

Centre de recherche mathématiques

IRL 3457



Bilan

Olivier Lafitte

Février 2024

PRÉSENTATION DU CENTRE DE RECHERCHES MATHÉMATIQUES

Introduction

Le Centre de recherches mathématiques (CRM) est un des plus importants centres de recherche en mathématiques du monde.

Fondé en 1968 à l'Université de Montréal, le CRM regroupe les forces vives en mathématiques des universités québécoises et d'autres universités canadiennes, tout en organisant des activités auxquelles participent des mathématiciens et mathématiciennes provenant de tous les horizons et des quatre coins du globe.

Les universités partenaires du CRM sont, outre l'Université de Montréal, les trois autres universités à Montréal (UQAM-Université du Québec à Montréal, Concordia, McGill), l'Université Laval à Sainte Foy de Québec (région de la Capitale Nationale), et l'Université de Sherbrooke. Vient de s'ajouter officiellement à cette liste de partenaires une université non québécoise, l'université d'Ottawa. Pour les lecteurs, rappelons que l'Université de Montréal et l'université UQAM sont deux universités francophones, l'Université de Concordia et l'Université McGill sont deux universités anglophones, l'Université d'Ottawa est une université bilingue, et les Universités Laval et de Sherbrooke sont francophones.

C'est un des trois grands centres mathématiques du Canada, et le plus ancien, les deux autres, le Fields situé à Toronto (créé en 1994) et le PIMS (Pacific Institute for Mathematical Sciences) (créé en 1996) permettent une couverture pan-canadienne.

Le CRM est à la fois un centre ayant une programmation exigeante de niveau international organisée en semestres thématiques, en activités plus ponctuelles, en conférences..., et une fédération de 13 laboratoires. Cette double structure est unique.

Les treize laboratoires, qui fédèrent des chercheurs de plusieurs universités partenaires du CRM (et aussi d'autres universités) sont des structures uniques en Amérique du Nord, qui fonctionnent plus sur la référence de départements de mathématiques dans chaque université, et pourrait se rapprocher des fédérations qui existent dans l'enseignement supérieur français.

La structure double sur laquelle le CRM est construit — une programmation en parallèle avec treize laboratoires de recherche de haute performance — est unique.

Le personnel scientifique du CRM regroupe quelques 250 membres réguliers et accueille chaque année dans ses laboratoires plus de 80 boursiers stagiaires postdoctoraux ainsi qu'un grand nombre de chercheurs¹ invités. De plus les programmes thématiques, écoles et autres rencontres scientifiques attirent plus de 2000 participants par année au CRM.

Les activités du CRM et celles de ses laboratoires jouent un rôle important dans la formation de jeunes chercheurs et chercheuses et, en tant que lieu privilégié de rencontres scientifiques de haut niveau, le CRM apporte une contribution majeure à l'avancement des collaborations de recherche internationales en sciences mathématiques.

Depuis sa création, le CRM a eu de nombreux directeurs et directrices. Le premier est Maurice Labbé (qui a eu un mandat de 2 ans, le salon de réception au 6ème étage du bâtiment Aisenstadt porte son nom). Dans les directeurs ayant eu un mandat long (plus de 3 ans) on peut citer, dans l'ordre Jacques Saint Pierre, Lucien Le Cam, Anatole Joffre, David Sankoff, Francis Clarke, Luc Vinet, Jacques Hurtubise, François Lalonde, Peter Russel, Luc Vinet.

¹Il n'y a pas de différence au Québec entre enseignant-chercheur et chercheur, le dernier statut n'existe pas. Dans ce rapport, nous emploierons indifféremment professeur et chercheur pour parler des membres du CRM.

L'actuel directeur est Octav Cornéa, professeur à l'université de Montréal, qui a la particularité d'être en disponibilité d'un poste de professeur de l'Université de Lille, montrant ses liens importants avec la communauté mathématique française.

Activités

Ces activités sont variées et multiformes : soutien aux séminaires récurrents (de tous les laboratoires), organisation d'ateliers, organisation de et soutien à des semestres thématiques, organisation et ou hébergement de colloques, de séminaires, conférences des chaires Aisenstadt (instaurées par un legs, des mathématiciens du monde entier sont honorés par ce titre, et souvent leur venue est associée à un semestre thématique), grandes conférences publiques du CRM (qui concernent les mathématiques et leur interactions), le programme En Avant Maths (à destination des tout petits ou des scolaires).

Prix et manifestations

Outre les chaires Aisenstadt, qui ont été mentionnées précédemment, le CRM finance des bourses post-doctorales prestigieuses (CRM-ISM) en nombre très limité.

Le CRM décerne depuis 1992 un prix de mathématiques Aisenstadt (un ou deux lauréats, qui sont nécessairement des chercheurs en poste au Canada ayant soutenu leur doctorat moins de 8 ans avant l'année de candidature au prix, où les dossiers sont de niveau exceptionnel).

Conjointement avec le PIMS et le Fields, il décerne le Prix CRM-Fields-PIMS, qui est la reconnaissance la plus importante au Canada pour des réalisations de recherches en sciences mathématiques, réalisés principalement au Canada.

Le CRM et la SSC (Société Statistiques du Canada) décerne tous les ans, depuis 1999, un prix couronnant des travaux accomplis dans les quinze années suivant le doctorat, à un Canadien ou une personne ayant la résidence permanente.

L'ACP (Association canadienne des physiciennes et physiciens) et le CRM décerne tous les ans, depuis 1995, un prix reconnaissant la physique théorique et mathématique. L'ancien directeur, Luc Vinet, a d'ailleurs été lauréat en 2012.

Une partie de ces prix (chaires Aisenstadt, prix Aisenstadt, post-doc CRM-ISM) est examiné par le comité international du CRM (ISAC), dont le directeur de l'IRL fait partie de droit.

Laboratoires du CRM

Nous ne présentons que les titres des laboratoires, et l'explication du sigle dans le cas où le titre n'est pas explicite, les personnes intéressées devront se reporter au site web www.crmath.ca.

- Analyse Mathématique ;
- CAMBAM (*Centre for Applied Mathematics in Bioscience and Medicine*) ;
- CICMA (Centre interuniversitaire en calcul mathématique algébrique) ;
- CIRGET (Centre interuniversitaire de recherches en géométrie et topologie) ;
- GIREF (Groupe interdisciplinaire de recherche en éléments finis) ;
- LACIM (Laboratoire d'algèbre, combinatoire et d'informatique mathématiques) ;
- Mathématiques Appliquées ;
- MILA (Montreal intelligence Artificielle Laboratoire) ;
- Physique Mathématique ;
- PhysNum (laboratoire de physique numérique) ;
- Probabilités ;
- Quantact (laboratoire de mathématiques financières et actuarielles) ;
- Statistiques.

FINANCEMENT DES ACTIVITÉS DU CRM

Le CRM est d'abord soutenu, hébergé et pourvu en personnel administratif par l'Université de Montréal, ainsi que de soutien administratif, en ressources humaines, et en finance par les services centraux de l'université.

Le Ministère des finances québécois finance de manière directe le CRM.

Deux organismes canadiens publics de financement sont très importants pour le CRM : le CNRSG (qui couvre tout le Canada, Centre National de Recherche pour la Science et le Génie) et le FRQNT (québécois, fonds de recherche du Québec pour la Nature et la Technologie). Un organisme public américain de financement (la NSF, National Science Foundation) soutient aussi le CRM.

Les différentes universités partenaires du CRM financent aussi en partie le CRM par leurs cotisations annuelles, et, pour l'UQAM, par la création d'un pôle CRM-ISM dans les locaux de UQAM.

Du côté des organismes privés :

- Le legs d'André Aisenstadt est un outil de valorisation des mathématiques au Canada exceptionnel, avec les prix et chaires, que cela soit pour les mathématiciens et pour l'impact des sciences mathématiques pour le grand public et la société. Notons aussi les fonds Serge Bissonnette et Jacques Courtois ;
- L'académie norvégienne des sciences a doté le CRM d'un fonds, intitulé Fonds Robert Langlands, pour favoriser les mathématiques en langue française ;
- Enfin, et non des moindres pour les programmes scientifiques, la Fondation Simons soutient de manière importante le CRM dans ses activités des semestres thématiques, grâce aux bourses de chercheurs Simons et aux nominations comme professeurs Simons. Plus du tiers du budget des activités provient de cette Fondation.

PUBLICATIONS DU CRM

Le CRM a deux séries de longue date co-publiées avec l'American Mathematical Society (AMS), les CRM Monograph Series et CRM Proceedings (anciennement CRM Proceedings and Lecture Notes, récemment incorporée à la série Contemporary Mathematics).

Springer publie et distribue la CRM Series in Mathematical Physics, la CRM Short Courses et a présenté quelques titres du CRM dans sa collection Lecture Notes in Statistics.

PRÉSENTATION DE L'IRL CRM (ANCIENNE UMI 3457)

Structure institutionnelle

Les mathématiques avaient déjà une unité mixte internationale au Canada, créée en 2007, au PIMS (Pacific Institute of Mathematical Science). Il s'agissait de la première du genre au Canada. En 2011, François Lalonde étant directeur du CRM, le CNRS a décidé de créer une deuxième unité mixte internationale au Canada, à Montréal, adossée au centre de recherche mathématique, sous l'instigation du premier directeur de cette UMI, le directeur de recherches du CNRS Laurent Habsieger.

A peu près à la même période, le CNRS a créé une unité mixte internationale relevant des sciences de l'Univers à l'université Laval, à Québec (dont l'université de Montréal n'était qu'une antenne jusqu'en 1965), appelée Takuvik, et spécialisée dans le Grand Nord, ainsi qu'une unité mixte internationale relevant de CNRS ingénierie, (laboratoire nanotechnologies nanosystèmes LN2).

Le Canada s'est donc enrichi de 3 UMI supplémentaires, portant à 4 le nombre d'UMI au Canada dont 3 dans la province francophone de Québec.

