDIC**, il a servi de base à plusieurs articles exploitant ces bonnes propriétés.
- Louis Cuel, J.-O. Lachaud, Q. Mérigot et B. Thibert. Robust geometry estimation using the generalized voronoi covariance measure. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 8(2) :1293-1314, 2015.
La mesure de covariance de Voronoi (VCM) est une mesure prouvée stable pour des ensembles compacts selon leur distance de Hausdorff. Cette mesure contient des informations géométriques, notamment la normale est proche du vecteur propre associé à la plus grande valeur propre. Nous avons étendu cette mesure pour qu’elle soit stable pour des ensembles avec des « outliers » (alors que la distance de Hausdorff est très sensible aux outliers) en utilisant la notion de distance à une mesure. En conséquence notre stabilité est liée à la distance de Wasserstein entre les compacts. Nous avons enfin montré des variantes de cette approche calculable en un temps très raisonnable. Ces travaux ont permis ensuite de mettre au point de nouveaux estimateurs géométriques sur les surface discrètes, à la fois stable et convergent multigrille.
- R. David, C. Raffalli, P. Hyvernats et K. Nour ont publié leur livre « Les démonstrations mathématiques » sur l’apprentissage et l’enseignement des démonstrations mathématiques.
- P. Hyvernats a étendu un test automatique (partiel) de terminaison [30] pour prendre en compte la correction des définitions récursives impliquant des types coinductifs. C’est une première étape vers une solution au problème présent dans les langages de programmations avec type dépendants comme Agda, où la vérification des définition telle qu’elle est implémentée n’est pas correcte. Il est donc possible de « casser » le système. Ces travaux ont été l’objet de la conférence invitée au workshop PARIS (Oxford, printemps 2018) et ont été soumis [4].
- L. Vuillon a appliqué la théorie des graphes et des mesures sur les réseaux à des problèmes liés à la biologie et sur la compréhension des mécanismes de robustesse des protéines [17, 1, 46, 19, 2].
- L. Vuillon a publié une série d’articles sur la structure des plans discrets et l’épaisseur de connexité

des hyper-plans discrets dont nous avons terminé l'exploration du cas général [12, 11].

- Grâce à l'utilisation des mots de Christoffel en tomographie discrète, L. Vuillon a progressé dans la résolution de la reconstruction des convexes discrets [13].
- L. Vuillon et A. Frosini proposent un algorithme de reconstruction des polyominos $2L$ -convexes à l'aide de clauses de Horn [20].
- L. Vuillon a travaillé avec C. Reutenauer (UQAM) sur la conjecture de Frobenius qui a maintenant plus de 100 ans d'âge dans l'article (C. Reutenauer and L. Vuillon, Palindromic Closures and Thue-Morse Substitution for Markoff Numbers, Uniform Distribution Theory (2017)). Ils proposent une version combinatoire des mots de cette conjecture en utilisant la longueur de mots donnés par clôtures palindromiques itérées et la substitution de Thue-Morse pour définir les nombres de Markoff. Ces nombres interviennent en théorie des nombres et apparaissent dans la résolution de l'équation Diophantienne $x^2 + y^2 + z^2 = 3xyz$. Etudier cette conjecture permettrait de mieux comprendre les propriétés de mauvaises approximations et la hiérarchisation des irrationnels quadratiques.

Neuvième partie

PROJET ET STRATÉGIE À CINQ ANS DE L'ÉQUIPE LIMD

23. ANALYSE SWOT

	Positif	Négatif
Origine interne	<ul style="list-style-type: none">— Large spectre de compétences de la pointe des mathématiques à l'implémentation.— Compétences d'ouverture vers d'autres domaines (biologie, algèbre homotopique, systèmes dynamiques arithmétiques, complexité géométrique).— Forte implication dans l'animation de la communauté.	<ul style="list-style-type: none">— Départ de 3 membres de l'équipe (G. Theyssier, C. Raffalli, X. Provençal) qui faisaient le pont entre les différents thèmes.— Risque de fragmentation thématique.
Origine externe	<ul style="list-style-type: none">— Bonnes connexions nationales et internationales.— Bonne reconnaissance des membres de l'équipe dans leurs communautés.	<ul style="list-style-type: none">— Perte d'un poste (N. Bernard) et gel des deux postes suivants (C. Raffalli, X. Provençal).— Fortes charges administratives dans les deux départements (de maths et d'info).— Pas de master recherche sur les thématiques de l'équipe.— Financement sur AAP dont la variabilité des montants est un facteur d'instabilité.

FIGURE 8 – Analyse SWOT pour l'équipe LIMD

24. STRUCTURATION, EFFECTIFS ET ORIENTATIONS SCIENTIFIQUES

Dans cette partie, nous proposons en premier lieu une analyse stratégique globale au niveau l'équipe, nous abordons les financements extérieurs, puis les liens avec les autres équipes. Nous concluons enfin en mentionnant quelques directions de recherche prometteuses.

24.1 Analyse globale

La politique scientifique de l'équipe s'appuie sur une grande partie des thématiques de l'informatique mathématique du GDR IM ceci malgré la taille sous-critique de notre équipe. Néanmoins, une telle diversité nous permet d'être présents dans plusieurs communautés scientifiques liées à ces thèmes et aussi d'articuler finement la recherche avec la formation au travers des enseignements dans le **CMI-Info**, dans la licence d'informatique, dans l'informatique du Master de mathématiques **Master MMAA**. Cette diversité nous permet aussi d'envisager de mettre en place rapidement un CAPES d'informatique. De plus, notre politique scientifique se révèle être axée, depuis longtemps, sur une **vision très ouverte de nos domaines de recherche**, laissant une **large part à la diversité thématique**. Ceci a longtemps

fait de l'équipe un lieu d'échanges dynamiques, notamment grâce à des liens forts entre nos différents pôles thématiques.

Cette dynamique reste présente aujourd'hui et nous souhaitons, comme nous le verrons dans la partie descriptive du projet de recherche, continuer à nous déployer sur les thématiques de l'informatique mathématique. Cependant cette dynamique est menacée par la perte de membres permanents. Si le départ de G. Theyssier (CR CNRS) a été partiellement compensé par les arrivées de S. Tavenas et J.-L. Verger-Gaugry (CR CNRS), membres des équipes **LIMD** et **GÉO**. EN revanche, les postes de X. Provencal et C. Raffalli (MCF) en 2017, ainsi que celui de N. Bernard (MCF, retraité en 2013), n'ont toujours pas été republiés par l'université. Le non renouvellement de ces 3 postes met l'équipe en danger.

D'autre part, depuis plusieurs années, le basculement par l'université du recrutement régulier d'ATERs vers une politique de recrutement de contractuels sans mission de recherche rend difficile le recrutement d'excellents candidats extérieurs, comme c'était le cas par le passé. Or, le recrutement régulier de bons ATERs apportait beaucoup à la dynamique de l'équipe. De même, le recrutement de post-doctorants s'effectue principalement sur projet ce qui s'avère trop rigide et impacte le dynamisme de l'équipe.

24.2 Moyens, renouvellement des partenariats

Bien que le financement à court terme de l'équipe ne pose aucun problème, le risque est bien réel à moyen terme.

Les membres de **LIMD** qui font des mathématiques discrètes mènent et participent aux projets ANR suivants :

- **KIDICO** (2010–2014),
- **DigitalSnow** (2011–2015),
- **Dyna3S** (2013–2017),
- **CoMeDIC** (2015–2020),
- **GlobNets** (2017–2022).
- **PARADIS**, Tassili internationale (2014–2017)

Sur sept projets, quatre sont déjà terminés. Evidemment, de nouvelles demandes sont actuellement en cours de rédaction mais cela n'offre aucune garantie.

Les membres de **LIMD** qui font de la logique de la programmation mènent et participent aux projets ANR suivants :

- **PiCoq** (2010–2014),
- **Récré** (2011–2015),
- **CATHRE** (2014–2018).

Plusieurs demandes de projets ANR ont été rejetées (« Circular proofs and termination », « Species, syntax, and semantics », « Compositionality in concurrency theory » (2 fois), « Fresh logical approaches in concurrency »), laissant reposer le financement du thème sur l'université. A terme, cela pourrait rapidement poser problème. Un objectif important est de relancer rapidement des projets, soit au niveau national soit au niveau européen (les deux options sont actuellement en discussion avec nos collaborateurs habituels).

24.3 Liens avec les autres équipes

- Entre les équipes **GÉO** et **LIMD** : l'étude des structures o-minimales se fait classiquement à l'aide d'outils d'une branche de la logique, la théorie des modèles. D'autre part, les aspects plus combinatoires de la géométrie algébrique élargissent sur les thèmes de l'équipe **LIMD**, justifiant l'appartenance à 50% entre les deux équipes de S. Tavenas (CR CNRS). Enfin la théorie des nombres, sous divers aspects, est une préoccupation commune aux deux équipes, justifiant l'appartenance à 50% entre les deux équipes de J.-L. Verger-Gaugry (CR CNRS).
- Entre les équipes **EDPs**² et **LIMD** : depuis 2011, D. Bucur et J.- O. Lachaud travaillent sur des questions à l'interface de la géométrie discrète et du calcul des variations, avec des applications en analyse d'image. à ce titre, D. Bucur est membre du projet ANR **CoMeDIC** , porté par J.-O. Lachaud. D. Bucur et J.-O. Lachaud ont conjointement dirigé la thèse de M. Foare entre 2013 et

2017 (qui est actuellement maître de conférences à Lyon) sur des questions d'analyse d'images par des méthodes variationnelles et géométriques. Enfin T. Coupechoux a effectué un stage de Master sur des méthodes d'interpolation d'images par EDP, dans le cadre du projet COMEDIC.

D'autre part, J.-L. Verger-Gaugry travaille avec D. Dutykh et L. Vuillon a écrit un article avec D. Dutykh (et un autre soumis) et a déposé un brevet avec lui (USMB, CNRS, CEA).

24.4 Projets thématiques

Monades familiales et sémantique opérationnelle structurelle (T. Hirschowitz). Dans la continuité du travail récent [28] sur les monades familiales et la sémantique opérationnelle structurelle, deux axes prioritaires seront explorés.

