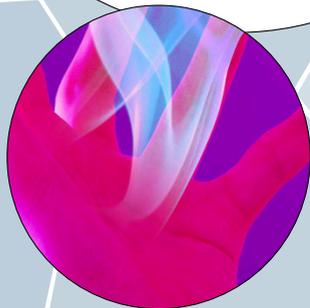
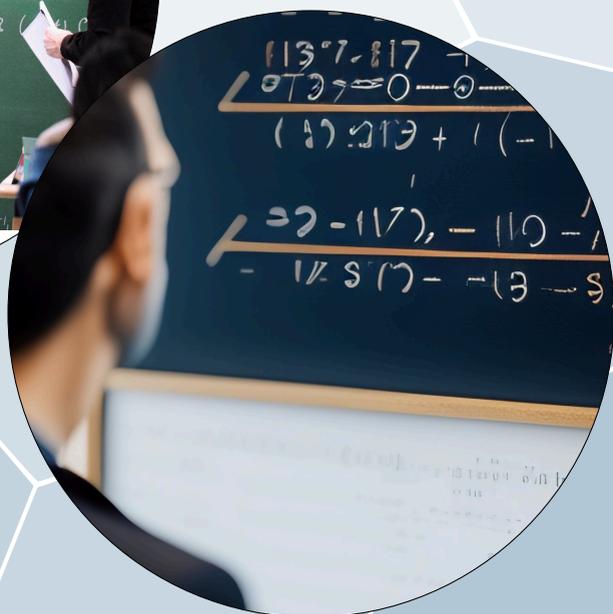
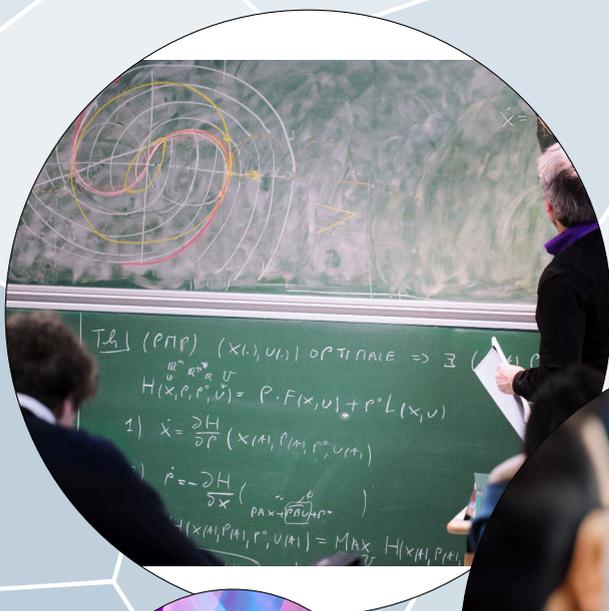


MATAPLI



Comité de rédaction

Rédacteur en chef

Équipe ANGE, INRIA Paris

Julien SALOMON

salomon@inria.fr

Rédacteur en chef adjoint

CEREMADE, CNRS, Université Paris-Dauphine

Maxime CHUPIN

chupin@ceremade.dauphine.fr

Rédacteurs et rédactrices

Congrès et colloques

Fédération Denis Poisson, Université d'Orléans

Thomas HABERKORN

thomas.haberkorn@univ-orleans.fr

Du côté de l'INRIA

INRIA Paris

Arthur VIDARD

Arthur.Vidard@inria.fr

Du côté des écoles d'ingénieurs Emmanuel AUDUSSE et Olivier LAFITTE

LAGA, Université Paris XIII

eadusse@yahoo.fr, lafitte@math.univ-paris13.fr

Du côté du réseau MSO

LMI, INSA, Rouen

Christian GOUT

christian.gout@insa-rouen.fr

Nouvelles du CNRS

ENS

Nicolas THOLOZAN

Nicolas.Tholozan@ens.fr

Résumés de livres

Université de Lille 1

Ana MATOS

ana.matos@univ-lille1.fr

Résumés de thèses et HDR

Fédération Denis Poisson, Université d'Orléans

Cécile LOUCHET

cecile.louchet@univ-orleans.fr

Vie de la communauté

Laboratoire J.A. Dieudonné, Université Côte d'Azur

Claire SCHEID

claire.scheid@univ-cotedazur.fr

MATAPLI — Bulletin n° 132 — Novembre 2023.