Pendant ma mandature (2019-2014), deux autres IRL (nouveau nom des unités mixtes internationales, *International Research Laboratory*) ont été créés au Québec (dépendant de CNRS Physique et de CNRS sciences informatiques), ainsi qu'un bureau du CNRS à Ottawa pour coordonner les activités CNRS au Canada.

L'UMI 3457, créée par le CNRS et l'Université de Montréal, a été renouvelée en 2015, sous le mandat du directeur du CRM Luc Vinet, le directeur de l'UMI étant le directeur de recherches Emmanuel Giroux. Unité renouvelée, sous le nouveau nom et sigle d'IRL CRM-CNRS, sous le mandat du directeur du CRM Luc Vinet et du directeur de l'IRL, Olivier Lafitte, professeur des universités en délégation CNRS au 1er janvier 2021.

L'IRL CRM-CNRS n'est pas, selon la Convention liant l'université de Montréal et le CNRS, un laboratoire interne du CRM, mais au contraire tous les membres du CRM sont membres de l'IRL-CRM, avec une quotité qui dépend de l'institution d'appartenance du chercheur canadien : 10 % au moins pour les chercheurs qui sont affectés à l'Université de Montréal, signataire de la Convention avec le CNRS, et donc liant tous ses chercheurs en mathématiques avec le CNRS, et 5 % pour les chercheurs affectés dans un autre établissement. Ainsi, les thématiques de l'IRL CRM-CNRS recouvrent la totalité des thématiques mentionnées ci-dessus dans la présentation du CRM.

Le budget de l'IRL CRM-CNRS, qui permet l'accueil de collègues français ou de doctorants français, et qui permet de soutenir les déplacements vers la France d'un collègue du CRM ou d'un doctorant du CRM, est de 25 000 €, géré par le directeur sur demande des membres français (plus précisément affectés en France quelle que soit leur nationalité) affectés temporairement au CRM.

Affectations à l'IRL CRM-CNRS

Les affectations à l'IRL CRM-CNRS ont connu des variations importantes pendant les cinq années passées.

2019-2020

Pour 2019-2020, en effet seulement deux chercheurs ont été affectés à l'IRL :

- François Fillastre (01/09/2019-31/08/2020), **Géométrie et EDP** ;
- Stéphane Sabourau (01/09/2019-31/08/2020) (qui a été autorisé à résider à Toronto, ses principales activités étant au Fields). **Géométrie et métriques**.

Selon le directeur adjoint de l'IRL de l'époque, Luc Vinet, il se pourrait que cette désaffectation réside certainement dans les programmes thématiques, ou plutôt dans l'absence de semestres

thématiques en 2019-2020, puisque les activités du CRM sur la période 2018-2020 ont été multiformes afin de célébrer le 50^{ème} anniversaire du CRM, les programmes étaient donc beaucoup plus courts et ne permettaient pas d'attirer des « chercheurs en résidence » comme peuvent le faire les semestres thématiques.

Les activités du cinquantenaire devaient se terminer par la célébration de la journée Internationale des mathématiques (Pi day) qui aurait dû se dérouler le 13 mars 2020 et a été annulée le matin même pour cause de fermeture de toutes les activités.

2020-2021

Pour 2020-2021, (candidatures reçues en octobre 2019), beaucoup de collègues étaient candidats puisqu'un programme thématique très intéressant en théorie des nombres devait avoir lieu. Les contraintes de permis de travail (nom du visa pour séjourner au Canada, normalement pour des périodes supérieures à 120 jours, et lors de la fermeture des frontières, pour toute durée de séjour) et la longueur des délais d'obtention ont conduit quatre collègues à annuler leur délégation avec affectation (ou affectation).

Trois personnes ont donc été affectées :

- Jean-Marc Brossier (01/09/2020-31/08/2021), Grenoble INP et GIPSA-LAB, INS2I : **Théorie du Signal** ;
- François Dubois (01/02/2021-31/07/2021) Le Cnam et LMO : **Mathématiques Appliquées** ;
- Marc-Hubert Nicole (01/09/2020-31/08/2021, dont une partie sans IRE mais avec soutien de l'IRL) AMU : **Théorie des Nombres**.

J-M Brossier et F. Dubois ont subi une quarantaine de 14 jours à l'entrée au Canada, Mr Brossier n'ayant pu obtenir son permis de travail qu'au 1er novembre.

2021-2022

Pour 2021-2022 les activités du CRM ont repris en mode hybride (en particulier en mars 2022 avec le semestre thématique 'Probabilités et EDP'. Aucune des personnes affectées n'a été en lien avec ce premier retour au Mode 'présentiel', la seule demande de délégation pour participer à ce semestre a été refusée par l'établissement d'origine du collègue.

Ont été affectés :

- Claire Guerrier (01/09/2021-31/12/2022), CR CNRS précédemment affectée à l'université de Nice : **Math-Bio** ;
- Loïc Poulain d'Andecy (15/02/2022 au 15/08/2022), de l'université de Reims : **Physique Mathématique** ;
- Viviane Pons (01/09/2021-31/08/2022), du LRI (Université Paris Saclay) (laboratoire du CNRS sciences informatiques) : **Combinatoire (permutarbres)** ;
- Mickael Matusinski (01/09/2021-31/08/2022, dont 6 mois sans IRE), de l'université de Bordeaux, IUT, qui a effectué son séjour dans le cadre d'un semestre organisé au Fields : **Analyse et géométrie**.

2022-2023

Pour 2022-2023 les délégations et affectations ont été plus en rapport avec le semestre thématique, fort important, sur la théorie géométrique des groupes, organisé au second semestre, de main de maître par Daniel Wise, qui a su réunir, aussi grâce au soutien de l'IRL par les délégations et affectations, un panel impressionnant de personnes travaillant dans ce sujet, dont :

- Rémi Coulon (CR précédemment à Rennes, affecté du 01/02/2023 au 30/06/2023) : **Géométrie, théorie géométrique des groupes** ;
- François Dahmani (UGA, 01/02/2023-31/08/2023) : **Théorie géométrique des groupes** ;
- Thomas Haettel (U Montpellier 01/09/2022-31/08/2023) : **Théorie géométrique des groupes**.

Sont venus en délégation en outre

- Youness Lamzouri (Univ Lorraine, 01/09/2022-28/02/2023) : **Théorie Analytique des Nombres** ;
- Mylene Maida (U Lille, 01/09/2022-15/01/2023) : **Probabilités** ;
- Chi Tuan Tran (UPEC, 01/09/2022-15/01/2023) : **Probabilités**.

Pour les deux derniers collègues mentionnés, leurs universités ont demandé qu'ils reviennent de manière anticipée afin de pouvoir reprendre les enseignements du second semestre et leur gestion, ces deux établissements ont donc demandé qu'ils accomplissent le service statutaire manquant (différence entre les 6 mois de délégation accordée et les 4 mois et demi de délégation finalement effectués), le CNRS les a alors placés en délégation à mi temps dans leur unité pour les trois derniers mois de l'année universitaire.

2023-2024

Pour 2023-2024 seule une des personnes affectées à l'IRL est en relation avec un semestre thématique qui commencera en Mars :

- Hugues Auvray (U Paris Saclay, 01/09/2023-31/08/2024, semestre sur les groupes kahleriens) : **Groupes de faible dimension** ;
- Pierre-Henri Cocquet (Université de Pau et des Pays de l'Adour, 01/02/2024-31/08/2024, et dans le cadre de l'Université Laval) : **Mathématiques Appliquées** ;
- Michèle Couderette (U-PEC 01/09/2023-31/08/2024) : **Didactique des mathématiques et de l'Informatique** ;
- Yves D'Angelo (Université Cote d'azur 01/09/2023-31/08/2024) : **Mathématiques Appliquées** ;
- Sébastien Darses (AMU, 01/09/2023-31/08/2024) : **Probabilités et théorie des nombres** ;
- Claire Guerrier (précédemment Université Côte d'Azur, 09/08/2023-) : **Math-Bio** ;
- Yann Rollin (Université de Nantes, 01/09/2023-31/08/2024) : **Géométrie différentielle**.

Vie administrative de l'unité

Un conseil de laboratoire a été élu et nommé (avec difficulté), a été réuni une seule fois. La difficulté de faire vivre le conseil de laboratoire me semble une différence culturelle qu'il sera difficile de dépasser, le mode de gestion de la recherche au Québec n'est pas forcément aussi collectif quant il s'agit de moyens qu'en France. Les collègues québécois m'ont dit avoir peu d'intérêt à consacrer du temps à un organe non décisionnaire qui n'a que peu d'impact immédiat sur leurs projets scientifiques. Ceux qui étaient élus qui auraient pu permettre des suggestions et recommandations ne sont pas restés en poste (partis à la retraite). Souvent, les demandes de financement qu'ils souhaiteraient obtenir par un tel organisme prenaient, pour chaque demande, une somme entre un tiers et la moitié du budget annuel, les ordres de grandeur étant très différents. Le rôle du DU, dans ces cas, est d'expliquer que les financements du CNRS doivent pouvoir se répartir sur toutes les actions du CRM et de l'IRL.

D'un autre côté, les contacts très réguliers (presque quotidiens) avec Octav Cornéa, directeur du CRM et directeur adjoint de l'unité ont été très constructifs, très positifs. Octav était toujours disponible pour les interrogations scientifiques que de gestion que je pouvais avoir, ainsi que pour les personnes affectées à l'IRL.

Concernant la gestion des affectations, des missions et des invitations, la procédure a été clarifiée. Pour la gestion des affectations, la procédure est double, les actions sont indépendantes les unes des autres et avec des temporalités différentes.