- D'abord, on tentera de proposer un format catégorique pour engendrer des sémantiques opérationnelles structurelles entrant dans le cadre de l'article.
- D'autre part, on poursuivra le développement théorique de ces sémantiques opérationnelles structurelles, en établissant des résultats généraux sur
 - les équivalences de programmes (méthode de Howe, bisimulations environnementales, relations logiques),
 - la correction de schémas de compilation,
 - la sûreté du typage.

Ce projet devrait faire l'objet d'une demande de financement européen (ERC) en 2019. En parallèle, on tentera d'adapter les méthodes utilisées à une question voisine, la *conjecture d'initialité* de Voevodsky, selon laquelle les différentes variantes de la théorie des types de Martin-Löf sont des objets initiaux dans certaines catégories adéquates.

Mathématiques discrètes, Combinatoire des mots et applications (L. Vuillon). L. Vuillon continue son projet de recherche en mathématiques discrètes et informatique théorique sur la combinatoire et les systèmes dynamiques discrets mais depuis 2008 il a rajouté une composante en analyse de données provenant de la biologie et des sciences humaines.

Il a donc des résultats théoriques sur la combinatoire des mots comme par exemple avec E. Domenjoud (LORIA) dans l'article (E. Domenjoud and L. Vuillon, Geometric Palindromic Closure, Special issue dedicated to the memory of Gérard Rauzy, Uniform Distribution Theory 7 (2012), no. 2, 109-140). Nous proposons, dans cet article, une reformulation en géométrie discrète de la construction du fractale de Rauzy en toute dimension. Ces travaux font le pont entre les fractions continues multidimensionnelles et la géométrie discrète. Ce résultat permettra d'attaquer la conjecture de Fraenkel qui dit que le seul mot infini (sur k lettres) équilibré sur chacune de ses lettres et ayant des fréquences de lettres deux à deux distinctes est le mot infini donné par la répétition de Fr_k tel que $Fr_k = Fr_{k-1}kFr_{k-1}$ pour $k > 3$ et avec $Fr_3 = 1213121$. Cette conjecture a plus de 40 ans d'âge et nous pensons donc l'aborder par des techniques de combinatoire des mots et de géométrie discrète.

L. Vuillon a également travaillé avec C. Reutenauer (UQAM) sur la conjecture de Frobenius qui a maintenant plus de 100 ans d'âge dans l'article (C. Reutenauer and L. Vuillon, Palindromic Closures and Thue-Morse Substitution for Markoff Numbers, to appear in Uniform Distribution Theory (2017)). Nous proposons, en effet, une version combinatoire des mots de cette conjecture en utilisant la longueur de mots donnés par clôtures palindromiques itérées et la substitution de Thue-Morse pour définir les nombres de Markoff. Ces nombres interviennent en théorie des nombres et apparaissent dans la résolution de l'équation Diophantienne $x^2 + y^2 + z^2 = 3xyz$. Etudier cette conjecture permettrait de mieux comprendre les propriétés de mauvaises approximations et la hiérarchisation des irrationnelles quadratiques.

Enfin, L. Vuillon travaille depuis 2008 avec C. Lesieur (biologiste à l'IXXI de l'ENS-Lyon et au laboratoire Ampère) sur les propriétés de robustesse et plasticité des protéines. L'idée est de coder les protéines par des objets discrets afin de modéliser les interactions entre acides aminés et ainsi essayer de prédire quels acides aminés, s'ils sont mutés par d'autres acides aminés, donnent de mauvaises conformations géométriques. Ces maladies de mauvaises conformations sont très nombreuses lors du vieillissement et l'on trouve dans cette classe les maladies d'Alzheimer et de Parkinson et certains cancers. Les enjeux sociétaux se révèlent donc très importants et l'on propose des recherches pluridisciplinaires qui à terme donneront peut-être de nouvelles façons de combattre ces maladies par des thérapies géniques ciblées.

Nous avons, entre autres, publié dans une revue, avec un fort facteur d'impact, l'article [46] où nous faisons un survol des techniques de graphes pour étudier la structure fine des protéines.

L. Vuillon a d'ailleurs remporté l'appel d'offre CNRS 80 PRIME pour mener des recherches à la frontière des instituts CNRS INSMI (Institut National des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions) et INSIS (Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes) dans le cadre du projet GeoFiber. En effet, L. Vuillon et C. Lesieur (Ampère et IXXI, INSIS) vont travailler conjointement sur la structure des fibres biologiques et vont proposer en 2019 de nouveaux modèles mathématiques et biologiques pour comprendre la structure des fibres biologiques provenant de l'agencement de protéines. Cette étude, par nature pluridisciplinaire, fera intervenir de la théorie des groupes, des pavages et des réseaux ainsi que des invariants topologiques. Ceci afin d'étudier les mutations d'acides aminés qui mènent à des transitions géométriques dans les protéines et à des maladies du vieillissement comme les maladies d'Alzheimer et de Parkinson et certains cancers. Ce travail se focalisera sur trois échelles différentes : les interactions au niveau des acides aminés, au niveau des interfaces entre protéines et enfin les contraintes globales, provenant de la théorie des groupes, qui régissent la construction de fibres biologiques. Le but de cette recherche sera d'appliquer ensuite les résultats à de vraies fibres biologiques et de pouvoir prédire quelles conformations géométriques peuvent construire des oligomères et quelles conformations donnent naissances à des fibres biologiques et à des pathologies.

Sémantique des jeux (T. Hirschowitz). Le travail sur l'axiomatisation catégorique de la sémantique des jeux se développera autour des cadres de jeux [15] et des jeux de gabarits de Melliès, récemment généralisés pour faire le lien avec des modèles plus standards [16].

Les cadres de jeux sont une structure abstraite à partir de laquelle on sait construire de manière générique une catégorie de jeux et de stratégies. Cette construction admet pour instances les modèles standards de Hyland et Ong (2000) et d'Abramsky, Jagadeesan et Malacaria (2000). L'effort portera sur l'établissement d'une structure plus riche sur la catégorie produite. On s'attachera en particulier, en s'appuyant sur la structure du cadre de jeux considéré, à exhiber une structure $*$ -autonome, ou cartésienne fermée, selon les cas.

Pour les jeux de gabarits, le but est de moduler l'approche initiale de Melliès par un système de factorisation à génération cofibrante, qui permet de restreindre la classe de stratégies considérée. Dans notre premier travail, on utilise cette approche pour retrouver la notion la plus simple de stratégie [16], mais il est important de capturer de nombreuses variantes, par exemple les stratégies dites déterministes, robustes, ou innocentes. D'autre part, le niveau d'abstraction de notre construction raffinée a permis d'établir un lien fort entre la notion de composition des stratégies et une notion de topologie algébrique, la *convolution de Day*. Cependant, ce lien ne fonctionne que dans une certaine classe de cas relativement simples. On tentera de raffiner encore la construction pour englober le cas général.

Théorie du λ -calcul (K. Nour).

- *Des preuves de forte normalisation.* Avec R. David, K. Nour a développé des nouvelles méthodes syntaxiques et arithmétiques pour prouver des résultats de forte normalisation pour des calculs typés assez complexes. Il sera utile de connaître les limites de ces méthodes. Peut-on caractériser les calculs pour lesquels ces méthodes s'appliquent ? Peut-on extraire des ces méthodes des bornes supérieures pour normaliser les termes ?
- *Des preuves de complétude.* La sémantique de réalisabilité pour des calculs typés basés sur la logique classique n'est pas assez étudiée. K. Nour a réussi à définir une sémantique de réalisabilité pour le $\lambda\mu$ -calcul simplement typé et a obtenu un résultat de complétude. K. Nour se propose d'étudier ce genre de sémantique pour des systèmes classiques plus complexes en vue d'obtenir des résultats de complétude.
- *λ -calcul parallèle typé.* On trouve dans la littérature plusieurs modèles de calcul donnant la possibilité de faire des calculs parallèles. En général, ces calculs sont assez complexes et ne sont pas bien typés (pas de correspondance de style « Curry-Howard » avec un système logique connu). On sait aussi qu'en λ -calcul (et quelques-unes de ses extensions), on ne peut pas faire du calcul parallèle. K. Nour a réussi à définir un calcul typé qui permet d'écrire un ou-parallèle. En étudiant ce calcul, on peut sans doute arriver à une version plus simple et une correspondance de Curry-Howard avec un système logique.

Complexité arithmétique (S. Tavenas). Dans le prolongement de son travail, S. Tavenas compte trouver des bornes superpolynomiales pour des modèles de calculs, de petite profondeur, mais permettant l'utilisation de polynômes intermédiaires de haut degré. On propose d'approcher ce but via les deux chemins suivants.

La première approche est l'amélioration directe des bornes inférieures pour les circuits de profondeur constante. Actuellement, les meilleures bornes sont quasi-cubiques pour les circuits de profondeur 3. Le résultat de profondeur 3 [26] est récent et peut encore apporter de nouvelles pistes : par exemple, le polynôme choisi dans cette preuve est assez artificiel. Peut-on obtenir une telle borne pour un polynôme « naturel ».

La deuxième approche passe par les formules multilinéaires. Les résultats de Raz impliquent qu'il existe un polynôme de « rang plein » calculable par des petits circuits multilinéaires mais pas par de petites formules. Dans Dvir et al., les auteurs définissent un polynôme (qui peut être calculé par un petit ABP multilinéaire) mais dont toute formule multilinéaire qui le calcule est de taille superpolynomiale. Or ce polynôme n'est pas de rang plein. On pourrait alors essayer de montrer la conjecture suivante :

Les Programmes à Branchements multilinéaires de taille polynomiale ne peuvent pas calculer de polynômes « rang plein ».

Associé au résultat de Raz, cela impliquerait directement une borne inférieure pour les ABPs. Toutefois, nous ne sommes pas tout à fait convaincus que la conjecture ci-dessus soit avérée. Pour cause, Kayal, Nair et Saha ont montré récemment qu'un modèle extrêmement restrictif était capable de calculer certains polynômes de « grand rang ». Leur nouveauté est l'utilisation de graphes « expanders ». Ainsi, en caractérisant le plus précisément ce que de petits ABPs multilinéaires peuvent calculer, on devrait mettre en lumière les faiblesses de ce modèle et en déduire des bornes inférieures contre lui.