Édité par la Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles

Directeur de la publication

Samir ADLY, Président de la SMAI

Composition, mise en page

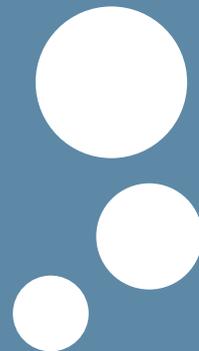
Julien SALOMON et Maxime CHUPIN

Impression

Présence Graphique,

2 rue de la Pinsonnière, 37260 Monts

Sommaire



ÉDITO	— 3
COMPTES RENDUS DU CA DE LA SMAI	— 7
BILAN 2023 ET DE FIN DE MANDAT POUR LE CNU SECTION 26.	— 13
ARITHMÉTIQUE DES PRIMES PLURI-ANNUELLES	— 37
COMPTE DE RÉSULTAT ET BILAN DE LA SMAI	— 47
COMPTE RENDU DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE LA SMAI	— 55
NOUVELLES DE LA SECTION 41 DU CoNRS : 2021-2023	— 59
ENSEIGNER LES MATHÉMATIQUES AUTREMENT	— 73
HOMMAGE À ELISABETA VERGU	— 97
RETOUR SUR LES DIX ANS DE L'IECL	— 105
PROJETS BOUM DE LA SMAI	— 109
COMPTE RENDU CEMRACS'23	— 117
DU CÔTÉ DU LABEX AMIES	— 127
LE COLLECTIF MATHS&SCIENCES	— 133
RÉSUMÉS DE THÈSES ET HDR	— 137
ANNONCES DE COLLOQUES	— 171
CORRESPONDANTES ET CORRESPONDANTS LOCAUX	— 175

Date limite de soumission des textes pour le Matapli 133 :
15 février 2024

SMAI – Institut Henri Poincaré – 11 rue Pierre et Marie Curie – 75231 Paris Cedex 05

Tél. : 01 44 27 66 62 – Télécopie : 01 44 07 03 64

MATAPLI - ISSN 0762-5707

smai@emath.fr – <http://smai.emath.fr>

PRIX DES PUBLICITÉS ET ENCARTS DANS MATAPLI POUR 2023

- 150 € pour une demi-page intérieure
- 250 € pour une page intérieure
- 400 € pour la 3^e de couverture
- 450 € pour la 2^e de couverture
- 500 € pour la 4^e de couverture
- 300 € pour le routage avec Matapli d'une affiche format A4 (1500 exemplaires)

(nous consulter pour des demandes et prix spéciaux)

Envoyer un bon de commande au secrétariat de la SMAI

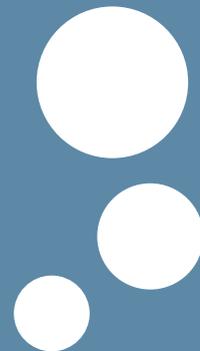
SMAI – Institut Henri Poincaré – 11 rue Pierre et Marie Curie – 75231 Paris Cedex 05

Tél : 01 44 27 66 62 – Télécopie : 01 44 07 03 64

smai@math.fr

Site internet de la SMAI :

<http://smai.emath.fr/>



par :

*Samir ADLY¹ — Université de Limoges, Laboratoire
XLIM*

Chers collègues,

Le conseil d'administration de juillet a élu un nouveau bureau. En cette période de transition, je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères à notre ancien président, Olivier Goubet, à notre ancienne secrétaire générale, Anne-Laure Dalibard, ainsi qu'à Alexandre Ern, vice-président en charge des relations industrielles, pour leurs dévouements et leurs contributions pour notre communauté. Je remercie également tous les membres du conseil d'administration de m'avoir confié la présidence de la SMAI. Je crois fermement en l'importance des mathématiques appliquées et industrielles pour relever les défis du monde moderne. La SMAI représente un carrefour d'idées où la recherche fondamentale rencontre la réalité industrielle, créant ainsi une synergie importante.