Du côté CNRS, il faut clarifier aux collègues affectés, suffisamment tôt dans l'année universitaire précédant leur séjour, le dossier à constituer. Point bloquant : rendez-vous avec le médecin du travail du CNRS ou un médecin du travail universitaire, en particulier quand l'établissement dont l'enseignant-chercheur est titulaire n'en a pas. Deuxième point bloquant : pour l'obtention d'un permis de travail (visa) les deux centres de recueil de données biométriques sont à Paris et à Lyon et c'est un prérequis à la complétion de la demande.

Il est conseillé par ailleurs de commencer les démarches pour le dossier avant la notification de l'affectation. Cette notification intervient à la mi-juin, ce qui est très tard pour une affectation au 1er septembre.

Point de vigilance : pour la couverture maladie, il existe un accord de sécurité sociale entre la France et le Québec qui rend inutile la couverture maladie (hors médicaments) l'achat d'une prestation complémentaire de la MGEN, qui est conseillée par les services du CNRS. En effet, les personnes affiliées à la sécurité sociale française bénéficient de la RAMQ (Régie d'Assurance Maladie du Québec) entraînant la gratuité complète des soins par tiers-payant. Les démarches

associées et l'explication aux collègues français m'ont occasionné beaucoup de temps d'échange avec eux, avant comme pendant leur séjour.

Du côté de l'université de Montréal, l'embauche d'un chercheur passe désormais par un dossier où une lettre d'invitation émanant du directeur de l'IRL doit être fournie à l'université de Montréal, il est très fréquent que plusieurs navettes entre le service du personnel de l'UdeM et le directeur de l'IRL soient nécessaires. Un exemple de lettre est en annexe de ce document.

Vie scientifique de l'unité

Il est clair que la vie scientifique propre de l'unité ne peut être qu'un complément de la vie scientifique globale de l'unité (qui est celle du CRM canadien). Une vie collective des personnes affectées à l'IRL est plus difficile à organiser si les personnes ont des thématiques de recherche très différentes, ce qui est le but de l'unité IRL (y compris pour ses invitations). Le précédent directeur du laboratoire avait organisé, juste avant la fin de son mandat, deux journées de séminaire de toutes les personnes affectées en 2018-2019.

La participation de l'IRL à la vie administrative et scientifique du CRM canadien a pris plusieurs formes. Tout d'abord, grâce à des exposés scientifiques et des visites sur place, j'ai essayé de renforcer les liens avec deux universités ayant des chercheurs membres du CRM sans qu'elles fassent partie des universités partenaires : Université d'Ottawa et Université du Québec à Trois Rivières. Dans ces deux occasions, j'ai présenté les avantages vis-à-vis des relations avec les collègues mathématiciens et informaticiens français pour ces deux universités d'être partenaires du CRM, puisqu'elles pourraient dans ce cas bénéficier de la venue en délégation ou en affectation de chercheurs français, de postes rouges, etc. Ayant rencontré dans les deux cas les vice-recteurs à l'international et à la recherche, cela a peut-être aidé à l'adhésion de UOttawa au CRM. De même, ma venue à UQTR a permis à un chercheur de UQTR (Mme Ghazzali) d'avoir un financement du FRQ (site miroir) pour un séjour de recherche en France. Une visite à UToronto a été aussi l'occasion de rappeler les liens de l'IRL avec l'institut Fields, la participation à un workshop à Banff, organisé par un membre du CRM m'a permis de rappeler aux participants le rôle de l'IRL et le rôle du CRM.

Ensuite, l'IRL CRM-CNRS et le CRM ont offert tous les deux, à égale part, leur soutien à la biennale SMAI 2023, qui se déroulait en Mai 2023 dans le continent nord-américain, à La Guadeloupe, au laboratoire de mathématiques Antilles-Guyane.

Nous (IRL et CRM) avons financé la participation de quatre étudiants à la Semaine d'Etudes Maths-Entreprise, la participation de deux d'entre eux à la conférence, et la participation d'un collègue (J. P. Lessard, de l'Université McGill) à la conférence.

Activités du laboratoire et du CRM : parcours tout sauf linéaire...

Au cours de l'année 2019-2020, une seule personne était présente sur l'unité à Montréal (François Fillastre), et les activités se sont totalement arrêtées au second semestre. Nous avons quand même réussi à nous réunir (F. Fillastre, S. Sabourau et moi-même) à l'extérieur de tout local universitaire (à Kingston, Ontario), où nous avons abordé les sujets d'actualité de l'enseignement supérieur et de la recherche et les liens avec le Canada.

Au cours de l'année 2020-2021, les seules réunions autorisées par l'Université de Montréal dans ses locaux étaient les réunions d'une seule équipe, autour d'un seul professeur P.I. qui était responsable du respect des mesures sanitaires. L'action de Luc Vinet auprès des services de l'Université a permis de relâcher ce modèle unique, ce qui a permis aux activités du CRM de reprendre partiellement (certains groupes de travail réunissant des professeurs différents). Nous avons donc pu organiser un groupe de travail entre les trois personnes affectées à l'UMI : J.M. Brossier, F. Dubois et O. Lafitte sur les *Fondements mathématiques de l'apprentissage*. Les séances étaient hebdomadaires et se sont étendues de mi février à mi avril 2021.

Au cours de l'année 2021-2022, les visites de collègues non titulaires d'un permis de travail, de la résidence permanente ou de nationalité canadienne ont pu reprendre. Cela a permis d'organiser dans les locaux du CRM deux séminaires de l'IRL pour deux visiteurs :

- Novembre 2021 : Clair Poignard (INRIA Bordeaux Sud Ouest), exposé qui a aussi été accompagné d'un exposé de Claire Guerrier (IRL CRM) et proposé en ligne aux membres du séminaire du laboratoire CMBAM ;
- Mai 2022 : autour de la visite d'Albert Cohen (LJLL), une journée de séminaire a été organisée, dans les locaux de UQAM, où deux membres de l'IRL (Claire Guerrier et Viviane Pons) ont aussi fait une présentation.

Pour l'année 2022-2023, deux séminaires de tous les membres de l'IRL ont eu lieu. Le premier a eu lieu le 17 octobre 2022, le second a eu lieu le 14 avril 2023. Dans les deux cas étaient présents l'ensemble des collègues affectés à ce semestre.

Ces séminaires ont eu lieu toute la journée, où j'ai proposé un format court pour chaque exposé, pour que cela soit intermédiaire entre un exposé de recherche et un exposé général de présentation de ses travaux. Il est en effet souhaitable que tous les membres de l'IRL se connaissent, et ceci le plus vite possible après leur arrivée.

De plus, en mai 2023, nous avons décidé d'organiser un séminaire commun avec l'autre IRL nouvellement créée à Montréal, l'IRL ILLS, qui a alterné les exposés, assez généraux chez les mathématiciens, assez spécialisés chez les personnes de 'computer science', des deux laboratoires. Étaient présents les directeurs et directeurs adjoints des deux laboratoires, ainsi que des membres extérieurs de l'université McGill, de l'Université de Montréal, de l'UQAM et de Concordia. Ce séminaire a eu lieu dans les locaux de UQAM.

En 2023-2024 le séminaire de rentrée a eu lieu le 10 octobre 2023, où présentaient toutes les personnes affectées à l'IRL, ainsi que le directeur adjoint de l'IRL et directeur du CRM, Octav Cornéa. Ceci a permis d'évoquer le spectre complet des mathématiques; de la topologie algébrique à la didactique en passant par les mathématiques appliquées à la biologie. Il a eu lieu dans les locaux de Concordia, avec le soutien et l'aide du département de mathématiques de l'université, qui a eu la gentillesse d'introduire la journée, soulignant ainsi que toutes les universités de Montréal participent aux activités de l'IRL comme à celles du CRM.

Un séminaire est prévu le 19 février 2024. Les programmes des séminaires successifs sont en annexe de ce rapport et peuvent être retrouvés sur <http://www.crm.umontreal.ca/UMI/>

Stagiaires, visiteurs doctorants ou de master

L'activité scientifique, depuis la semi-réouverture des frontières aux voyageurs, a permis d'accueillir à l'IRL des stagiaires, doctorants ou élèves de master. Pour ces deux dernières catégories, les démarches administratives sont très compliquées en général, l'ont été plus encore tout au début, en devant fournir des lettres d'attestation de leur excellence, ce qui n'a été attribué qu'à des polytechniciens ou des normaliens. L'aide du FRQNT a permis de régler les problèmes légaux de couverture, où les étudiants liés par une convention devaient toucher une gratification, qui ne pouvait être prise que sur ressources propres, même dans le cas du minimum légal. La réglementation, semble-t-il, ne nous permettait pas non plus de leur établir un ordre de mission avec frais. Le FRQNT ne verse pas une gratification, mais une bourse pour frais de séjour forfaitaire.

Le FRQNT a étendu explicitement, grâce à la négociation menée par le chef du bureau Jan Matas avec le FRQ suite à ma demande, à tous les IRL du Québec ce qui se faisait dans les deux autres IRL à l'époque. Certains stagiaires étaient venus sur des crédits d'unités en France, qui n'appliquaient pas, apparemment, la règle imposée par la DR16 d'avoir déjà un diplôme de docteur si il n'y avait pas de convention d'accueil.

Grâce à une discussion avec le DMS (Département de Mathématiques et Statistiques de l'Université de Montréal) et sa directrice Marlène Frigon, a été mis en place une procédure qui permettrait de gérer les cotutelles de thèse. Cette procédure, et ce protocole (qui harmonisait les

prérequis nécessaires de chaque côté et qui permettait de concilier les règles des écoles doctorales avec les exigences des Canadiens) a été proposée et acceptée par la FSMP, et par l'Université de Strasbourg. Un seul étudiant est rentré dans ce cadre avec Université de Paris, et pas totalement. Les problèmes des cotutelles est que c'est une convention entre une université A du pays F et une université B du pays Q, et que toutes les universités du pays F n'ont pas les mêmes règles, et qu'il en est de même pour toutes les universités du pays Q...