Hyperalgèbres et théorie homotopique des types (K. Worytkiewicz). Le travail sur la thématique des hyperalgèbres a dépassé en 2018 le statut prospectif propre à tout projet à long terme. P. Gladki et K. Worytkiewicz ont trouvé une application en la forme d'une nouvelle approche axiomatique à la théorie des formes quadratiques. La notion d'hypercorps quadratiquement présentable donne lieu à une nouvelle construction des classiques anneaux de Witt des formes quadratiques, plus simple et fonctionnant de manière uniforme en toute caractéristique (contrairement aux approches connues). Ce travail est documenté dans l'article *Witt Rings of Quadratically Presentable Fields* [24].

Le travail sur la thématique des modèles de la Théorie Homotopique des Types dans les topos de réalisabilité se trouve dans une phase intermédiaire. En effet, les arguments avancés dans le preprint *Hurewicz Fibrations in Elementary Toposes* nécessitent une vérification minutieuse afin de s'assurer qu'ils sont valides en logique interne, un travail à finaliser. Après discussions détaillées notamment avec le logicien A. Miquel, tout laisse penser que cette théorie se laisse internaliser, ce qui voudrait dire que la classe des topos de Hurewicz (dont les topos de réalisabilité intuitionistes) accomode des modèles de HOTT au sens de Joyal, pas forcément univalents.

Pour la suite du travail sur la thématique des hyperalgèbres, avec P. Gladki, K. Worytkiewicz souhaite continuer de développer systématiquement des invariants cohomologiques, le but à long terme étant la résolution de la conjecture de Milnor pour formes quadratiques.

Pour la suite du travail sur la thématique des modèles de HOTT je compte traiter le problème de l'univalence au moyen de versions internes de fibrés et de recouvrements universels, respectivement.

Totalité et types coinductifs (P. Hyvernat). Les preuves cycliques, les jeux à parité et le « size-change principle » sont au cœur du test de totalité décrit dans [4]. Le prototype existant a montré que ce critère de correction est suffisamment bon pour être utilisé, mais pour l'instant il reste encore du travail pour que des langages comme Agda puissent l'utiliser nativement. Certains aspects, comme le fait de décorréler la parité (type inductif / type coinductif) de la polarité (type somme / type produit) semblent assez immédiats. D'autre, comme l'ajout de l'ordre supérieur sont en dehors du périmètre de ce test de correction. Les points les plus importants semblent être

- étendre le test pour gérer un minimum de types dépendants. Il est important de voir la limite des techniques utilisées dans le cas non-dépendant, et les cas simples comme « vecteurs de taille n » ne devraient pas poser de problème particulier. De la même manière, de nombreux types dépendants ne devraient pas nécessiter de modification du système existant car ce test est intrinsèquement

« non-typé ». Les problèmes risquent de venir avec les types plus complexes comme les familles inductives, ou les types inductifs-récurrents.

- expérimenter pour vérifier que l'interaction entre la notion de type avec taille (sized-types) et le test de totalité donne un test au moins aussi bon que l'implémentation actuel du test de Agda.

L'extension à des systèmes de types avec de la dépendance est une première étape.

Utilisation de la théorie des types cubique (P. Hyvernat). Les derniers travaux de P. Hyvernat sur les types coinductifs [3] ont nécessité une formalisation de résultats dans le langage Agda. Les objets manipulés (une forme de « jeux » à deux joueurs) rendent, de par leurs dépendances (les coups possibles du joueurs dépendent d'un état, et les coups possibles de l'opposant dépendent du coup du joueur) rendent les raisonnements formels en théorie des types extrêmement compliqués. La simple définition de la *bisimilarité* entre arbres infinis sur ces structures est elle même complexe.

Les travaux récents sur la théorie de types cubiques (qui valident l'axiome d'univalence de V. Voevodsky et lui donne un contenu calculatoire) semblent permettre de simplifier les raisonnements sur ces structures en rendant possible des égalités entre types dépendants. La possibilité d'utiliser le principe d'univalence, et donc du principe « isomorphisme = égalité » devrait permettre de simplifier et étendre ces travaux.

Recherche numérique des petites mesures de Mahler d'entiers algébriques. D. Dutykh et J.-L. Verger-Gaugry souhaitent développer les méthodes de Monte-Carlo pour détecter les facteurs réciproques irréductibles des polynômes de Parry provenant du β -shift, lorsque $\beta > 1$ tend vers 1. Ces facteurs devraient posséder des mesures de Mahler plus petites que le nombre de Lehmer 1.176280... plus petite mesure de Mahler connue. L'objectif est de comprendre la structure lacunaire de ces polynômes à toute petite mesure de Mahler par des méthodes récentes de dynamique de nombres algébriques.

Fonctions zêta dynamiques de systèmes dynamiques arithmétiques de numération. R. Nair et J.-L. Verger-Gaugry souhaitent développer, par la théorie ergodique, les expressions analytiques des fonctions zêta dynamiques d'Artin-Mazur pour les systèmes dynamiques de numération existants, par analogie avec celui du beta-shift de Rényi-Parry. Une collaboration est envisagée avec F. Nguéma Ndong pour le beta-shift négatif, avec J. Thuswaldner et K. Dajani dans les autres cas. Cette direction s'inscrit dans la continuité de l'attaque de la Conjecture de Lehmer, pour étudier d'autres problèmes limites de la théorie des nombres.

Dynamique p-adique de fractions continues, fonctions zêta dynamique de Selberg. R. Nair et J.-L. Verger-Gaugry souhaitent développer, par la théorie ergodique, des résultats analytiques, par la fonction zêta dynamique de Selberg, métriques et de discrédance à partir du système dynamique de Gauss et d'une involution du groupe modulaire étendu $PGL(2, \mathbb{Z})$. Une collaboration est envisagée avec B. Eren et M. Uludag.

Conjecture de Lehmer et fonctions zêta dynamique du beta-shift (J.-L. Verger-Gaugry). La démonstration de la Conjecture de Lehmer proposée en 2017 (pdf de l'Ecole d'été ZETAS 2018 - vidéos sur Youtube) fait appel aux trois domaines suivants : Théorie de Fredholm généralisée et fonctions zêta dynamiques du beta-shift (travaux de Ruelle, Baladi, Keller), systèmes dynamiques arithmétiques de numération (beta-shift ; Rényi, Parry, Frougny, Lothaire, Arnoux) avec beta tendant vers 1^+ , Théorie de séries divergentes inspirée de la Mécanique Céleste (Poincaré), développée ad-hoc, pour la description des zéros lenticulaires des déterminants de Fredholm généralisés à l'origine du minorant de la mesure de Mahler.

Le premier manuscrit déposé en 2017 (hal-01584495) a été séparé et réécrit en deux parties en 2019, la première sous forme d'un Survey sur la Conjecture de Lehmer et la Conjecture de Schinzel-Zassenhaus ne contenant aucune partie sur la dynamique des nombres algébriques, la deuxième proposant les éléments de démonstration fondés sur les fonctions zêta dynamiques d'Artin-Mazur du beta-shift, présentés dans ce contexte de manière à les mettre en lumière. Ce travail généralise mon travail de 2016 où l'exposition de la méthode des développements asymptotiques à la Poincaré pour les racines lenticulaires de trinômes de hauteur un est développée.

Le travail commun avec D. Dutykh en 2019 donne des théorèmes de factorisation de déterminants de Fredholm généralisés polynômiaux, en fait ceux qui interviennent dans la démonstration proposée de la Conjecture de Lehmer ; l'étude porte, dans un cadre un peu plus large, sur les polynômes presque-Newman lacunaires et leur heuristique de factorisation par des méthodes de Monte-Carlo.

Le Survey (89 pages) sur la Conjecture de Lehmer et la Conjecture de Schinzel-Zassenhaus retrace les nombreux résultats en Théorie des Nombres et en Géométrie Arithmétique, en dimension supérieure, mais aussi les diverses formes que prend le problème de Lehmer dans différents domaines : systèmes de Coxeter, polynômes de Coxeter, dynamique des automorphismes de surfaces complexes compactes, noeuds, liens, polynômes d'Alexander, polynômes de Jones, Géométrie hyperbolique arithmétique, homology classes, mapping classes, small stretch factors,...

Les méthodes de développements asymptotiques à la Poincaré, en Mécanique Céleste, du problème à N corps, ont été introduites en Théorie des Nombres dans l'étude des racines lenticulaires des polynômes lacunaires presque-Newman, qui sont à l'origine du problème de Lehmer. L'inégalité de Dobrowolski (1979) classique est une inégalité remarquable qui fait intervenir le degré. La conséquence essentielle du présent travail est l'amélioration de l'inégalité de Dobrowolski avec le degré dynamique, qui permet d'obtenir la minoration universelle de la mesure de Mahler, alors que l'inégalité classique ne le permet pas.

Les méthodes de fonctions zêta dynamique d'Artin-Mazur seront développées pour l'étude des valeurs d'adhérence de l'ensemble des mesures de Mahler. Il s'agit de systèmes dynamiques de numération au sens de Rényi et de Parry, et plus généralement de plusieurs systèmes canoniques de nombres. Les objets géométriques et les interprétations cohomologiques (Deninger) correspondant à ces points limites font l'objet de nombreuses superbes conjectures (Lalin, Boyd, Bertin, Zudilin,...), et seront abordés de manière neuve par les présentes techniques de dynamique. On regardera aussi le problème inverse (Staines) des mesures de Mahler par la dynamique, dans cette étude dynamique de valeurs limites.

Extension du cycle normal pour des objets discrets de normales naïves non convergentes (J.-O. Lachaud). Le cycle normal est un outil classique de la théorie géométrique de la mesure pour définir des notions de courbures sur des objets non lisses, avec des propriétés de stabilité par rapport à des objets lisses proches. Malheureusement cette théorie requiert non seulement que les objets soient proches en distance mais que les normales géométriques naïves sur l'objet discret tendent aussi vers les normales de l'objet lisse proche. La lanterne de Schwartz est le contre-exemple classique où cet outil échoue.