En ce qui concerne nos réalisations passées, la SMAI a joué un rôle essentiel en facilitant l'échange de connaissances, la création de réseaux et la découverte de nouvelles opportunités à travers nos conférences, nos publications et nos événements. Ensemble, nous avons exploré un large éventail de domaines allant de la modélisation des phénomènes complexes à la simulation numérique avancée.

Les formations en mathématiques revêtent une importance cruciale dans le monde des entreprises et de l'industrie. Les compétences mathématiques sont un outil essentiel pour résoudre des problèmes complexes, analyser des données, optimiser des processus et prendre des décisions éclairées. Dans un contexte où la technologie et l'analyse de données jouent un rôle de plus en plus prépondérant, les professionnels capables de maîtriser les mathématiques sont hautement recherchés. Que ce soit pour la modélisation financière, l'ingénierie, la logistique, la recherche opérationnelle ou l'intelligence artificielle, les mathématiques sont au cœur de nombreuses disciplines. Les entreprises qui investissent

1. samir.adly@unilim.fr

dans la formation en mathématiques pour leurs employés leur offrent un avantage concurrentiel indéniable, stimulant l'innovation, l'efficacité opérationnelle et la prise de décisions basées sur des données fiables.

C'est dans ce cadre que chaque année, le Forum Entreprises & Mathématiques (FEM) est organisé afin de connecter les étudiants et les formations en mathématiques aux besoins des entreprises. Je tiens à féliciter chaleureusement toute l'équipe d'AMIES pour le succès du 12^e FEM, qui a réuni près de 1350 participants le 10 octobre 2023 au CNAM Paris. Un grand merci également à l'équipe du CNAM pour avoir accueilli cet événement avec succès et à Aurélie Fischer et Nicolas Wicker qui ont pris les rênes cette année pour l'organisation du FEM.

Nous avons récemment lancé le Mois des Mathématiques Appliquées et Industrielles (M2AI), une série de conférences de popularisation/diffusion scientifique axées sur les mathématiques appliquées et industrielles. Cette initiative comprend quatre séances espacées d'une semaine et vise à rendre les mathématiques plus accessibles au grand public, notamment aux étudiants, aux lycéens, aux enseignants du secondaire, aux enseignants-chercheurs, aux entreprises et aux ingénieurs. La SMAI collaborera avec un laboratoire français pour l'organisation de cet événement, en faisant tourner les villes hôtes chaque année. Nous tenons à exprimer nos remerciements au Laboratoire Jacques-Louis Lions (LJLL) de Sorbonne Université pour avoir accepté d'organiser cette première édition en 2023 qui aura lieu en novembre prochain à l'Institut Henri Poincaré. Nous sommes en train de rechercher des organisateurs en province pour l'édition de novembre 2024.

Lors de la réunion du Conseil d'Administration de la SMAI en juillet, la question de la difficulté à trouver des volontaires pour organiser les CEMRACS a été abordée. Afin d'apporter son soutien au Conseil Scientifique de la SMAI dans cette démarche, un « *searching committee* », dont la principale mission sera d'identifier d'éventuels organisateurs et de réfléchir à des moyens d'améliorer ou de simplifier l'organisation des CEMRACS, vient d'être mis en place. Nous sommes pleinement conscients de l'importance des CEMRACS et nous mettrons tout en œuvre pour que l'édition de 2025 et les futures éditions puissent se dérouler avec succès.

Nous sommes impatients de vous accueillir au CANUM 2024, qui sera organisé par le laboratoire MIA de l'Université de La Rochelle. Nous anticipons avec enthousiasme que cet événement réunira des universitaires, chercheurs et professionnels, favorisant ainsi les rencontres, les discussions et les échanges d'idées autour de la thématique de l'analyse numérique et ses applications.

Enfin, nous sommes ravis d'annoncer que l'Institut de Mathématiques de Bordeaux (IMB) s'est porté candidat pour organiser la biennale de 2025. Cette

initiative nous permettra de réunir l'ensemble de la communauté des mathématiques appliquées et industrielles dans la région Nouvelle-Aquitaine.

L'implication active de chacun est d'une importance cruciale pour notre société. Nous invitons nos membres à participer activement à la vie de la SMAI, à proposer des projets innovants, et à partager leurs connaissances lors de nos événements. De plus, nous les encourageons à nous faire part de leurs suggestions et de leurs critiques, que le Bureau de la SMAI s'engage à examiner attentivement.