Ainsi, comme j'avais mentionné dans mon projet, les activités de l'IRL ont pu donc permettre aux enseignants-chercheurs affectés en délégation et aux chercheurs de continuer à prendre leur part dans la formation doctorale et dans l'encadrement de stages de master 2.

Gestion administrative de l'IRL

Deux gestions fonctionnent en parallèle : la DR16 (dite Paris-Normandie depuis la fusion du 1er janvier 2023) et l'équipe administrative du CRM.

La gestion à la DR16 est la gestion habituelle d'une unité, et cela concerne exclusivement pour les dépenses les missions et invitations. Il n'a été très peu expérimenté les nouvelles méthodes de gestion induites par la bascule sur le portail etamine (un seul cas à ma connaissance); la création d'un invité pour une mission d'une semaine s'est révélée informatiquement très lourde et compliquée. Avant cette bascule, comme après, la partie plus difficile du traitement des missions correspondait à l'envoi des pièces originales par courrier international entre la DR16 et l'Université de Montréal, retardant d'autant le traitement des missions et accentuait le risque de perte des pièces par la poste, ou des délais très importants (un courrier a mis 6 semaines à arriver à Paris par exemple). Ainsi, pour les pièces originales, lorsqu'elles sont remises à Montréal à l'IRL, le directeur prépare une feuille (ou plusieurs) où sont agrafés dans l'ordre les justificatifs de repas, de logement, et éventuellement de trajets.

Pour ce qui est de l'état de frais, il ne s'est pas produit un seul cas où les visiteurs ont rempli l'état de frais selon la réglementation et a produit toutes les pièces justificatives. Il m'est apparu dans peu de laboratoires en France la réglementation était connue des chercheurs : trois justificatifs de repas pour une seule journée, des reçus carte bancaire au lieu de factures, ... Je suggérerais que pour les unités à l'étranger recevant des visiteurs, la gestion en soit simplifiée en ne demandant pas les justificatifs de repas.

Lorsque ces visiteurs relèvent de l'enseignement supérieur français, une recommandation qui a été donnée est de faire une convention de reversement entre laboratoires pour que la mission soit payée intégralement par l'établissement dont le visiteur est titulaire, et que l'IRL rembourse par convention la part qu'il a convenu de rembourser. Ceci fonctionne lorsque la mission est une mission CNRS de l'établissement français, est beaucoup plus difficile quand la mission a été prise sur des crédits 'université' ou des crédits gérés par un service de contrats et le coût administratif et en temps de telles opérations est important.

Lorsque les missionnaires sont affectés à l'IRL (en délégation), la notion d'employeur unique² disparaît, puisque les missionnaires ont deux employeurs. Les services juridiques de la DR16 ont été interpellés, je n'ai pas encore de réponse à la question. Enfin, pour le moment, les accès aux portails du CNRS par Janus doivent être reconfigurés à l'arrivée dans l'unité, et au départ de l'unité, et souvent cela ne peut pas être fait très rapidement.

L'agence de voyage du CNRS acceptait que pour les missionnaires à l'étranger la demande soit faite 'offline' et que la commande de billet soit faite, maintenant il est nécessaire que la gestionnaire à la DR16 crée un profil 'invité', ce qui met du temps car toutes les informations nécessaires ne sont pas forcément communiquées par le missionnaire, et le missionnaire doit lui même faire les demandes en ligne de billets...

Lorsque les missionnaires sont d'un établissement du Québec, les règles de gestion de l'enseignement supérieur français sont assez difficiles à expliquer, faire accepter d'une part, et d'autre part, la notion de mission et de plafond de remboursement n'existe pas : ils considèrent

² et donc de point unique d'accès au combiné EtamineConnecte-Notilus

les versements sur le budget du CNRS comme une subvention supplémentaire pour leur mission, leur permettant plus de souplesse dans l'exécution de cette mission. Quand on leur explique la réglementation en revanche, ils s'y plient volontiers.

La gestion 'de proximité' est assurée grâce au transfert, annuel, d'une partie de la Subvention d'Etat au partenaire. La demande de transfert intervient vers avril, et est effective assez rapidement.

Pour les remboursements (missions, invitations, frais de représentation), les règles du partenaire sont appliquées strictement. Deux personnes spécialisées au CRM, payée sur le budget du CRM, s'occupent de toute la gestion des remboursements, réservations d'hôtels partenaires, suivi des dossiers, etc. La lettre d'invitation qui permet à la personne d'être remboursée par le CRM est faite par le directeur de l'IRL, sauf pour lui même où elle est faite par le directeur du CRM. Cette gestion de 'proximité' est aussi en charge de la demande de permis de travail, de fournir un bureau, un accès internet ainsi qu'à tous les services offerts par l'université de Montréal quand la connexion informatique a pu être mise en place pour le chercheur, ce qui a posé des problèmes dans certains cas, empêchant, par exemple, l'accès aux ressources documentaires de UdeM. Les documents du CNRS ne font pas foi dans ces démarches, seuls les documents émis par un professeur canadien ou par une agence canadienne sont examinés à la frontière.

Pour l'accueil des stagiaires, les règles des stagiaires de recherche de l'Université de Montréal s'appliquent (dates limites tous les quatre mois, invitation par un professeur du DMS, le directeur de l'IRL peut le faire si il est professeur associé). Les bourses données par le FRQNT sont en nombre limité (premier arrivé premier servi, elles doivent être intercalées avec les visiteurs du Québec en France ou des invitations par les chercheurs québécois de chercheurs français). Ces actions du site miroir sont entièrement arbitrées par le directeur adjoint de l'IRL, directeur du CRM, en contrepartie du fait que le directeur de l'IRL gère les fonds attribués par le CNRS. Un inconvénient est que, sur aucun de ces deux fonds (la subvention d'Etat pour la dotation CNRS, le versement miroir pour le FRQNT), le coût administratif de gestion (personnel) ne peut être payé sur ces fonds.

Production scientifique de l'unité.

Dans cette mandature (2019-2024), le directeur de l'IRL s'est évertué à ce que l'appartenance à l'IRL pour les enseignants-chercheurs affectés soit beaucoup plus qu'une simple ligne de remerciement pour le soutien apporté. En effet, il s'agit non pas d'un soutien au voyage et au séjour, mais de l'affiliation à un vrai employeur (le CNRS) en plus de l'université dont l'enseignant-chercheur est titulaire³. J'ai donc contacté toutes les personnes affectées depuis 2016 pour leur demander de déposer sur la plateforme HAL tous les articles publiés ou les preprint qui ont été commencés, continués, ou achevés pendant le séjour à l'IRL CRM. Pour leur permettre de le faire de manière plus simple, j'ai demandé à la plateforme HAL de créer un identifiant Aurelia (qui est le 114 6101). A ce jour, 72 prépublications ou publications ont été recensées pour la période 2018-2023. Le CRM a aussi un identifiant HAL, dans cette même période ont été recensées 222 publications. Enfin, en faisant le récolement des informations sur les publications et prépublications des rapports d'activité, j'ai noté au moins 62 d'entre elles. La presque totalité des prépublications citées sont incluses dans la base de données *arxiv* et non *Hal*.

Certains ont manifesté des réticences à mettre l'appartenance à l'unité Internationale (ils avaient probablement compris lors de leur séjour que ce n'était pas nécessaire de le mettre en avant); quand je leur ai expliqué que l'absence de visibilité de l'activité pourrait mettre en péril ce dispositif, ils ont fait le maximum pour déposer les publications concernées. D'autres n'ont pas répondu à mes demandes.

Des faits marquants sont à noter :

- toutes les personnes ayant été affectées de 2019 à 2023 ont au moins une publication ou prépublication pour laquelle le travail a été en partie fait grâce à l'IRL, un tel dispositif est très important ;
- comme dans les précédentes mandatures, la rédaction d'une HDR a été le résultat de certains ;

³ en particulier cela ne peut pas être mis sur le même plan que les bourses Simons

- un livre aux presses sur CRM (CRM Monographs) a été entièrement rédigé par François Fillastre lors de son séjour à l'IRL en 2019-2020, il est désormais publié. Ce livre a consisté, sur une traduction des oeuvres de Reshetnyak, à refaire et compléter l'ensemble des preuves de ses travaux.

Participation aux manifestations et activités de promotion des mathématiques

Les membres de l'IRL ont participé à la journée du 7 novembre 2022 (l'état des Mathématiques au Québec). J'ai en particulier, depuis le public, fait état des deux rapports, le second commandé pour les Assises des Mathématiques qui se tiendraient à l'UNESCO une semaine plus tard, qui évaluaient le pourcentage du PIB créé par les mathématiques dans la société, ce qui a intéressé les partenaires institutionnels du CRM : le FRQ et le CNRSG, qui m'ont demandé copie de ces rapports. Ayant rédigé un compte rendu des discussions, pour Octav Cornéa, il m'a gentiment proposé de l'inclure dans le Bulletin du CRM de l'hiver 2023, accessible (p44-45) à https://www.crmath.ca/wp-content/uploads/2023/02/bulletin_crm_2023_28_1.pdf

Viviane Pons et Claire Guerrier ont toutes les deux fait une intervention auprès des lycées français de Montréal (Stanislas et Marie de France) pour susciter les vocations de jeunes filles pour les sciences et en particulier les sciences mathématiques, sur invitation de Stéphanie Legoupy, représentante du Consulat Général pour la Science et la technologie

Attractivité de l'IRL CRM

Plusieurs critères permettent d'évaluer l'attractivité de l'IRL-CRM ainsi que du dispositif de délégation avec IRE : sur les 3 mandats, 6 enseignants-chercheurs sont revenus au moins une fois en délégation dans l'unité, 63 enseignants-chercheurs en tout ont été placés en délégation dans l'unité de 2012 à 2023, ce qui est extrêmement positif. Pendant la période de 2019 à 2023, on compte 18 personnes affectées à l'IRL-CRM (effets successifs des activités du cinquantenaire, de la fermeture des frontières en particulier).