P. Romon (LAMA, Paris Est) et B. Thibert (LJK, Grenoble) et moi-même travaillons sur une extension de cet outil mathématique pour résoudre ce problème. La donnée en entrée est une surface lisse par morceaux quelconque, munie d'un champ de normales « corrigé » (par exemple estimée à l'aide d'un estimateur géométrique discret). En définissant un courant opérant dans le fibré grassmannien induit par ces normales « corrigées » et en utilisant les mesures invariantes de Lipschitz-Killing, nous aboutissons à des mesures d'aire et de courbures moyennes et gaussiennes convergentes, même dans le cas de la lanterne de Schwartz. Cet outil fonctionne aussi sur le cas difficile des surfaces digitales (les bords d'unions de voxels), où il y a seulement six normales naïves possibles. De plus nous établissons des bornes explicites d'erreur. Enfin ces mesures sont calculables facilement et ont été implémentées sur les surfaces digitales. Elles induisent des estimateurs de courbure qui convergent plus rapidement que les meilleures techniques de l'état de l'art, en théorie comme en pratique. Le code sera bientôt publié dans la bibliothèque DGtal.

Flot de Willmore discret en analyse d'image (J.-O. Lachaud). Il est difficile d'incorporer des régularisateurs pénalisant la courbure dans la plupart des formulations variationnelles utiles en analyse d'image, même si leur intérêt a été plusieurs fois démontré dans l'analyse de formes allongées ou fines comme les réseaux vasculaires. D. Martins Antunes, H. Talbot (LIGM) et moi-même travaillons sur un flot de Willmore purement discret, où la courbure locale est obtenue grâce aux invariants intégraux discrets [1], et où l'optimisation combinatoire est réalisée par l'algorithme QPBOP (un algorithme capable de donner des solutions approchées lorsque la fonction n'est pas sous-modulaire). Les premiers résultats sont encourageants et ont été acceptés pour publication à la conférence DGCI'2019. Il reste à connecter ce flot à la discrétisation d'un flot continu pour étudier sa consistance.

Régularisation de surfaces discrètes pour du shape from sketching (J.-O. Lachaud). Le domaine du *shape from sketching* vise à reconstruire une forme 3D à partir de quelques esquisses tracées à

la main. C'est un problème inverse délicat. Les meilleures méthodes actuelles limitent les formes possibles à des objets plutôt simples et les reconstructions 3D obtenues sont souvent à la fois trop lissées et sensibles à des approximations dans les esquisses. Ainsi, même avec un réseau de convolution profond (CNN), le volume prédit est peu précis et entaché d'erreurs. De telles méthodes permettent aussi de prédire des champs de normales plus précis par vue considérée, mais ces champs présentent de nombreuses inconsistantes entre elles et avec l'objet reconstruit. Avec A. Bousseau et J. Delanoy (INRIA, Sophia), D. Coeurjolly (LIRIS) et moi-même proposons d'utiliser des outils de géométrie discrète pour fusionner de façon consistante les informations précédentes. En combinant la régularisation lisse par morceaux de normales via Ambrosio-Tortorelli discret et la régularisation de surfaces discrètes par alignement avec un champ de normales, nous améliorons les meilleurs résultats de l'état de l'art. Ces travaux sont actuellement en soumission à la conférence SMI'2019.

25. ANNEXE 7 LIMD

25.1 Production de connaissances et activités concourant au rayonnement et à l'attractivité scientifique de l'équipe LIMD

25.1.1. Journaux, revues

Articles publiés dans des revues à comité de lecture - Équipe LIMD

- [1] Mounia ACHOCH, Rodrigo DORANTES-GILARDI, Chris WYMANT, Giovanni FEVERATI, Kave SALAMATIAN, Laurent VUILLON et Claire LESIEUR. Protein structural robustness to mutations : an in silico investigation. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 18:13770–13780, 2016.
- [2] Alexandre AKSENOV. Counting solutions without zeros or repetitions of a linear congruence and rarefaction in b-multiplicative sequences. *J. Théo. Nombres Bordeaux*, 27:625–654, 2015.
- [3] Peter BETTYANI et Karim NOUR. Strong normalization of lambda-sym-prop and lambda bare-mu tilde*-calculi. *Logical Methods in Computer Science*, 13:1–22, 2017.
- [4] Peter BETTYANI et Karim NOUR. An estimation for the lengths of reduction sequences of the lambda-mu-rho-theta-calculus. *Logical Methods in Computer Science*, 14:1–35, 2018.
- [5] Jean-Daniel BOISSONNAT, KARTHIK C. S. et Sébastien TAVENAS. Building efficient and compact data structures for simplicial complexes. *Algorithmica*, 79(2):530–567, 2017.
- [6] Nicolas BONNEEL, David COEURJOLLY, Pierre GUETH et Jacques-Olivier LACHAUD. Mumford-shah mesh processing using the ambrosio-tortorelli functional. *Computer Graphics Forum*, 37(7):75–85, 2018.
- [7] Robert BONNET et Arkady LEIDERMAN. Countable successor ordinals as generalized ordered topological spaces. *Topology Appl.*, 241:197–202, 2018.
- [8] Elie BRETIN, Roland DENIS, Jacques-Olivier LACHAUD et Edouard OUDET. Phase-field modelling and computing for a large number of phases. *ESAIM : Mathematical Modelling and Numerical Analysis*, 2019. Accepted, to appear (DOI <https://doi.org/10.1051/m2an/2019>).
- [9] Thomas CAISSARD, David COEURJOLLY, Jacques-Olivier LACHAUD et Tristan ROUSSILLON. Laplace–Beltrami operator on digital surfaces. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, pages 1–21, Aug 2018.
- [10] Annette CASAGRANDE et Laurent VUILLON. Sciences humaines et sociales et méthodes du numérique, un mariage heureux ? *Les Cahiers du numérique*, 13(3-4):115–136, 2017.
- [11] David COEURJOLLY, Marion FOARE, Pierre GUETH et Jacques-Olivier LACHAUD. Piecewise smooth reconstruction of normal vector field on digital data. *Comput. Graph. Forum*, 35(7):157–167, 2016. Proc. of Pacific Graphics 2016.
- [12] David COEURJOLLY, Bertrand KERAUTRET et Jacques-Olivier LACHAUD. Extraction of connected region boundary in multidimensional images. *IPOP Journal*, 4:30–43, 2014.
- [13] David COEURJOLLY, Jacques-Olivier LACHAUD et Jérémy LEVALLOIS. Multigrid convergent principal curvature estimators in digital geometry. *Computer Vision and Image Understanding*, 129:27–41, 2014. Special section : Advances in Discrete Geometry for Computer Imagery.

- [14] Louis CUEL, Jacques-Olivier LACHAUD, Quentin MÉRIGOT et Boris THIBERT. Robust geometry estimation using the generalized Voronoi covariance measure. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, 8(2):1293–1314, 2015.
- [15] René DAVID et Karim NOUR. About the range property for h. *Logical Methods in Computer Science*, 10:1–18, 2014.
- [16] Eric DOMENJOUR, Xavier PROVENÇAL et Laurent VUILLON. Palindromic language of thin discrete planes. *Theoretical Computer Science*, 624:101–108, 2016. Advances in Discrete Geometry for Computer Imagery.
- [17] Rodrigo DORANTES-GILARDI, Laëtitia BOURGEAT, Lorenza PACINI, Laurent VUILLON et Claire LESIEUR. In proteins, the structural responses of a position to mutation rely on the Goldilocks principle : not too many links, not too few. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 20:25399–25410, 2018.
- [18] Clovis EBERHART, Tom HIRSCHOWITZ et Thomas SEILLER. An intensionally fully-abstract sheaf model for π (expanded version). *Logical Methods in Computer Science*, Volume 13, Issue 4, novembre 2017.
- [19] Giovanni FEVERATI, Mounia ACHOCH, Laurent VUILLON et Claire LESIEUR. Intermolecular β -strand networks avoid hub residues and favor low interconnectedness : A potential protection mechanism against chain dissociation upon mutation. *PLOS ONE*, 9(4):1–16, 04 2014.
- [20] Andrea FROSINI et Laurent VUILLON. Tomographic reconstruction of 2-convex polyominoes using dual horn clauses. *Theoretical Computer Science*, 2019.
- [21] Ian GAMBINI et Laurent VUILLON. Tiling the space by polycube analogues of Fedorov’s polyhedra. *Fundamenta Informaticae*, 146:197–209, 2016.
- [22] Richard GARNER et Tom HIRSCHOWITZ. Shapely monads and analytic functors. *Journal of Logic and Computation*, 28(1):33–83, 2018.
- [23] Aria GHEERAERT, Lorenza PACINI, Victor S BATISTA, Laurent VUILLON, Claire LESIEUR et Ivan RIVALTA. Exploring allosteric pathways of a v-type enzyme with dynamical perturbation networks. *The Journal of Physical Chemistry B*, 2019.
- [24] Pawel GLADKI et Krzysztof WORYTKIEWICZ. Witt rings of quadratically presentable fields. Accepted for publication in "Categories and General Algebraic Structures with Applications", 2018.
- [25] Assaf HASSON et Robert BONNET. In memoriam : Mati Rubin 1946–2017. *Bull. Symb. Log.*, 24(2): 181–185, 2018.
- [26] André HIRSCHOWITZ, Michel HIRSCHOWITZ et Tom HIRSCHOWITZ. Saturating directed spaces. *Journal of Homotopy and Related Structures*, 9(2):273–283, 2014.
- [27] Tom HIRSCHOWITZ. Full abstraction for fair testing in CCS (expanded version). *Logical Methods in Computer Science*, 10(4), 2014.
- [28] Tom HIRSCHOWITZ. Familial monads and structural operational semantics. *PACMPL*, 3(POPL): 21 :1–21 :28, 2019.
- [29] Pierre HYVERNAT. A linear category of polynomial functors (extensional part). *Logical Methods in Computer Science*, 10(2), 2014.
- [30] Pierre HYVERNAT. The size-change termination principle for constructor based languages. *Logical Methods in Computer Science*, 10(1), 2014.
- [31] Pierre HYVERNAT. Some properties of inclusions of multisets and contractive boolean operators. *Discrete Mathematics*, 329:69–76, 2014.
- [32] Neeraj KAYAL, Vineet NAIR, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. Reconstruction of full rank algebraic branching programs. *Transactions on Computing Theory TOCT*, 11(1):2 :1–2 :56, 2019.
- [33] Neeraj KAYAL, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. On the size of homogeneous and of depth-four formulas with low individual degree. *Theory of Computing*, 14(16):1–46, 2018.
- [34] Bertrand KERAUTRET et Jacques-Olivier LACHAUD. Meaningful scales detection : an unsupervised noise detection algorithm for digital contours. *IPOL Journal*, 4:98–115, 2014.
- [35] Jacques-Olivier LACHAUD, Xavier PROVENÇAL et Tristan ROUSSILLON. An output-sensitive algorithm to compute the normal vector of a digital plane. *Theor. Comput. Sci.*, 624:73–88, 2016.