Je tiens à vous remercier tous pour votre engagement envers la SMAI et pour votre participation active à nos initiatives. Ensemble, nous continuerons à promouvoir et à faire progresser les mathématiques appliquées et industrielles.

Bien amicalement,

Samir ADLY



Président de la SMAI. Professeur en mathématiques à l'Université de Limoges, Laboratoire XLIM. Mes thématiques de recherches sont : Optimisation, analyse variationnelle et non-lisse.

Email : samir.adly@unilim.fr

Site web :

https://www.unilim.fr/pages_perso/samir.adly/

Comptes rendus du conseil d'administration de la SMAI

par :

Marianne AKIAN¹ – Secrétaire générale de la SMAI

COMPTE RENDU DU CA DE LA SMAI DU 7 JUILLET 2023

Présents : M. Akian, S. Adly, F. Barbaresco, T. Bayen, C. Cancès, F. Charles, C. Choquet, A.-L. Dalibard, J. Delon, Y. Demichel, N. Forcadel, O. Goubet, V. Leclere, R. Lewandowski, A. Nouy, M. Ribot, F. Sueur, A. Véber.

Excusés : P. Calka (pouvoir Y. Demichel), G. Chapuisat, V. Desveaux, L. Goudenège, R. Hadiji (pouvoir A.-L. Dalibard), B. Liquet, L. Weynans (pouvoir F. Sueur), M. Zani.

1 Principaux points à l'ordre du jour

1.1 Élection du nouveau bureau

Suite aux élections pour le renouvellement d'un tiers du CA de la SMAI, le CA comprend 4 nouveaux membres : Marianne Akian, Rejeb Hadiji, Vincent Leclere, et Franck Sueur. Nous remercions les membres sortants : Pierre-Yves Louis, Carole Rosier, Alexandre Ern et Jean Lacaille.

Les postes de président, secrétaire général et vice-président chargé des relations industrielles étaient vacants, les candidats à ces postes présentent leur candidature.

1. marianne.akian@inria.fr

À la suite d'un vote pour chacun des postes, les candidats suivants ont été élus à l'unanimité :

Président : Samir Adly ;

Secrétaire générale : Marianne Akian ;

Trésorière : Catherine Choquet ;

Vice-Président chargé des relations industrielles : Vincent Leclere ;

Vice-Président, délégué Enseignement : Yann Demichel ;

Secrétaire générale adjointe aux publications : Amandine Véber.

Samir Adly étant élu président, le poste de vice-Président, délégué Communication et actions grand public devient vacant. Personne ne s'étant présenté pour ce poste pour le moment, Samir Adly assurera l'intérim, au moins jusqu'au prochain CA, mais toute personne intéressée par ce poste peut en discuter avec lui.

À noter que le mandat de Yann Demichel au CA finit dans un an et qu'il ne pourra pas se représenter. Il faudra donc penser à trouver de nouveaux candidats au poste de vice-Président, délégué enseignement.

Le CA remercie chaleureusement Olivier et Anne-Laure pour leur travail, dévouement et investissement respectivement en tant que président et secrétaire générale. Ils aideront à la transition et participeront pour cela aux bureaux du CA (pendant un an).

Le CA remercie aussi Alexandre Ern pour son travail. Il remercie aussi Amandine, Catherine, et Yann pour leur investissement.

1.2 Point sur le secrétariat

Catherine Choquet fait le point sur la question du salaire des secrétaires de la SMAI. Une augmentation de salaire des secrétaires avait été votée au CA de janvier 2023, sans indication de date d'effet. Catherine a donc appliqué l'augmentation à partir de février. On propose que l'augmentation de salaire des secrétaires de la SMAI ait lieu rétroactivement à partir de janvier 2023. Le CA vote à l'unanimité cette augmentation.

1.3 Point sur les publications

La parole est donnée à Amandine Veber.

- Après un an et demi de discussion, le partenariat entre EDP Sciences & SMAI, EMS Press et Mathematical Science Publisher pour une communication commune sur nos modèles « *Subscribe to Open* » est maintenant bien en place avec une page web commune en cours de finalisation.
- Une réflexion est en cours pour mettre en place un Collectif national des acteurs publics et des sociétés savantes impliqués dans l'édition scientifique en Mathématiques qui rassemblera le Centre Mersenne, la SMF, la SFdS, la SMAI, l'association des publications de l'IHP, le CCSD, le RNBM. Le but est de pouvoir mettre en avant et soutenir les initiatives de publication en accès ouvert d'une manière coordonnée.