Il faut cependant tempérer cette analyse par une relative décline du nombre de demandes d'affectation dans cette unité à l'étranger pour les enseignants-chercheurs : ayant contacté des participants éventuels à des semestres thématiques, certains refus m'ont été opposés, en particulier pour des contraintes d'emploi du temps en tant qu'enseignant (les universités semblent moins enclines à favoriser ces mobilités hors de leur établissement, ou du moins les collègues l'imaginent), ou des contraintes familiales, ou la complexité et le risque de refus à toute étape de la procédure. Curieusement, plusieurs collègues m'ont demandé si, dans le cas où ils ne venaient pas en délégation, l'IRL ne serait pas prête à leur financer leur voyage et séjour sur une durée de 3 mois en frais de mission. Les finances de l'IRL, malheureusement, ne le permettent pas. Il semble y avoir plus de demandes d'affectation émanant de chercheurs CNRS.

Il faut aussi signaler individuellement aux collègues pouvant être intéressés par un semestre thématique de l'existence de celui-ci : si ces collègues ne sont pas déjà en lien avec un québécois, il y a de fortes chances qu'ils (ou elles) ne soient pas dans la liste des participants. Les tenir au courant (en s'appuyant sur la connaissance du milieu de la recherche français) est un des rôles importants du directeur de l'IRL, et ceci est facilité par sa participation au comité scientifique international (ISAC).

J'ai essayé de renforcer l'attractivité par une communication visuelle (a été créé en Juillet 2023 un **logo de l'IRL CRM** qui reprend pour partie une partie du logo du CRM (avec la gentille autorisation d'Octav Cornéa) et une partie du logo du CNRS. Le logo résultant a été validé par la responsable communication à l'INSMI. Il apparaît maintenant dans tous les courriers émanant de l'IRL, et j'espère, à terme, dans tous les exposés présentés par les membres et anciens membres de l'IRL sur leurs travaux réalisés à Montréal. Ce logo m'a été fortement conseillé par Jan Matas, chef du bureau du CNRS à Ottawa, quand nous avons organisé le séminaire commun avec l'ILLS, qui avait déjà conçu un logo et a communiqué sur ce séminaire commun sur les réseaux sociaux

avec uniquement son logo. La première idée était un logo sans image combinant les sigles (vertical et horizontal CRM et CNRS avec le R commun), le résultat n'était pas pertinent, avec l'aide du CRM j'ai donc décidé de faire appel au graphiste du CRM. Une fois le logo créé, les membres présents et anciens de l'IRL CRM (sur la période 2019-2023) ont voté et m'ont aidé, par leurs remarques, à choisir le logo qui a été finalement choisi.

D'autre part, j'ai demandé au CRM de créer un site web pour l'IRL. Entièrement alimenté par l'IRL, dont la gestion est entièrement faite par l'équipe de communication et informatique du CRM, il présente les actualités de l'IRL, les séminaires de l'IRL, les personnes affectées (avec une petite notice bibliographique) et stagiaires. Il m'avait été proposé en 2019 de faire les modifications moi-même mais je ne me sentais pas apte à travailler dans le format .php.

Conférenciers Aisenstadt, Comité Scientifique international

Pendant ma mandature, j'ai eu le plaisir que trois des conférenciers Aisenstadt choisis par le comité scientifique international (ISAC) aient été des personnes titulaires de l'enseignement supérieur français (à la fois dans l'ordre alphabétique et dans l'ordre chronologique) :

- Bernard Derrida ;
- Isabelle Gallagher ;
- Stephane Jaffard.

Ce comité international est un comité extrêmement important, et permet pleinement au directeur de l'IRL, qui en est membre de droit, de traduire les aspirations de la communauté française. En effet, l'ISAC évalue et valide au fur et à mesure des progrès des projets les propositions de semestres thématiques (et chaque membre peut proposer d'autres personnes comme visiteurs, ou participants), étudie les dossiers de prix Aisenstadt (qui sont des dossiers de recherche de très haut niveau), certains post-doc du CRM (pendant la période d'urgence), les conférenciers Aisenstadt (où par exemple, pour I. Gallagher et S. Jaffard, mathématiciens appliqués, le comité m'a demandé de décrire leur profil aux autres membres)

Visiteurs financés par l'IRL

Dans tous les cas, les visiteurs en poste en France sont en visite entrante et les visiteurs en poste au Québec sont en visite sortante)

2023

- Benjamin MAUROY (DR Nice) : invitation seulement ;
- Omar MAJ (NMPP, IPP, Garching) : collaborateur d'O. Lafitte ;
- Olof RUNBORG (KTH, Stockholm) : collaborateur d'O. Lafitte ;
- Clair POIGNARD (IMB et INRIA) : collaborateur d'O. Lafitte ;
- Tai NGUYEN (VNIS) : collaborateur d'O. Lafitte ;
- Marc-Hubert NICOLE (U Caen) : théorie des nombres ;
- Anna-Lisa PANATI (Toulon) : physique mathématique ;
- Thibaut TORRES (stagiaire USPN) : mathématiques appliquées ;
- Louis KAKPOVI (stagiaire USPN) : mathématiques appliquées ;
- Léo DELAGE (élève normalien) : théorie géométrique des groupes ;
- Michel GRUNDLAND (UQTR) : physique mathématique ;
- Robert CONTE (émérite CEA Orme) : physique mathématique ;
- Claire GUERRIER (CNRS Nice) : mathématiques appliquées : collab. Anmar Khadra ;
- Yves D'Angelo (UNice) : mathématiques appliquées collab/ Jean Christophe Nave

2022

- Pierre CARDALIAGUET (Dauphine) : participation à un atelier 'game theory' ;
- Romain VELTZ (Unice) : collaboration avec Claire Guerrier ;
- Noé CUNEO (LPSM, SU) : collaboration avec V. Jaksic ;
- Leo DAURES (LPSM, SU) : collaboration avec V. Jaksic ;

- Daniel TAMAYO JIMENEZ (Saclay) collaboration avec Viviane Pons ;
- Hélène BARUCQ (UPPA) collaboration O. Lafitte ;
- Hakim BOUMAZA (USPNc) collaboration O. Lafitte ;
- Stéphane BRULL (U Bordeaux) : participation atelier 'systèmes de particules) ;
- Thomas BINET (USPN, stagiaire) : collaboration O. Lafitte ;
- Olivier BAK (McGill, stagiaire pour CY) ;
- Joy SOLIMAN (McGill, stagiaire pour CY) ;
- Aurora WANG (McGill, stagiaire pour CY) ;
- Leo DAURES (ENS Lyon, stagiaire) ;
- Loic LEMOGNE (normalien stagiaire, ENS Saclay) : collaboration avec Viviane Pons ;
- Martin ROUAULT (doctorant, pour travailler avec M Maida) ;
- Albert COHEN (LJLL) : exposé au séminaire de l'IRL ;
- Bastien MALLEIN (USPN) : participation au semestre thématiques 'probabilités et EDP' ;
- Emmanuel AUDUSSE (USPN)/ collaboration O. Lafitte ;
- Bruno DESPRES (LJLL) : exposé au Colloque des Sciences mathématiques du Québec ;
- Renaud RAQUEPAS (New York) : collaboration avec V. Jaksic ;
- Rémi CATELLIER (Nice) : collaboration avec Claire Guerrier.

2020-2021

Entre 2020 et 2021, seule est venue Anna Lisa PANATI (Toulon), qui est canadienne et donc pouvait rentrer au Canada (physique mathématique)

J'ai adopté, la plupart du temps, le souhait de cofinancement de toutes les missions des collègues de l'ESR, le laboratoire d'origine prenant en charge une partie des frais. Les modifications de gestion ne permettent maintenant que de faire un remboursement direct depuis les sommes transférées au partenaire au chercheur, la mission étant établie par l'unité d'origine, et l'IRL CRM remboursant le collègue par une lettre d'invitation (exemple joint en annexe).

Relations avec les autres IRL du Québec

Historique : en 2019, E. Giroux, le précédent directeur de l'IRL, a participé à la première réunion de Initiative Planète A du CNRS dans le cadre de la réunion de tous les IRL d'Amérique du Nord, organisée par le bureau de Washington, et a permis aux deux autres IRL qui existaient au Québec de connaître l'existence d'une IRL de mathématiques.

La seconde réunion a eu lieu à Atlanta (Géorgie), à GeorgiaTech University, qui était à l'époque une UMI implantée à Atlanta. Il s'agit maintenant d'un IRL, implantée sur le campus de GeorgiaTech Europe, avec un site miroir à Atlanta. Dans cette réunion, autour des ODD, le tableau croisé dynamique des interactions possibles entre les différentes IRL a été construit, et, sur la thématique de l'eau un projet est apparu entre le CRM, le LN2 et Takuvik. La première rencontre avec le LN2 a eu lieu en Juin 2020 (à l'extérieur de nos laboratoires qui étaient fermés à l'époque) où l'idée de pouvoir faire des mesures de paramètres physiques et hydrodynamiques sous les lacs gelés du Québec a été évoquée. Ce projet a fait l'objet d'un dépôt de demande à la MITI, qui a été financée. Un stagiaire polytechnicien (Nathan Vaneberg) a été recruté au laboratoire IRL-CRM, il a effectué son stage sur ce sujet d'Avril 2021 à Aout 2021, qu'il a soutenu brillamment en Aout 2021.

Le projet (qui n'est pas un projet de l'IRL mais un projet du directeur en place à ce moment là) a donc pris trois formes : mesures et capteurs par le LN2 (avec le souhait d'avoir un capteur mesurant la vélocimétrie sur des perches immergées dans des lacs de faible profondeur), expérimentation en laboratoire par Takuvik (une éprouvette contenant de l'eau avec des particules en suspension) et soumise à un gradient de température (refroidissement par le sommet) : les particules en suspension décrivent apparemment des ellipses. Un stage a eu lieu sur ce sujet, une des hypothèses examinées et qui semble cohérente est d'imaginer que le gradient de température engendre une instabilité de Rayleigh-Bénard, et qu'il y a deux zones séparées par la ligne du point triple de l'eau (où le gradient de température s'inverse). Ce sont des travaux que je souhaiterais continuer après mon mandat de directeur.