- [36] Jacques-Olivier LACHAUD, Xavier PROVENÇAL et Tristan ROUSSILLON. Two plane-probing algorithms for the computation of the normal vector to a digital plane. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 59(1):23–39, 2017.
- [37] Jacques-Olivier LACHAUD et Boris THIBERT. Properties of Gauss digitized shapes and digital surface integration. *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 54(2):162–180, 2016.
- [38] Rodolphe LEPIGRE et Christophe RAFFALLI. Practical subtyping for curry-style languages. *ACM Trans. Program. Lang. Syst.*, 2018.
- [39] Jérémy LEVALLOIS, David COEURJOLLY et Jacques-Olivier LACHAUD. Scale-space feature extraction on digital surfaces. *Computers & Graphics*, 51:177–189, 2015. International Conference Shape Modeling International.
- [40] Meena MAHAJAN, Nitin SAURABH et Sébastien TAVENAS. VNP=VP in the multilinear world. *Inf. Process. Lett.*, 116(2):179–182, 2016.
- [41] Karim NOUR et Mohamed ZIADEH. A revised completeness result for the simply typed lambda-calculus using realizability semantics. *Logical Methods in Computer Science*, 13:1–13, 2017.
- [42] Xavier PROVENÇAL et Laurent VUILLON. Discrete segments of Z^3 constructed by synchronization of words. *Discrete Applied Mathematics*, 183:102–117, 2015. Special Issue on Discrete Geometry for Computer Imagery.
- [43] Christophe REUTENAUER et Laurent VUILLON. Palindromic closures and Thue-Morse substitution for Markoff numbers. *Uniform distribution theory*, 2(2):25–35, 2017.
- [44] Sébastien TAVENAS. Improved bounds for reduction to depth 4 and depth 3. *Inf. Comput.*, 240:2–11, 2015.
- [45] Jean-Louis VERGER-GAUGRY. Rényi-Parry germs of curves and dynamical zeta functions associated with real algebraic numbers. *RIMS Kôkyûroku Bessatsu*, B46:241–247, 2014.
- [46] Laurent VUILLON et Claire LESIEUR. From local to global changes in proteins : a network view. *Current Opinion in Structural Biology*, 31:1–8, 2015. Theory and simulation/Macromolecular machines and assemblies.
- [47] K. WORYTKIEWICZ, K. HESS, P.E. PARENT et A. TONKS. Corrigendum to : A model structure à la thomason on 2-Cat. *Journal of Pure and Applied Algebra*, 220(12):4017–4023, 2016.

25.1.2. Livres

Publication de livres - Équipe LIMD

- [1] R. DAVID, P. HYVERNAT, K. NOUR et C. RAFFALLI. *Les démonstrations mathématiques*. Ellipses, 2017.

25.1.3. Ouvrages

Articles ou chapitres publiés dans des ouvrages - Équipe LIMD

- [1] Jacques-Olivier LACHAUD, David COEURJOLLY et Jérémy LEVALLOIS. Robust and convergent curvature and normal estimators with digital integral invariants. In L. NAJMAN et P. ROMON, éditeurs. *Modern Approaches to Discrete Curvature*, volume 2184 de *Lecture Notes in Mathematics*, pages 293–348. Springer International Publishing, Cham, 2017.
- [2] Claire LESIEUR et Laurent VUILLON. From tilings to fibers a bio-mathematical aspects of fold plasticity. In Claire LESIEUR, éditeur. *Oligomerization of Chemical and Biological Compounds*, chapitre 13. IntechOpen, Rijeka, 2014.

25.1.4. Colloques, congrès, séminaires

Articles publiés dans des actes de colloques - Équipe LIMD

- [1] D. ANTUNES, J.-O. LACHAUD et H. TALBOT. Digital curvature evolution model for image segmentation. In *International Conference on Discrete Geometry for Computer Imagery (DGCI'2019)*,

- Marne-la-Vallée, France, volume 11414 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 15–26. Springer, 2019.
- [2] Mitali BAFNA, Satyanarayana V. LOKAM, Sébastien TAVENAS et Ameya VELINGKER. On the sensitivity conjecture for read-k formulas. In *Proceedings of Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS)*, pages 16 :1–16 :14, 2016.
 - [3] Jean-Daniel BOISSONNAT, KARTHIK C. S. et Sébastien TAVENAS. Building efficient and compact data structures for simplicial complexes. In *Proceedings of Symposium on Computational Geometry (SoCG)*, pages 642–656, 2015.
 - [4] Thomas CAISSARD, David COEURJOLLY, Jacques-Olivier LACHAUD et Tristan ROUSSILLON. Heat kernel Laplace-Beltrami operator on digital surfaces. In W. G. KROPATSCH, N. M. ARTNER et I. JANUSCH, éditeurs. *Discrete Geometry for Computer Imagery : 20th IAPR International Conference, DGCI 2017, Vienna, Austria, September 19 – 21, 2017, Proceedings*, volume 10502 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 241–253, Cham, 2017. Springer International Publishing.
 - [5] Annette CASAGRANDE, Edisson LOZA-AGUIRRE et Laurent VUILLON. Improving strategic scanning information analysis : An alternative measure for information proximity evaluation. In *2015 International Conference on Enterprise Systems (ES)*, pages 1–8, Oct 2015.
 - [6] David COEURJOLLY, Pierre GUETH et Jacques-Olivier LACHAUD. Digital surface regularization by normal vector field alignment. In W. G. KROPATSCH, N. M. ARTNER et I. JANUSCH, éditeurs. *Discrete Geometry for Computer Imagery : 20th IAPR International Conference, DGCI 2017, Vienna, Austria, September 19 – 21, 2017, Proceedings*, volume 10502 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 197–209, Cham, 2017. Springer International Publishing.
 - [7] David COEURJOLLY, Pierre GUETH et Jacques-Olivier LACHAUD. Regularization of voxel art. In *SIGGRAPH Talk 2018*, 2018.
 - [8] Simon COLIN, Rodolphe LEPIGRE et Gabriel SCHERER. Unboxing mutually recursive type definitions in ocaml. In *Proceedings of JFLA, Les Rousses, France, 30th January to 2nd February 2019.*, 2019.
 - [9] Louis CUEL, Jacques-Olivier LACHAUD, Quentin MÉRIGOT et Boris THIBERT. Robust normal estimation using order-k voronoi covariance. In *Proc. 30th European Workshop on Computational Geometry (EuroCG 2014)*, Dead Sea, Israel, March 3-5 2014.
 - [10] Louis CUEL, Jacques-Olivier LACHAUD et Boris THIBERT. Voronoi-based geometry estimator for 3d digital surfaces. In Elena BARCUCCI, Andrea FROSINI et Simone RINALDI, éditeurs. *Proc. Int. Conf. on Discrete Geometry for Computer Imagery (DGCI'2014)*, Sienna, Italy, volume 8668 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 134–149. Springer International Publishing, 2014.
 - [11] Eric DOMENJOU, Bastien LABOUREIX et Laurent VUILLON. Facet connectedness of arithmetic discrete hyperplanes with non-zero shift. In *Discrete Geometry for Computer Imagery*. Springer International Publishing, 2019.
 - [12] Eric DOMENJOU, Xavier PROVENÇAL et Laurent VUILLON. Facet connectedness of discrete hyperplanes with zero intercept : The general case. In Elena BARCUCCI, Andrea FROSINI et Simone RINALDI, éditeurs. *Discrete Geometry for Computer Imagery*, pages 1–12, Cham, 2014. Springer International Publishing.
 - [13] Paolo DULIO, Andrea FROSINI, Simone RINALDI, Lama TARSISSI et Laurent VUILLON. First steps in the algorithmic reconstruction of digital convex sets. In Srećko BRLEK, Francesco DOLCE, Christophe REUTENAUER et Élise VANDOMME, éditeurs. *Combinatorics on Words*, pages 164–176, Cham, 2017. Springer International Publishing.
 - [14] Clovis EBERHART et Tom HIRSCHOWITZ. Justified sequences in string diagrams : a comparison between two approaches to concurrent game semantics. In Filippo BONCHI et Barbara KÖNIG, éditeurs. *Proceedings of the 7th International Conference on Algebra and Coalgebra in Computer Science*, volume 72 de *LIPICs*, pages 10 :1–10 :16. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2017.
 - [15] Clovis EBERHART et Tom HIRSCHOWITZ. What’s in a game ? : A theory of game models. In Anuj DAWAR et Erich GRÄDEL, éditeurs. *Proceedings of the 33rd Symposium on Logic in Computer Science*, pages 374–383, 2018.