1.4 Point sur les actions grand public

Samir Adly décrit les actions grand public en cours. Le cycle de conférences mathématiques grand public M2AI (mois des mathématiques appliquées et industrielles) aura lieu les 7, 14, 21, 28 novembre 2023. Les orateurs sont Chloé Audebert et Anne-Laure Dalibard de LJLL, Axel Parmentier de l'ENPC et Patrice Hauret de Michelin. Le public attendu n'est pas forcément des lycéens, mais plutôt les étudiants d'université.

Un site web et un poster sont prévus pour la publicité, et Samir présente plusieurs modèles de poster pour avis.

1.5 FEM

Catherine Choquet rappelle que la SMAI soutient le FEM (Forum Entreprises-Mathématiques) en remboursant les trajets des étudiants. Il faut indiquer que les demandes de soutien doivent lui être adressées.

1.6 Nouvelles des groupes thématiques

La parole est donnée aux responsables ou représentants des groupes thématiques présents.

Térence Bayen fait le point sur les activités du groupe SMAI-MODE. Le comité de liaison a été renouvelé en juin. Les prochaines journées du groupe MODE auront lieu en mars 2024 à Lyon. Il y aura aussi prochainement une journée commune avec le groupe thématique SIGMA.

Anthony Nouy fait le point sur les activités du groupe SMAI-SIGMA. La journée annuelle du groupe aura lieu en fin d'année et il y aura aussi une journée commune SIGMA-MODE en janvier ou février, un workshop SIGMA au CIRM

du 28 octobre au 1er novembre 2024 et la conférence « *curves and surfaces* » en 2026 à Arcachon (pour le moment ils ont demandé des devis).

Magalie Ribot fait le point sur les activités du groupe SMAI-MABIOME. Les journées Maths Bio Santé auront lieu du 27 novembre au 1er décembre à Marne la Vallée. Les GDR « Maths-Sciences du vivant » et « Statistiques et Santé » vont se regrouper d'ici la fin de l'année.

1.7 CEMRACS

Ceci est un point d'information. On a lancé la demande de proposition d'organisation en 2024 sans succès. Aussi Olivier Goubet propose de saisir le conseil scientifique ou la création d'un comité incluant par exemple des membres du conseil scientifique, le secrétaire chargé de l'industrie et des experts pour trouver des idées d'organiseurs.

À noter qu'en 2024, le CIRM va fermer pendant 3 semaines pour la première fois. La SMAI et le CEMRACS aident les organisateurs au montage du dossier mais il faut que le dossier soit soumis au CS du CIRM au printemps précédent donc en 2024 pour un CEMRACS en 2025.

Frank Boyer peut aider à la conception du dossier.

1.8 CJC 2023

Le Congrès des Jeunes Chercheurs en Mathématiques et Applications (CJC-MA) 2023 aura lieu les 25-27 septembre à Centrale Supélec. C'est la 3^{ème} édition, la 1^{ère} a eu lieu à Polytechnique (2021) et la 2^{ème} à l'Université du Littoral (Calais, 2022). Amandine Veber sera présente lors de l'ouverture de la conférence pour représenter le bureau de la SMAI. Il y aura 3 exposés pléniers (par des séniors). Le reste des exposés est donné par des doctorants ou postdoctorants. En tout, il y aura 50 exposés dans des sessions parallèles.

Il faudra faire un appel à l'organisation du CJC 2024 en province. Pour un retour d'expérience, on peut contacter Carole Rosier (Calais).

Le CA est d'accord pour abonder au financement du CJC 2023 à hauteur de 1500 euros.