J'ai été invité par le LN2 à la venue du DAS de CNRS-Ingénierie, j'ai emmené des visiteurs de l'IRL dans les IRL Takuvik et LN2 pour mettre en contact les mathématiciens appliqués et ces deux laboratoires du CNRS.

Deux autres IRL ont été créés au Québec pendant mon mandat, un IRL Quantique à Sherbrooke et un IRL Intelligence Artificielle (ILLS) à Montréal. Les péripéties de création de ce dernier, qui avait été conçu dans un premier temps comme un IRL commun entre mathématiques et informatique et qui a finalement été créé indépendamment, ne font pas l'objet de ce rapport. Avec Pablo Piantanida, le directeur pressenti de ce futur laboratoire, nous avons émis, en juin 2020, des pistes pour les collaborations possibles entre l'IRL CRM et l'éventuel laboratoire ILLS. Le laboratoire ILLS a été créé à l'Université de McGill en 2021, et il contient un des laboratoires du CRM, le laboratoire MILA. Pour concrétiser la collaboration possible évoquée en 2020 avant l'ouverture officielle du laboratoire, une séance de séminaire commune a été organisée en Mai 2023 avec des exposés des membres des deux laboratoires.

Un point de vigilance : comme des laboratoires internationaux de CNRS sciences informatiques et CNRS Physique ont été créés, il faut veiller à ce que l'IRL CRM ait toujours des affectations en provenance de ces deux instituts du CNRS pour les chercheurs et enseignants-chercheurs les plus proches des mathématiques fondamentales.

ANR NON STOPS, CM2E

Pendant le mandat de mon prédécesseur, une ANR avait été obtenue par le CRM, dont le P.I. (Principal Investigator) était Vojkan Jaksic. Les sommes avaient été transférées à McGill et Vojkan a pu les utiliser pour organiser une conférence, dont les participants étaient français et canadiens (2018). Cette ANR n'était pas terminée en 2020, elle a été prolongée. Entre temps, les règles de gestion ont été clarifiées, indiquant que V. Jaksic ne pouvait pas être le décideur car il n'était pas affecté à l'Université McGill, et que nécessairement les dépenses devaient être ordonnées par le directeur de l'IRL.

Jean-Christophe NAVE et Kai Schneider (AMU) ont obtenu une ANR (CM2E). Les règles de l'ANR et du CNRS ont interdit que Jean-Christophe NAVE, professeur titulaire de l'Université McGill et donc d'une université non signataire de la convention avec le CNRS, puisse être considéré comme P.I. Il a donc fallu que je sois le P.I. pour l'Université de Montréal, ce qui faisait malgré tout sens au vu de la thématique (transport, Navier Stokes, et Vlasov). Au cours de la gestion de cette ANR, il est apparu qu'on ne pouvait pas transférer de fonds à McGill (l'ANR ayant été signée avec, pour McGill, sur ses ressources propres) et que si un postdoctorant non présent au Québec était recruté sur cette ANR, il faudrait lui verser l'indemnité de résidence à l'étranger, ce qui n'avait bien sûr pas été planifié dans la demande. Mon incompetence dans la connaissance fine des règles administratives a été un handicap.

LE DIRECTEUR ET SES AXES DE RECHERCHE

Le directeur de l'IRL, quant à lui, à la fin de son mandat, peut faire un bilan extrêmement positif. En effet, cela venait à point nommé après la direction pendant 18 ans d'une formation d'ingénieurs en université, ainsi qu'un mandat de 8 ans aux finances de l'université Sorbonne Paris Nord en tant que chargé de mission pour que la recherche redevienne une mission fondamentale continue.

De nombreux articles ont pu être terminés pendant ce mandat (j'en compte au moins quatre, Gaussian Beams (with O. Runborg), Fractional Reflector (with L. Demanet), Vlasov-Maxwell (with O. Maj), Density of States (with H. Boumaza)), un livre a été entièrement revu (mais il reste du travail avant de le mettre dans une forme éditoriale, Fourier Integral Operators and asymptotics for waves), un autre livre a été publié (rassemblant l'ensemble des problèmes d'optimisation utilisés pendant ma carrière d'enseignant avec leurs corrigés).

D'autre part, au moins 5 nouvelles directions de recherche, ayant chacune donné lieu à déjà une publication, ont émergé (Mathématiques pour l'Apprentissage supervisé (avec J.M. Brossier, Grenoble INP et IRL), Instabilité de Rayleigh-Bénard dans les lacs (coopération avec LN2 et Takuvik, avec N. Vaneberg), Noyaux reproduisants et espaces de Sobolev (avec D. Guignard, Ottawa), Traitement des signaux neuronaux (avec C. Guerrier, IRL), Opérateurs Dirichlet to Neumann globaux pour un ouvert borné)

Ensuite, cela a permis au directeur, qui voyait sous ses yeux toutes les mathématiques canadiennes et américaines, d'élargir le profil de connaissances sur les différents domaines des mathématiques, d'avoir désormais une expertise possible sur des dossiers scientifiques de beaucoup de domaines mathématiques, de pouvoir évaluer la notion d'excellence sur un autre continent, de voir aussi la place diplomatique que peuvent jouer les mathématiques.

Le travail en partenariat avec le directeur et l'équipe de direction d'un centre aussi important que le CRM, qu'il a fréquenté pour la première fois au moment du 30ème anniversaire de celui-ci, il y a 25 ans a été extrêmement enrichissant, la direction du CRM autour d'Octav Cornéa lui a appris beaucoup, en gestion des ressources humaines, en demandes de subvention (j'ai rédigé des lettres de soutien pour les trois types de demandes de subvention du CRM), en gestion de réunions (des réunions très importantes où beaucoup de choses se décident et sont arbitrées, planifiées pour 2 heures, sont effectivement tenues en deux heures, car bien préparées).

Bilan : annexes

PROGRAMMES DE DIFFÉRENTS ÉVÉNEMENTS

SEMINAIRE DE MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES DE L'IRL

Vendredi 3 juin 2022

Salle PK-4323 au LACIM (laboratoire du CRM), Université du Québec à Montréal

13h30 Albert COHEN Laboratoire Jacques-Louis Lions, Sorbonne Université

Titre : Optimal sampling in least-squares methods

Recovering an unknown function from finitely many point samples is an ubiquitous task in various applicative settings : non-parametric regression, machine learning, reduced modeling, response surfaces in computer or physical experiments, data assimilation and inverse problems. In this lecture, I will present recent results that are relevant to the context where the user is allowed to select the measurement points, sometimes referred to as active learning. These results allow us to derive an optimal sampling point distribution when the approximation is searched in a linear space of finite dimension n and computed by weighted-least squares.

Here optimal means both that the approximation is comparable to the best possible in this space, and that the sampling budget m barely exceeds n . The main involved tools are Christoffel functions, matrix concentration inequalities, reproducing kernel Hilbert spaces.

Pause

14h25 Viviane PONS, IRL CRM et Laboratoire Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur, Université Paris Saclay

Titre : treillis de s -ordre faible et s -Tamari

Nous présentons deux objets combinatoires classiques : le treillis de l'ordre faible sur les permutations et le treillis de Tamari. Dans les deux cas, le diagramme de Hasse modélisant la relation d'ordre partiel est le squelette d'un polytope : respectivement le permutoèdre et l'associaèdre. On montrera comment on peut généraliser cette construction pour obtenir deux nouveaux treillis et les constructions géométriques associées.

15h00 Claire GUERRIER, IRL CRM et Laboratoire Dieudonné, Université de Nice et de la Côte d'Azur

Titre : Signal propagation in myelinated axons : relating structure to function using mathematical modeling and simulations.

How myelin sheath characteristics influence spike transmission within myelinated axons and vice-versa? To address this question, we develop a model for signal transmission in the myelinated axon where myelin compartments alternate with nodes of Ranvier. The model is based on cable theory and Hodgkin-Huxley formalism, and the analysis relies on the heat equation. Using a computational approach coupled to mathematical analysis, we determine the analytical solution corresponding to signal propagation in one myelin compartment, and investigate the signal transmission time for different neuronal morphology.

JOURNEE de l'IRL CRM-CNRS
17 octobre 2022

9h30 Claire GUERRIER (Université de Nice et IRL) Détecter l'activité synaptique dans les données de 'calcium imaging'

10h15 Thomas HAETTEL (IUT Montpellier et IRL) Espaces métriques injectifs

11h00 Olivier LAFITTE (Sorbonne Paris Nord et IRL) Solutions analytiques pour le couplage de modèles : neutronique-thermohydraulique.

Déjeuner

13h00 Youness LAMZOURI (Université de Lorraine et IRL) La répartition des sommes du symbole de Legendre

14h15 Mylene MAIDA (Université de Lille et IRL) Mots en des perturbations aléatoires

15h00 Chi TRAN (Université Gustave Eiffel et IRL) Arbre radial couvrant dans l'espace hyperbolique

Séminaire de l'IRL-CRM-CNRS, 14 avril 2023

9h00 Rémi COULON, IRL 3457 CNRS-CRM (précédemment à Université Rennes 1)

Problèmes de croissance dans les groupes à croissance négative

Étant un groupe G agissant sur un espace métrique X , son taux de croissance exponentiel permet de mesurer la "taille" des orbites de G . Plus précisément elle quantifie le comportement asymptotique du nombre de points de cette orbite dans une boule.