- [16] Clovis EBERHART, Tom HIRSCHOWITZ et Alexis LAOUAR. Template games, simple games, and Day convolution. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction*, LIPIcs. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2019. To appear.
- [17] Clovis EBERHART, Tom HIRSCHOWITZ et Thomas SEILLER. An intensionally fully-abstract sheaf model for pi. In Lawrence S. MOSS et Pawel SOBOCINSKI, éditeurs. *Proceedings of the 6th International Conference on Algebra and Coalgebra in Computer Science*, volume 35 de *LIPICs*, pages 86–100. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2015. Best paper award (*ex æquo*).
- [18] Marion FOARE, Jacques-Olivier LACHAUD et Hugues TALBOT. Image restoration and segmentation using the Ambrosio-Tortorelli functional and discrete calculus. In *Pattern Recognition (ICPR), 2016 23rd International Conference on*, pages 1418–1423, Cancun, Mexico, 2016. IEEE.
- [19] Marion FOARE, Jacques-Olivier LACHAUD et Hugues TALBOT. Numerical implementation of the ambrosio-tortorelli functional using discrete calculus and application to image resoration and inpainting. In *Proc. 1st Workshop on Reproducible Research in Pattern Recognition (RRPR2016)*, pages 91–103, Cancun, Mexico, 2016.
- [20] Ignacio GARCÍA-MARCO, Pascal KOIRAN et Sébastien TAVENAS. Log-concavity and lower bounds for arithmetic circuits. In *Proceedings of Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS)*, pages 361–371, 2015.
- [21] Ignacio GARCÍA-MARCO, Pascal KOIRAN et Sébastien TAVENAS. Log-concavity and lower bounds for arithmetic circuits. In *Proceedings of Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS)*, pages 361–371, 2015.
- [22] Florent GRÉLARD, Fabien BALDACCI, Anne VIALARD et Jacques-Olivier LACHAUD. Precise cross-section estimation on tubular organs. In George AZZOPARDI et Nicolai PETKOV, éditeurs. *Proc. Computer Analysis of Images and Patterns (CAIP'2015), La Valetta, Malta*, volume 9257 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 277–288. Springer International Publishing, 2015.
- [23] André HIRSCHOWITZ, Tom HIRSCHOWITZ et Nicolas TABAREAU. Wild omega-categories for the homotopy hypothesis in type theory. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Typed Lambda Calculi and Applications*, volume 38 de *LIPICs*, pages 226–240. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2015.
- [24] KARTHIK C. S. et Sébastien TAVENAS. On the sensitivity conjecture for disjunctive normal forms. In *Proceedings of Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science (FSTTCS)*, pages 15 :1–15 :15, 2016.
- [25] Neeraj KAYAL, Vineet NAIR, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. Reconstruction of full rank algebraic branching programs. In *Proceedings of Computational Complexity Conference (CCC)*, pages 21 :1–21 :61, 2017.
- [26] Neeraj KAYAL, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. An almost cubic lower bound for depth three arithmetic circuits. In *Proceedings of International Colloquium on Automata, Languages, and Programming (ICALP)*, pages 33 :1–33 :15, 2016.
- [27] Neeraj KAYAL, Chandan SAHA et Sébastien TAVENAS. On the size of homogeneous and of depth four formulas with low individual degree. In *Proceedings of Symposium on Theory of Computing (STOC)*, pages 626–632, 2016.
- [28] Bertrard KERAUTRET, Adrien KRÄHENBÜHL, Isabelle DEBLED-RENNESSON et Jacques Olivier LACHAUD. 3d geometric analysis of tubular objects based on surface normal accumulation. In Vittorio MURINO et Enrico PUPPO, éditeurs. *Proc. Image Analysis and Processing (ICIAP 2015), Genova, Italy*, volume 9279 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 319–331. Springer International Publishing, 2015.
- [29] Bertrand KERAUTRET, Adrien KRÄHENBÜHL, Isabelle DEBLED-RENNESSON et Jacques-Olivier LACHAUD. Centerline detection on partial mesh scans by confidence vote in accumulation map. In *Pattern Recognition (ICPR), 2016 23rd International Conference on*, pages 1376–1381, Cancun, Mexico, 2016. IEEE.
- [30] Bertrand KERAUTRET, Adrien KRÄHENBÜHL, Isabelle DEBLED-RENNESSON et Jacques-Olivier LACHAUD. On the implementation of centerline extraction based on confidence vote in accumulation map. In *International Workshop on Reproducible Research in Pattern Recognition*, pages 116–130. Springer, Cham, 2016.

- [31] Jacques-Olivier LACHAUD. Convergent geometric estimators with digital volume and surface integrals. In Nicolas NORMAND, Jean-Pierre V. GUÉDON et Florent AUTRUSSEAU, éditeurs. *Discrete Geometry for Computer Imagery - 19th IAPR International Conference, DGCI 2016, Nantes, France, April 18-20, 2016. Proceedings*, volume 9647 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 3–17. Springer, 2016.
- [32] Jacques-Olivier LACHAUD, Xavier PROVENÇAL et Tristan ROUSSILLON. Computation of the normal vector to a digital plane by sampling significant points. In N. NORMAND, J. GUÉDON et F. AUTRUSSEAU, éditeurs. *Discrete Geometry for Computer Imagery - 19th IAPR International Conference, DGCI 2016, Nantes, France, April 18-20, 2016. Proceedings*, volume 9647 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 194–205. Springer, 2016.
- [33] Rodolphe LEPIGRE. PML2 : integrated program verification in ML. In *23rd International Conference on Types for Proofs and Programs, TYPES 2017, May 29-June 1, 2017, Budapest, Hungary*, pages 4 :1–4 :27, 2017.
- [34] Rodolphe LEPIGRE. PML2 : integrated program verification in ML. In *23rd International Conference on Types for Proofs and Programs, TYPES 2017, May 29-June 1, 2017, Budapest, Hungary*, pages 4 :1–4 :27, 2017.
- [35] Rodolphe LEPIGRE et Christophe RAFFALLI. Abstract representation of binders in ocaml using the bindlib library. In *Proceedings of the 13th International Workshop on Logical Frameworks and Meta-Languages : Theory and Practice, LFMTTP@FSCD 2018, Oxford, UK, 7th July 2018.*, pages 42–56, 2018.
- [36] Jérémy LEVALLOIS, David COEURJOLLY et Jacques-Olivier LACHAUD. Parameter-free and multigrid convergent digital curvature estimators. In Elena BARCUCCI, Andrea FROSINI et Simone RINALDI, éditeurs. *Proc. Int. Conf. on Discrete Geometry for Computer Imagery (DGCI'2014), Sienna, Italy*, volume 8668 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 162–175. Springer International Publishing, 2014.
- [37] Hélène PERRIER, Jérémy LEVALLOIS, David COEURJOLLY, Jean-Philippe FARRUGIA, Jean-Claude IEHL et Jacques-Olivier LACHAUD. Interactive curvature tensor visualization on digital surfaces. In N. NORMAND, J. GUÉDON et F. AUTRUSSEAU, éditeurs. *Discrete Geometry for Computer Imagery - 19th IAPR International Conference, DGCI 2016, Nantes, France, April 18-20, 2016. Proceedings*, volume 9647 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 282–294. Springer, 2016.
- [38] T. ROUSSILLON et J.-O. LACHAUD. Digital plane recognition with fewer probes. In *International Conference on Discrete Geometry for Computer Imagery*, volume 11414 de *Lecture Notes in Computer Science*, pages 380–393. Springer, 2019.

Organisation d'événements scientifiques.

- Rencontres transfrontalières sur « Discrete and Computational Geometry and Applications », 9/11/2015, Chambéry, organisé par J.-O. Lachaud.
<https://dcca.sciencesconf.org>.
- Journées du groupe de travail LAC (Logique algèbre et calcul) du GDR IM, à Chambéry : novembre 2014,
<https://www.lama.univ-savoie.fr/pagesmembres/hirschowitz/LAC2014>.
- Workshop « Géocalisation à Chambéry » : juin 2015,
<https://www.lama.univ-savoie.fr/pagesmembres/hirschowitz/Geocalisation2015>.
- Workshop PLLR (Parametricity, Logical Relations and Realizability), satellite de CSL 2016,
<https://www.lama.univ-savoie.fr/~hyvernats/PLRR2016/>.
- Workshop « coinduction in type theory », juillet 2017,
<https://www.lama.univ-savoie.fr/pagesmembres/hirschowitz/CoTT2017>.
- Journée « termination and circular proofs », juillet 2017,
<https://www.lama.univ-savoie.fr/~lepigre/termination/>.
- L. Vuillon a été co-organisateur avec P.-L. Curien de la journée à la mémoire de Maurice Nivat à l'IRIF, Paris janvier 2018.

- L. Vuillon a été co-organisateur avec C. Lesieur du groupe de travail à l'ENS-Lyon « Réseaux spatiaux optimisés », décembre 2017.
- L. Vuillon a été co-organisateur avec C. Lesieur du groupe de travail à l'ENS-Lyon « Biologie et réseaux », juin 2016.
- L. Vuillon a été co-organisateur avec J.-L. Verger-Gaugry du colloque en la mémoire de P. Liardet au Bourget-du-Lac, « Number theory, numeration systems and dynamical systems », sous les auspices de la SMF, septembre 2015.
- L. Vuillon a été co-organisateur avec C. Lesieur du groupe de travail à l'ENS-Lyon « Biologie, mathématique et physique du repliement des protéines », juin 2015.

Exposés invités à des conférences, congrès et workshops, participation à des conférences internationales.

- T. Hirschowitz a séjourné un mois et demi à l'université Macquarie (Sydney), invité par R. Garner.
- T. Hirschowitz a donné un exposé invité au workshop *Game Semantics 25*, satellite de LICS '18, en l'honneur des 25 ans de la sémantique des jeux (Oxford). *What's in a game?*
<http://www.gamesemantics.org/game-semantics-25>.
- P. Hyvernats a été invité au workshop PARIS (Programming and Reasoning on Infinite Structures), workshop satellite des conférences FLOC 2018 à Oxford.
<https://www.irif.fr/~saurin/RAPIDO/PARIS-2018/>.
- P. Hyvernats a été invité au workshop Realizability à Marseille en juin 2018.
<http://www.i2m.univ-amu.fr/perso/laura.fontanella/realizabilityworkshop/>.
- J.-O. Lachaud a donné un exposé invité au Meeting on *Tomography and Applications*, Politecnico di Milano, 13-15/5/2019.
- J.-O. Lachaud a donné un exposé invité au Workshop on *Phase-field models of fractures*, Banff International Research Station, 4-8/3/2019.
<https://workshops.birs.ca/events/19w5207/schedule>.
- J.-O. Lachaud a donné un exposé invité à la conférence internationale *Calculus of Variations, Optimal Transportation, and Geometric Measure Theory : from Theory to Applications*, Université Claude Bernard, 4-8/7/2016.
<http://math.univ-lyon1.fr/homes-www/masnou/cvgmta>.
- J.-O. Lachaud a été keynote speaker à la conférence internationale *Discrete Geometry for Computer Imagery (DGCI'2016)*, Nantes, 18-20/4/2016.
<http://dgci2016.univ-nantes.fr>.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé au Workshop Int. « Additive Combinatorics », Univ. St-Étienne, mai 2014.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé (exposé) à « 4th International Conference on Uniform Distribution Theory UDT2014, Université d'Ostrava, République Tchèque, juillet 2014.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé (exposé) au Workshop International « Numeration and Substitution 2014 », juillet 2014.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé (exposé) au Workshop international « Numeration 2015 », Univ. Lorraine, Nancy, mai 2015.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé (exposé) aux 29^{ème} Journées Arithmétiques JA2015, Univ. Debrecen, Hongrie, juillet 2015.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé (exposé) au Workshop Int. « Numeration 2016 », Prague, mai 2016.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé (exposé) au 5^{ème} Colloque International UDT2016 « Uniform Distribution Theory », Sopron, Hongrie, juillet 2016.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé (exposé) au Workshop Int. « Numeration 2017 », Rome, Italie, juin 2017.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé (exposé) aux 30^{ème} Journées Arithmétiques JA2017, Caen, juillet 2017.