1.9 Demande EpiGA

Amandine Veber décrit la demande de EpiGA. EpiGA (voir <https://epiga.episciences.org/>) est une revue qui publie des articles de géométrie algébrique déjà prépubliés sur arXiv ou HAL (« overlay-journal »). Créée en

2016, elle a pour vocation d'élargir l'offre de journaux publiés en accès diamant dans ce domaine des mathématiques, et aussi de soutenir le projet episciences et la science ouverte en général. Pour améliorer encore sa notoriété, une conférence d'une semaine en géométrie algébrique aura lieu en juin 2024 à l'IHP. À cette occasion, une demi-journée sera consacrée aux questions liées à l'édition scientifique, et un prix EpiGA sera attribué. Ce prix récompensera un projet contribuant à la science ouverte dans le domaine des mathématiques (édition scientifique, collaboration entre mathématiciens, logiciels libres en mathématiques...), en mettant l'accent sur les contributions envers l'ensemble de la communauté scientifique, plutôt que sur les exploits individuels. Les organisateurs proposent à la SMAI de s'associer à ce projet. Le CA donne son accord.

1.10 Questions diverses

- Anne-Laure lance une discussion sur l'élaboration éventuelle d'une « charte des conférences écoresponsables ». Ce serait bien d'y réfléchir, et de choisir en particulier le cadre le plus approprié (charte ou recommandations). La SFdS a étudié la question d'une charte en bureau.

Julie Delon évoque son expérience au MAP5 : après des discussions collectives, ils ont choisi l'option de faire des recommandations, en particulier parce qu'on n'a pas le droit d'interdire. On pourra consulter les recommandations décidées par le MAP5 sur leur page web et les partager.

Une autre piste proposée par Frédéric Barbaresco est de développer les mathématiques pour le green. Mais cela ferait peut-être double-emploi avec l'institut des mathématiques pour la planète terre :

<https://www.inee.cnrs.fr/fr/institut-des-mathematiques-pour-la-planete-terre>.

Voir quand même le matériel pédagogique recensé pour l'Unesco : <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384607.locale=fr>.

- Yann Demichel parle de l'incorporation nécessaire dans nos formations universitaires des enjeux environnementaux.

Il y a eu le discours de la première ministre. Et depuis, le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche (MESR) a organisé des ateliers de Transition Écologique pour un Développement Soutenable (TEDS). La note de cadrage est très ambitieuse : voir <https://www.aefinfo.fr/assets/medias/documents/5/3/532669.pdf>.

Les universités devront certifier les connaissances après un total de 30 heures de formation, mais les établissements seront libres des modalités de mise en place de ces formations.

Il y a eu une saisine de la « commission enseignement » pour voir ce que la SMAI peut faire. Mais Yann pense que ces formations seront externalisées. Par ailleurs Anne-Laure signale que plusieurs organismes recensent actuellement les documents pédagogiques existants sur les enjeux environnementaux (labos_{1point5}, Institut des mathématiques pour la Planète Terre...). La SMAI pourra rediriger les collègues intéressés vers ces initiatives de recensement.

2 Points d'information

2.1 Prix Pierre Lamoure et Prix Yor

- La date limite de dépôt de candidatures pour le prix Yor a été fixée cette année au 15 septembre. Le jury a été légèrement modifié suite à une démission. La présidente du jury, Agnès Sulem, a fait un certain nombre de propositions de retouches sur le règlement de ce prix afin d'augmenter l'attractivité de ce prix; ces propositions seront discutées avec les partenaires organisateurs du prix, dont la SMF.
- Le prix Pierre Lamoure vient d'être lancé par la FMJH. Il est bien doté (10000 euros) et récompense un travail de postdoctorat en mathématiques portant sur une question issue du monde socio-économique.

2.2 Dates des prochains bureaux et CA de la SMAI

Le prochain conseil d'administration de la SMAI aura lieu le 20 octobre 2023 à 14h et sera précédé d'un bureau à 10h.

Le prochain bureau aura lieu le 22 septembre à 9h.

Bilan 2023 et de fin de mandat pour le CNU section 26.

Quatrième (et dernière) année du mandat 2019-2023.

par : _____

RÉDIGÉ PAR LE BUREAU DE LA SECTION

Le Conseil National des Universités (CNU) a poursuivi ses travaux pour la dernière année de cette mandature (le mandat est de quatre ans).

La section 26 est composée de 48 membres titulaires (dont 16 nommés) et de 48 membres suppléants (dont 16 nommés); elle compte une moitié de rangs A et une moitié de rangs B; elle est chargée du domaine « Mathématiques Appliquées et Applications des Mathématiques » et représente environ les trois cinquièmes des enseignants-chercheurs en mathématiques en France.