Lorsque G est le groupe fondamental d'une variété hyperbolique compacte M , agissant sur le revêtement universel X de M , alors ce taux a de multiples interprétations à la fois géométriques et dynamiques. C'est en particulier l'entropie du flot géodésique sur le fibré unitaire tangent de M . Dans cette configuration l'étude dynamique du flot géodésique sur M (et ses revêtements) permet d'obtenir de nombreuses informations sur les taux de croissance de G et ses sous-groupes.

Dans cet exposé on présentera un travail en cours, dont l'objectif est d'explorer des méthodes similaires tout en relâchant fortement l'hypothèse de courbure négative sur X . Pour les applications qui nous intéressent, il suffit en effet de supposer que le groupe G contient un "élément contractant", auquel on peut penser comme une "direction hyperbolique". Ce cadre général englobe, outre les groupes fondamentaux de variétés hyperboliques, les groupes (relativement) hyperboliques, le groupe modulaire d'une surface, la plupart des groupes d'Artin à angle droits, etc. On donnera comme application un critère de moyennabilité pour les quotients du groupe G .

Growth problems in negatively curved groups.

Given a group G acting by isometries on a metric space X , its exponential growth rate provides a way to measure the "size" of its orbits. More precisely it quantifies the asymptotic behavior of the number of orbit points in a ball. When G is the fundamental group of a compact hyperbolic manifold M acting on the universal cover X of M , then this rate has numerous interpretations both of geometric and dynamical nature. In particular it is the entropy of the geodesic flow on the unit tangent bundle of M . In this configuration the study of the geodesic flow on M (and its covers) provides useful informations on the growth rates of G and its subgroups.

In this talk we will present a work in progress whose aim is to exploit similar techniques, while strongly relaxing the hypothesis on the curvature of X . For our purpose, it suffices to assume that the group G contains a "contracting element", which can be thought of as a "hyperbolic direction". Besides fundamental groups of hyperbolic manifolds, this general framework encompasses (relatively) hyperbolic groups, modular groups of surfaces, many right angled Artin groups, etc. As an application we will provide an amenability criterion for the quotients of G .

9h40 Clair Poignard, Centre Inria de l'Université de Bordeaux

Modélisation des membranes bilipidiques soumises à un champ électrique pulsé de forte intensité par champ de phase.

Dans cet exposé, je présenterai un nouveau modèle d'électroperméabilisation des membranes qui combine la teneur en eau de la membrane et la tension transmembranaire par le biais d'un système d'EDP non local. Il est intéressant de noter que, grâce à une énergie libre bien définie de la membrane, nous généralisons l'approche séminale de Chizmadzhev, Weaver et Krassowska, en nous débarrassant de l'hypothèse géométrique cylindrique sur laquelle la plupart des modèles d'électroporation actuels sont basés. Notre approche est physiquement pertinente et nous récupérons une équation de diffusion de surface de la phase lipidique proposée par Leguèbe et al. dans un modèle phénoménologique antérieur. Nous effectuons également une analyse fine des opérateurs non locaux impliqués dans deux configurations simples (une membrane sphérique et une membrane plate périodique) qui nous permet de comparer les constantes de temps du phénomène dans les membranes sphériques et plates. Cette recherche a été réalisée avec A. Collin (Professeur associé à Bordeaux INP), et P. Jaramillo-Aguayo, doctorant co-encadré par A. Collin et moi-même.

Phase-field model of bilipid membrane submitted to pulsed electric field of high intensity.

In this talk I will present a new model of membrane electropermeabilization that combines the water content of the membrane and the transmembrane voltage through a nonlocal PDE system. Interestingly, thanks to a well defined free-energy of the membrane, we somehow generalise the seminal approach of Chizmadzhev, Weaver and Krassowska, getting rid of the geometrical cylindrical assumption upon which most of the current electroporation models are based. Our approach is physically relevant and we recover a surface diffusion equation of the lipid phase proposed by Leguèbe et al. in a previous phenomenological model. We also perform a fine analysis of the involved nonlocal operators in two simple configurations (a spherical membrane and a flat periodic membrane) that enables us to compare the time constants of the phenomenon in spherical and flat membranes. This research has been performed with A. Collin (Associate Prof. at Bordeaux INP), and P. Jaramillo-Aguayo, PhD student coadvised by A. Collin and my self.

10h20 François DAHMANI, Université Grenoble-Alpes et IRL 3457 CNRS-CRM

La conjugaison commensurée (pour des pseudo-Anosovs)

Quand on se demande si deux automorphismes de Z^n sont conjugués on pose la question de savoir si deux matrices dans $GL_n(Z)$ y sont conjuguées (similaires) ou pas. Mais on est aussi familiers avec la question de savoir si elles sont conjuguées dans $GL_n(Q)$, et cette question se traduit, en terme d'automorphismes de Z^n par la propriété d'induire sur des sous-reseaux d'indice fini (de Z^n) des automorphismes conjugués. On dit qu'ils sont commensurablement conjugués. Une propriété de théorie des nombres dit qu'il n'y a pas de borne sur le nombre de classes de conjugaison de $GL_n(Z)$ au sein d'une classe de conjugaison de $GL_n(Q)$. Lorsqu'on regarde les automorphismes d'un groupe fondamental de surface fermée de genre plus grand que 2, il y a au

contraire une borne uniforme sur le nombre de classes de conjugaison d'automorphismes pseudo-Anosov au sein d'une classe de conjugaison commensurée.

Commensurated conjugacy (for pseudo-Anosovs)

When asking whether two automorphisms of Z^n are conjugate, one asks whether two matrices in $GL_n(Z)$ are conjugate (or similar) over Z . But we are familiar with the conjugation in $GL_n(Q)$, and translated in terms of automorphisms, two matrices being conjugate over Q means that they define conjugate automorphisms on finite index sub-lattices of Z^n . This is commensurated conjugacy. Results in number theory indicate that there is no bound on the number of conjugacy classes in $GL_n(Z)$ in a conjugacy class in $GL_n(Q)$. When considering automorphisms of closed surface groups of genus larger than 2, on the contrary, there is a uniform bound on the number of conjugacy classes of pseudo-Anosov automorphisms that belong to a single commensurated class.

Pause Café

11h30 Thomas Haettel, Université de Montpellier 1 (Laboratoire A. Grothendieck) et IRL 3457 CNRS-CRM

Partitions non croisées et groupes de tresses

Les groupes de tresses sont à l'intersection de plusieurs domaines de géométrie des groupes. Je présenterai leurs différentes définitions, et décrirai leur relation avec l'ensemble des partitions non croisées des sommets d'un polygone régulier.

Noncrossing partitions and braid groups

Braid groups are at the intersection of several branches of geometric group theory. I will present their various definitions, and I will describe their relationship with the set of noncrossing partitions of a regular polygon.

12h10 Olivier Lafitte, Université Sorbonne Paris Nord et IRL CRM-CNRS

Un contre-exemple d'un « théorème » de Freund et Shapire sur l'apprentissage supervisé

L'algorithme ADABOOST a été introduit dans les années 1990 pour permettre la combinaison de classifieurs faibles (un peu mieux que le simple hasard) afin de construire un meilleur classifieur. Cet algorithme est implémenté dans toutes les bibliothèques d'apprentissage supervisé, et Freund and Shapire ont énoncé et démontré que cet algorithme convergeait vers le minimum de la fonction de risque empirique convexifiée. Utilisant une nouvelle structuration des données d'entraînement, nous pouvons identifier des contre-exemples et nous proposons une manière de réécrire l'algorithme, au même coût, pour qu'il réponde à la question demandée

A counterexample for a « theorem » of Freund and Shapire on supervised Learning.

The algorithm ADABOOST has been introduced in the 90's to allow to combine weak classifiers to obtain a better classifier. It is implemented in all the libraries on the topic of supervised Learning and Freund and Shapire claimed and proved that this algorithm converges to the minimum of the convexified risk. Using a new structuration of the training Data, we can identify counter-examples and we propose a way of rewriting the algorithm, with the same complexity, in order to recover the actual minimum.

SEMINAIRE DES IRL CRM ET ILLS
SEMINAR OF THE IRL CRM AND ILLS

POLE CRM DE L'UQAM, PAVILLON KENNEDY SALLE (ROOM) PK-4323

Accueil : 9h00

Simone Brugapaglia (CRM-Concordia, IRL-CRM) 9h30

Invariance, encodings, and generalization : learning identity effects with neural networks

Pablo Piantanida (CentraleSupélec/CNRS et directeur de l'IRL-ILLIS) 10h00

Information-Theoretic Methods for Trustworthy Machine Learning

Pause café 10h45-11-15

Yves D'Angelo (Université de Nice Côte d'Azur et futur directeur de l'IRL-CRM) 11h15

EEM approach for pre-mixed wrinkled flames

Aditya Mahajan (McGill University, IRL-ILLIS) 11h45

Approximate Planning and Learning for Partially Observed Systems

Déjeuner 12h30-14h00

Olivier Lafitte (Université Sorbonne Paris Nord et directeur de l'IRL-CRM) 14h00

Band spectrum and integrated density of states for a 1d Schrodinger operator

Mark Coates (McGill University et co-directeur de l'IRL-ILLIS) 14h30

Avoiding Message Passing in Graph Transformers

Pause café 15h15-15h45

Rémi Coulon (IRL-CRM, DR CNRS) 15h45

Exploring non-euclidean geometries in virtual reality

Christian Desrosiers (Ecole de Technologie Supérieure, IRL-ILLIS) 16h15

Image Analysis with Unlabeled Data : Doing More With Less

PROGRAMME DU SEMINAIRE 5 DE L'IRL CRM-CNRS
10 Octobre 2023 (Concordia and UdeM)

Matin : séminaire à Concordia, Webster LB 921-04, 9h00-12h15

9h00 accueil des participants

9h15 : **Sebastien Darses** (AMU et IRL) Quelques problèmes d'approximation et identités liés à la fonction zeta

Résumé : On évoquera un problème d'approximation dans L^2 équivalent à l'hypothèse de Riemann, ses généralisations grâce à des probabilités, et quelques nouvelles structures associées.