- J.-L. Verger-Gaugry a participé au Workshop Int. « Prime numbers : new perspectives », Mois Thématique : Arithmétique - Chaire Jean-Morlet, CIRM, février 2014.
- J.-L. Verger-Gaugry participe régulièrement à la Journée Int. « Séminaire Tournant de Théorie Analytique des Nombres et d'Approximation Diophantienne », en alternance Univ. Grenoble Alpes et Univ. Lyon, mars 2014, nov. 2014, nov. 2016, nov. 2017.
- J.-L. Verger-Gaugry participe assez régulièrement à la Journée Int. « Rencontres de Théorie Élémentaire et Analytique des Nombres », IHP, Paris, fréquence tous les 3 mois.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé au Colloque Int. « 75 Symposium in Honor of Kalman Gyory », University of Debrecen, juillet 2015.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé au Colloque Int. « AuT. atic Sequences, Number Theory, Aperiodic Order », Technical University Delft, Pays-Bas, octobre 2015.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé au Colloque Int. LEUCA2016 celebrating Michel Waldschmidt's 70 birthday, Leuca (Italie), juin 2016.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé au Workshop Int. « Analogies between number field and function field : algebraic and analytic approaches », Université de Lyon, juin 2017.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé à SMF2016 : Premier Congrès de la Société Mathématique de France, juin 2016, Tours.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé au Workshop Int. « Ultrafilters, Ramsey Theory and Dynamics », Université de Lyon, novembre 2017.
- J.-L. Verger-Gaugry a participé (exposé) au Colloque « Numeration 2018 », Paris Sophie Germain IMJ-PRG, mai 2018.
- L. Vuillon a été invité au meeting on Tomography and Applications Discrete Tomography and Image Reconstruction, Ecole Polytechnique de Milan, mai 2017. Titre : « Reconstruction of digitally convex polyominoes ».
- L. Vuillon a été invité au meeting on GoPro, ENS-Lyon, décembre 2017. Titre : « Tilings in biology and architecture ».
- L. Vuillon a été invité à la Journée du GDR IM en la mémoire de M. Nivat, Palaiseau, avril 2018. Titre : « Une approche informatique théorique des nombres de Markoff ».
- L. Vuillon a été invité au meeting on Tomography and Applications Discrete Tomography and Image Reconstruction, Ecole Polytechnique de Milan, mai 2018. Titre : « Convexity concepts in discrete tomography and tilings ».

Exposés invités à des séminaires. T. Hirschowitz a donné 6 séminaires, notamment au séminaire Choccola (ENS Lyon) et à l'*Australian Category Seminar* (Macquarie University, Sydney).

J.-O. Lachaud a donné 5 séminaires dans des réunions de projets **DigitalSnow**, **CoMeDIC** et **PADIS**, ainsi qu'un exposé aux journées Informatique et Géométrie (JIG2018, Lyon).

K. Nour est invité au congrès international LICMA'19 (<http://kalma-lb.org/licma/licma19/>) qui aura lieu à Beyrouth (Liban) du 15 à 18 avril.

L. Vuillon a donné 14 séminaires à Pragues, Montréal, Dublin, Pise, Florence Londres, Copenhague, Chambéry, Paris et Lyon.

P. Hyvernats a donné 7 séminaires à Montevideo, Göteborg, Paris, Lyon, Marseille et Marseille.

25.1.5. *Articles soumis*

Articles soumis dans des revues à comité de lecture - Équipe LIMD

- [1] Elie BRETIN, Roland DENIS, Jacques-Olivier LACHAUD et Edouard OUDET. Phase-field modelling and computing for a large number of phases. *hal-01628403*, nov. 2017.
- [2] Clovis EBERHART et Tom HIRSCHOWITZ. Fibred pseudo double categories for game semantics. preprint, 2018.
- [3] Pierre HYVERNAT. Infinite types, infinite data, infinite interaction. *CoRR*, abs/1902.10971, 2019.
- [4] Pierre HYVERNAT. The size-change principle for mixed inductive and coinductive types. *CoRR*, abs/1901.07820, 2019. soumis à « Logical Methods for Computer Science ».

- [5] Kateřina MEDKOVÁ, Edita PELANTOVÁ et Laurent VUILLON. Derivated sequences of complementary symmetric rote sequences. *arXiv:1812.03748*, 2018.
- [6] Jean-Louis VERGER-GAUGRY. A proof of Lehmer’s conjecture by the dynamical zeta function of the β -shift and a new dobrowolski type minoration. preprint, v1 :2017, v2 :2019.

25.1.6. *Produits et outils informatiques*

Les membres de l’équipe participent à une dizaine de logiciels. Omega catégories en Coq, Chariot, Game Shell, TPLab, Logiciel des missions LAMA, DGtal, 3D-AT, voxCNN, VCM, AAVolGallery.

- Depuis 2011 J.-O. Lachaud est co-initiateur avec David Coeurjolly (LIRIS) du projet DGTAL, *Digital Geometry Tools and Algorithms*, bibliothèque C++ fédérative des travaux de la communauté géométrie discrète française.
<http://dgtal.org>
Code accessible sur github <https://github.com/DGtal-team/DGtal/>, plus de 20 contributeurs, plus de 900 Pull Requests, 10ème version majeure en mars 2019. DGTAL sert de base à plus de trente articles de recherche. DGTAL est le récipiendaire du prix « Software-award » de la conférence Symposium on Geometry Processing 2016.
- A. Hirschowitz and T. Hirschowitz and N. Tabareau. Formalisation of strict omega-categories and the homotopy hypothesis in type theory, using coinduction. Coq code, 2015.
https://github.com/tabareau/omega_categories

25.1.7. *Activités éditoriales*

- T. Hirschowitz a participé au comité de programme des conférences suivantes.
- 2019 Conférence *Mathematical Foundations of Programming Semantics* (MFPS).
- 2018 Conférence *Mathematical Foundations of Programming Semantics* (MFPS).
- 2017 Conférence *Algebra and Coalgebra in Computer Science* (CALCO).
- 2016 Workshop *Coalgebraic Methods in Computer Science* (CMCS).
- 2015 Workshop *Games for Logic and Programming Languages* (GALOP).
- J.-O. Lachaud est depuis 2017 membre du steering committee de la Conférence internationale *Discrete Geometry for Computer Imagery* (DGCI). De plus il est ou a été membre du comité de programme des conférences suivantes :
- 2019 Conférence internationale *Discrete Geometry for Computer Imagery* (DGCI), Marne-la-Vallée, France
- 2019 Workshop international *Computational Topology in Image Context* (CTIC), Malaga, Espagne
- 2018 Colloque national *Reconnaissance des Formes, Image, Apprentissage et Perception* (RFIAP), Marne-la-Vallée.
- 2017 Conférence internationale *Discrete Geometry for Computer Imagery* (DGCI), Vienna, Autriche.
- 2016 Workshop international *Computational Topology in Image Context* (CTIC), Marseille, France
- 2016 Colloque national *Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle* (RFIA), Clermont-Ferrand.
- 2015 Workshop international *Combinatorial Image Analysis* (IWCIA), Kolkata, India.
- 2014 Workshop international *Computational Topology in Image Context* (CTIC), Timisoara, Roumanie
- 2014 Colloque national *Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle* (RFIA), Rouen.
- J.-L. Verger-Gaugry a été membre invité du Comité de Rédaction du Journal Uniform Distribution Theory (UDT) en 2015, à l’occasion du Colloque organisé au LAMA à la mémoire de P. Liardet, puis membre depuis juillet 2016.

25.1.8. *Activité d'évaluation*

Prix de thèse. En 2017, 2018 et 2019, J.-O. Lachaud a été membre du jury du prix de thèse du GdR informatique géométrique et graphique, réalité virtuelle et visualisation (IG-RV).

Evaluation d'articles. T. Hirschowitz a relu des articles pour le journal *Applied Categorical Structures* et les conférences sélectives *Computer Science Logic (CSL)*, *Foundations of Software Science and Computation Structures (FoSSaCS)*, *Mathematical Foundations of Programming Semantics (MFPS)*, *Concurrency Theory (CONCUR)*, *Logic in Computer Science (LICS)*, *Relational Methods in Computer Science (RAMiCS)*, *International Colloquium on Automata, Languages, and Programming (ICALP)*, *Algebra and Coalgebra in Computer Science (CALCO)*, *Journées Francophones des Langages Applicatifs (JFLA)*.

J.-O. Lachaud a relu des articles pour les journaux internationaux *Journal of Electronic Imaging* (1), *Journal of Mathematical Imaging and Vision* (3), *Pattern Recognition* (2), le journal national *Traitement du Signal* (1), les conférences internationales sélectives *SIGGRAPH* (1), *DGCI* (8), *CTIC* (2), *IWCIA* (2), et les conférences nationales sélectives *RFIA* (2) et *RFIAP* (2).