9h45 : **Nicolas Crampé** (CNRS, Université de Tours et IRP) Leonard pairs and Askey-Wilson algebra

Résumé : After giving their definitions, I will present the connections between the Leonard pairs and the Askey-Wilson algebras. I will discuss their different applications (special functions, mathematical physics, representation theory,...) and their generalizations I am interested in.

10h15 : **Yann Rollin** (U Nantes et IRL) : Géométrie symplectique linéaire par morceaux

Résumé : Préférez-vous les polyèdres ou les sphères, les surfaces lisses ou leurs triangulations ? Selon votre motivation analytique, combinatoire, topologique ou encore votre soif de modélisation sur machine, vous serez amené à utiliser l'un ou l'autre de ces points de vue. La géométrie symplectique lisse semble particulièrement réticente à cette envie de discrétisation. J'expliquerai comment nous avons pu démontrer avec F. Jauberteau et S. Tapie l'existence de certaines approximations linéaires par morceaux, d'objets issus de la géométrie symplectique, plus précisément, des tores lagrangiens de \mathbb{R}^4 .

10h45-11h15 : pause café

11h15 : **Olivier Lafitte** (USPN et IRL) Uniqueness of Cauchy datum for Vlasov-Maxwell equations and Ohm's law

In this joint work with Omar Maj, we consider the damped linearized inhomogeneous Vlasov-Maxwell system. Under the hypothesis of a solution being a tempered distribution in time, we obtain a unique solution for the density of particles and deduce the electrical current in terms of the electric field, as a pseudodifferential operator : expression of the Ohm's law.

11h45 : **Octav Cornéa** (UdeM, CRM et IRL-CRM) Persistence et rigidité symplectique

Abstract : La théorie de la persistance a ses origines en topologie différentielle.

Elle a connu des développements remarquables pendant les dix dernières années dans une toute autre direction du à des applications à la science des données.

Le but de cet exposé est de discuter quelques aspects qui reviennent à la topologie, cette fois symplectique.

Après midi, Université de Montréal (CRM), 5340 Pav. Aisenstadt

15h00 : **Hugues Auvray** (Université Paris Saclay et IRL) Géométrie des métriques kähleriennes complètes à courbure spéciale

Je décrirai brièvement dans cet exposé mes travaux et projets en géométrie différentielle complexe ayant trait à des métriques kählériennes complètes à propriétés de courbure spéciales, dans deux cadres géométriques distincts : d'une part les instantons gravitationnels ALF, et d'autre part, les métriques kählériennes de type Poincaré et à courbure scalaire constante, voire extrémales, sur le complémentaire de diviseurs.

15h30 **Claire Guerrier** (IRL CRM-CNRS) Signal propagation in myelinated axons : relating structure to function using mathematical modeling and simulations.

Abstract :How myelin sheath characteristics influence spike transmission within myelinated axons and vice-versa?

To address this question, we develop a model for signal transmission in the myelinated axon where myelin compartments alternates with nodes of Ranvier. Using a computational approach coupled to mathematical analysis we are looking for an analytical solution corresponding to signal propagation in one myelin compartment, and investigate the signal transmission time for different neuronal morphology.

16h00 : **Michèle Couderette** (UPEC et IRL) un objet d'enseignement nouveau dans les curricula.

Depuis 2009, la programmation informatique est introduite progressivement dans les programmes scolaires du lycée, puis du collège et enfin au primaire. Alors qu'au collège et au lycée, la programmation est un thème d'étude à part entière, au primaire algorithmique et programmation sont inscrits dans le champ des mathématiques ou des sciences et technologie, au travers d'activités de codage, de repérage et déplacements dans l'espace.

Je présenterai trois recherches se situant dans des institutions différentes (maternelle, école primaire, lycée) montrant comment des enseignants jonglent entre mathématiques et informatique pour amener les élèves à construire des concepts algorithmiques.

16h30 **Yves D'Angelo**, UCA et IRL Combustion Modeling : a Class of Evolution Equations for Propagating Flames Dynamics.

Résumé : We present an asymptotic approach for modelling the dynamics of fronts. The applications concern primarily the dynamics of thin pre-mixed flames, and also random expanding biological networks.

Clôture de la journée de séminaire de l'IRL à 17h00



CRM-CNRS
International Research Lab

PROGRAMME DU 6^{ème} SEMINAIRE DE L'IRL CRM le
19 février 2024

Université de Montréal, Centre de Recherches Mathématiques

Tony Lelièvre (CERMICS, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées) 9h00-10h00

Title : Finding saddle points of energy landscapes : why and how?

Abstract : The motivation of this presentation comes from the analysis of metastable stochastic process in statistical physics. One way to bridge the scale between full atomistic models and more coarse-grained descriptions is to use Markov State models parameterized by the Eyring Kramers formulas. These formulas give the hopping rates between local minima of the potential energy function. They require to identify the local minima and saddle points of the potential energy function. This approach is for example used in materials science (kinetic Monte Carlo models).

In this talk, I will first present a recent result obtained in collaboration with D. Le Peutrec (Université d'Orléans) and B. Nectoux (Université Clermont Auvergne) about the mathematical foundations of this approach, by deriving these Eyring-Kramers exit rates starting from the overdamped Langevin dynamics [1]. I will then introduce a recent algorithm we proposed together with P. Parpas (Imperial College London) in order to locate saddle points [2]. I will explain why these two works both rely on concentration properties of the eigenvectors of Witten Laplacians, in the small temperature regime.

[1] TL, D. Le Peutrec and B. Nectoux, Eyring-Kramers exit rates for the overdamped Langevin dynamics : the case with saddle points on the boundary, <https://arxiv.org/abs/2207.09284>.

[2] TL, P. Parpas, Using Witten Laplacians to locate index-1 saddle points, to appear in SIAM Journal on Scientific Computing <https://arxiv.org/abs/2212.10135>, to appear in SISC.

Pause café 10h00-10h30

Pierre-Henri Cocquet (IRL-CRM and Université de Pau et des Pays de l'Adour) 10h30-11h00

Titre : Correction de dispersion pour des problèmes de propagation d'ondes.

On présentera tout d'abord une technique de correction de dispersion pour l'équation de Helmholtz discrétisée par des schémas différences finies. Cette dernière est basée sur l'introduction d'une perturbation du nombre d'onde dans le schéma et permet notamment de réduire l'erreur relative pour des maillages suffisamment fins. On montrera ensuite comment étendre cette technique pour l'équation des ondes.

Yves D'Angelo (IRL-CRM and Université Cote d'Azur) 11h00-11h30

Multi-scale modeling of spatially expanding mycelial networks An interdisciplinary project

We are working on the modeling, simulation and analysis of the multiscale growth — from a few hundred nm to several tens of cm — of the thallus of the filamentous fungus *P. anserina*. This interdisciplinary

project involves several researchers at LJAD in Nice and IRL (C. Guerrier, R. Catellier, T. Goudon, L. Monasse, Y. D'Angelo). It brought together some twenty five people and is conducted in collaboration with biologists and physicists at LIED Paris, as well as mathematicians in Paris (CMAP, MAP5, LMO), Scuola Normale di Pisa in Italy and Mc Gill University in Montréal.

Sébastien Darses (IRL-CRM et Aix-Marseille Université) 11h30-12h00

Suites approximantes de solutions d'EDP quasi-linéaire parabolique et hyperbolique

On présentera brièvement une méthode construisant des suites de fonctions approximant directement les solutions fortes d'EDP quasi-linéaires paraboliques et hyperboliques. Les résultats obtenus (hypothèses relaxées sur la condition initiale et/ou le terme d'advection e.g.) complètent un peu des résultats de Delarue et de Ma et Zhang obtenus dix ans plus tôt. On fera quelques remarques sur l'équation de Navier-Stokes.

Claire Guerrier (IRL-CRM) 12h30-13h00

Numerical resolution of the Poisson-Nernst Planck system of equations using the Discrete Duality Finite Volume method : is neuronal plasticity occurring at the scale of the dendritic arbor?

The PNP system of equations is the standard model for characterizing the electrodiffusion of ions in electrolytes, including ionic dynamics in the cellular cytosol. This non-linear system presents challenges from both modeling and simulations due to the presence of a stiff boundary layer tightly related to the choice of boundary conditions. In this talk, I will present a scheme based on the DDFV method, to solve PNP while preserving the positivity of ionic concentrations. Using this scheme, I will then investigate the propagation and attenuation of ionic transients in dendritic neuronal compartments, such as synapses and bifurcations. Our results suggest that the local geometry of the dendritic tree has a major influence on synaptic functioning, giving a new paradigm to study neuronal plasticity, as synapses are usually considered as isolated compartments.

Olivier Lafitte (IRL-CRM and Université Sorbonne Paris Nord) 13h00-13h30

Saddle point lemma and Dirichlet to Neumann operator for the damped wave equation : a way of understanding propagating waves in idealized neurons

One seeks the unique solution $u(x,t)$ of the damped wave equation in $1d$ in space on \mathbb{R}_+ with a given Cauchy datum at $x=0$ and a zero initial condition. It is easy to show that regularity of the solution (namely bounded on (x,t) in $\mathbb{R}_+ \times \mathbb{R}_+^*$ implies that the Neumann trace at $x=0$ is deduced from the Dirichlet trace, and one has, using the heat kernel, an exact formula for this solution.

A Gaussian Cauchy datum with maximum point at $t_0 > 0$ yields a solution for which an asymptotic expression is known, up to the maximum point of the asymptotic leading order term, through the saddle phase lemma. Explicit computation of the maximum point for all $x > 0$ is possible. All these results are confirmed by numerical computations. A probabilistic interpretation of the expression of the solution is possible. Joint work with Claire Guerrier, Bastien Mallein and Remi Catellier.