P. Hyvernat a relu des articles pour le journal *Journal of Functional Programming* ainsi que pour les conférences sélectives *Foundations of Software Science and Computation Structures (FoSSaCS)*, *Logic in Computer Science (LICS)*, *Journées Francophones des Langages Applicatifs (JFLA)*, *Mathematical Foundations of Programming Semantics (MFPS)*, *Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS)* et *TYPES* (postproceedings).

Jurys de thèse.

- T. Hirschowitz a été rapporteur de la thèse de M. Kerjean (encadrée par T. Ehrhard), IRIF, Paris 7 (2018), rapporteur pour la thèse de N. Ninin (encadré par E. Haucourt). LIX, Ecole Polytechnique (2017), rapporteur de la thèse d'A. Pavaux (encadré par C. Fouqueré et G. manzonetto). LIPN, Paris 13 (2017), examinateur pour la thèse de D. Ruoppolo (encadré par S. Guerrini et G. Manzonetto). LIPN, Paris 13 (2016).
- P. Hyvernat a été membre du jury de thèse de Valentin Blot (2014).
- J.-O. Lachaud a été rapporteur pour l'HDR de J. Cousty (2018) et examinateur de l'HDR de Y. Kenmochi (2018). Il a été rapporteur pour les thèses de N. Boutry (2016), Aldo Gonzalez-Lorenzo (2016) et A. Leborgne (2016), et examinateur des thèses de J. Levallois (2015), M. Foare (2017), F. Grélard (2017), T. Caissard (2019).
- L. Vuillon a été membre du jury et président de la thèse de Mounia Achoch (2015), membre du jury d'HDR de Michael Rao (2017), membre du jury et rapporteur de la thèse de Matthieu Rosenfeld (2017), membre du jury de la thèse de Lama Tarsissi (2017) et de Rodrigo Dorantes-Gilardi (2018)

Évaluations de projets de recherche ou de laboratoires. L'équipe a participé à l'évaluation de 7 projets ou laboratoires.

- J.-O. Lachaud a été membre du comité d'évaluation HCERES du laboratoire XLIM (Limoges, Poitiers) en 2017.
- J.-O. Lachaud a été expert auprès du COFECUB (Comité français d'évaluation de la coopération scientifique avec le Brésil) en 2018.
- L. Vuillon est expert auprès du FNRS depuis septembre 2011 pour l'expertise de la recherche Belge dans les domaines des mathématiques et de l'informatique.
- L. Vuillon a été membre du comité d'évaluation HCERES du laboratoire CAMS de EHESS en 2016.

25.1.9. *Contrats de recherche financés par des institutions publiques*

L'équipe a participé aux projets ANR suivants

- **PARADIS** (2018–2022) « Analyse sans paramètres des surfaces discrètes », ANR Données, Connaissances, Big data, Contenus multimédias, Intelligence Artificielle
Porteur : T. Roussillon (LIRIS). Membres LAMA : J.-O. Lachaud

- **CoMeDIC** (2015–2020) « Convergent Metrics for Digital Calculus », ANR Défi de tous les savoirs, www.lama.univ-savoie.fr/comedic, 470 k€(global).
Porteur : J.-O. Lachaud (LAMA). Partenaires : LAMA (Chambéry), LIGM (Marne-la-Vallée), LIRIS (Lyon), LJK (Grenoble).
- **Tube (2017–2019)** Analyse géométrique pour la caractérisation des maladies pulmonaires, ANR France Life Imaging, 15 k€.
Porteur : Fabien Baldacci (LaBRI). Partenaires : LaBRI (Bordeaux), LAMA (Chambéry), LORIA (Nancy).
- **Récré** (2011–2016) « Réalisabilité pour la logique classique, la concurrence, les références et la réécriture », ANR-11-BS02-010, <http://recre.ens-lyon.fr>
Le porteur national était Alexandre Miquel puis Colin Riba (ENS Lyon) et le porteur local P. Hyvernats. Ce projet a duré 4 ans et demi et rassemblait des chercheurs du LIP (Lyon), IRIF (Paris), IMM (Marseille) et LAMA.
- **DigitalSnow** (2011–2015) « Géométrie discrète et mathématiques appliquées pour la métamorphose de neige », ANR Blanc, 146 k€(local).
Porteur : David Coeurjolly (LIRIS), Responsable pour le LAMA J.-O. Lachaud. Partenaires : LAMA (Chambéry), LIRIS (Lyon), CEN (Grenoble).
- **CATHRE** (2013–2016)
- **TASSILI** Internationale franco-algérienne (2014–2017) « Théorie des Nombres, fonctions spéciales et dynamique ».
Porteurs : A. Bayad (Univ. Evry), M. Hernane (Alger). Partenaires : UGA (**Institut Fourier** initialement), Universités algériennes.
- **KIDICO** (2011–2015) « Intégration des connaissances pour la convolution discrète, la segmentation et la reconstruction d’informations dans les images digitales », ANR Blanc.
Porteur : Mohammed Tajine (LSIIT). Membre.
- **GlobNets** (2017–2021) ANR sur de l’analyse de données massives par des techniques de codes barres ADN pour l’écologie. 67 k€.
Porteur : Wilfried Thuiller (LECA). Partenaires : LAMA, EcoFog, EDB, ECOSYS.
- Projet GeoFIber, financé par le CNRS sur l’appel d’offre 80primes. 10 k€.
- K. Worytkiewicz est porteur du projet AmSud « Logique, Catégories et Complexité ».

25.1.10. *Post-doctorants et chercheurs accueillis*

- N. Ghani (Strathclyde University, Glasgow, Royaume-Uni) a bénéficié d’un poste de 1 mois de professeur invité au LAMA sur l’année 2016–2017.
- F. Orsanigo a bénéficié d’un contrat de recherche de 6 mois en 2016 sur le projet ANR **Récré**, co-encadré par T. Hirschowitz et P. Hyvernats.
- N. Ghani (Strathclyde University, Glasgow, Royaume-Uni) a séjourné deux semaines au LAMA en 2015.
- R. Cockett (Calgary, Canada) a passé un mois au LAMA en 2014.
- P. Gladki (Katowice) est visiteur régulier.

25.2 Interaction de l’équipe LIMD avec l’environnement non académique, impact sur la société, la culture, la santé

25.2.1. *Brevets, licences et déclarations d’invention*

- B. Colange, D. Dutykh, S. Lespinats, L. Vuillon « Procédé pour améliorer la détermination a posteriori de l’état d’un système », brevet CEA-CNRS-USMB, en cours de dépôt.

25.2.2. *Produits destinés au grand public*

- Les membres de l’équipe interviennent régulièrement en lycée pour la semaine des maths : *Imagerie 3D et mathématiques* (J.-O. Lachaud, 2015)

- P. Hyvernat a donné plusieurs exposés grand public (« amphis pour tous ») sur le thème « symétries et pavages » en 2017.
- P. Hyvernat a été invité par l’IREM de Limoges pour donner un exposé grand public sur « les mathématiques de l’origami » en mars 2016.
- (2019-) T. Hirschowitz, P. Hyvernat et K. Nour participent à un « laboratoire de mathématiques » sur la logique dans un lycée chambérien.
- (2011–2015) T. Hirschowitz a animé d’un atelier « Maths à modeler » dans une classe de CM2, avec l’aide d’un doctorant différent chaque année.
- L. Vuillon a donné un exposé grand public dans le cadre du Festival Transfo, Chambéry, « Data science et méthodes prédictives », janvier 2019.

25.3 Implication de l’équipe LIMD dans la formation par la recherche

25.3.1. *Produits des activités pédagogiques et didactiques*

- P. Hyvernat a écrit (2012) et maintient depuis le logiciel TPLab qui sert de plateforme de rendu des TP d’informatique au département d’informatique de l’université Savoie Mont Blanc.
- P. Hyvernat a écrit (2017) un logiciel d’apprentissage du shell Unix appelé *GameShell* pour les étudiants. (<https://github.com/phyver/GameShell>)

25.3.2. *Productions scientifiques issues des thèses*

- D. M. Antunes a publié une communication dans une conférence internationale avec comité de sélection (DGCI2019, accepté).
- T. Caissard a publié un article de recherche dans un journal international [9] et une communication dans une conférence internationale avec comité de sélection [4].
- L. Cuel a publié un article dans un journal international [14], une communication dans une conférence internationale avec comité de sélection [10] et une communication dans une conférence internationale sans comité de sélection [9].
- C. Eberhart a notamment publié trois articles [15, 14, 17] dans des conférences internationales sélectives et un dans une revue internationale [18].
- M. Foare a publié un article de recherche dans un journal international [11] et deux communications dans des conférences internationales avec comité de sélection [18, 19].
- J. Levallois a publié deux articles de recherche dans des journaux internationaux [39, 13] et deux communications dans des conférences internationales avec comité de sélection [36, 37], et a participé à la rédaction d’un chapitre d’ouvrage [1].

25.3.3. *Formation*

Responsabilité pédagogique notable (licence, master). L’équipe est fortement impliquée dans deux départements d’enseignement : le département de mathématiques et celui d’informatique aussi bien au niveau licences qu’au niveau master.

Le **CMI-Info** est porté par le laboratoire et dirigé par J.-O. Lachaud, et les membres participent fortement aux enseignements d’informatique et d’informatique mathématique dans les CMI d’informatique et de mathématiques ainsi que dans le Master **Master MMAA**.

L’équipe souhaite par ailleurs s’impliquer dans la création d’une préparation au nouveau CAPES d’informatique, projet soutenu par le département d’informatique de l’USMB.

- (2010-) P. Hyvernat est responsable de la 3ème année de licence informatique de l’USMB.
- (2016-) J.-O. Lachaud est responsable du Cursus Master Ingénierie Informatique de l’USMB.
- (2001-) K. Nour est responsable de la troisième année de licence de mathématiques.
- (2018-) K. Nour est responsable de la mention licence de mathématiques.
- (2018-) L. Vuillon est responsable du département de mathématiques.

Instances administratives.

- (2015-) T. Hirschowitz est membre du conseil de l'UFR Sciences et Montagne de l'Université Savoie Mont Blanc.
- (2015-) T. Hirschowitz est membre (nommé) du CNU 25.
- (2012–2014) T. Hirschowitz est membre suppléant (nommé) du CNU 25.