Élus comme nommés vont être renouvelés prochainement : la date limite de vote (pour ce qui concerne les membres élus) est le 13 octobre, les nommés seront désignés par le ministère. Cette désignation est traditionnellement très lente, ce qui est préjudiciable au bon fonctionnement des CNU. Forte de cette constatation et après discussion avec ses interlocuteurs au Ministère, la CP-CNU a proposé de relayer des suggestions, afin de constituer un vivier. Les bureaux des CNU actuels ont donc été sollicités pour suggérer des noms de collègues, demande qui, pour la section 26, a été transmise à l'ensemble de ses membres. Les suggestions obtenues, via un document partagé, ont été transmises; les collègues candidats, même en position manifestement non éligibles, ne peuvent pas être nommés (et ont donc été enlevés). Le bureau a assorti les noms proposés d'un classement sommaire : Analyse, Aléatoire ou Didactique.

1 Motion concernant le suivi de carrière

Cette année, le CNU26 a voté une nouvelle fois contre la mise en place du suivi de carrière, toujours pour les mêmes raisons. Certains membres du CNU soulignent à chaque fois que certains collègues seraient véritablement demandeurs d'une étude de leur dossier, et/ou de conseils lorsqu'ils rencontrent des difficultés. Mais nous manquons de moyens pour mener ce travail et ne sommes

assurés d'aucun relais constructif dans les établissements, eux-mêmes souvent débordés aussi.

Motion « Suivi de carrière » (reconduite le 31/01/2023). Les sections 25 et 26 ont décidé de reconduire la décision prise depuis 2017, de ne pas mettre en place le suivi de carrière en 2022.

« Les sections 25 et 26 décident de ne pas mettre en place le suivi de carrière : faute d'une définition précise des objectifs, des modalités et de l'allocation de moyens dévolus à cette nouvelle mission, celle-ci ne peut être mise en oeuvre jusqu'à nouvel ordre. »

Des discussions ont également eu lieu lors de la session de qualification concernant les nouvelles procédures, pour le repyramidage et les primes individuelles. Elles ont été les premiers pas en direction des méthodologies choisies pour les deux sessions concernées et décrites plus loin.

2 Bilan de la session de qualifications

Rappelons que, même si deux rapporteurs sont désignés par le bureau de la section pour chaque dossier, la décision de qualification, ou de refus de qualification, est le fait de la section dans son ensemble. Le rôle des rapporteurs, dont les noms sont connus des candidats, est avant tout de présenter aux membres participant à la session, les éléments factuels du dossier, en particulier en liaison avec les critères de qualification que nous affichons sur les pages <https://www.conseil-national-d>. Les candidats sont invités à en prendre connaissance.

Les membres du CNU présents ne s'expriment pas sur les dossiers de candidats de leur établissement ni sur les candidats dont ils seraient proches.

Attention, les dossiers sont déposés en ligne, la recevabilité des dossiers est étudiée par le Ministère, et la section n'a pas de prise sur les décisions d'irrecevabilité de celui-ci.

2.1 Qualification aux fonctions de Maître de Conférences

La session de qualification s'est tenue les 31 janvier, 1^{er} et 2 février 2023 à l'Institut Henri Poincaré (Amphi Darboux), que nous remercions pour son accueil (en particulier, le 31 janvier, qui s'est révélé être un jour de grève contre la réforme des retraites).

Résultats de la session 2022-23

Nombre de dossiers : 395 (contre 405 en 2022, 425 en 2021, 450 en 2020). Parmi ceux-ci, irrecevables ou non transmis : 41.

Le nombre de dossiers MCF effectivement examinés par la section a donc été de 354, en baisse par rapport à 2022 et 2021 (360 en 2022, 377 en 2021).

Il y avait 66 demandes de dispense de doctorat, 22 ont été refusées, 44 accordées; dans la plupart des cas, les demandes refusées étaient le fait de dossiers ne relevant pas de la section 26. Ce refus rend le dossier irrecevable.

Parmi les dossiers recevables, les chiffres sont les suivants. Hors-section : 51. Non qualifiés : 14. Qualifiés : 267 (250 en 2022, 244 en 2021).

Le pourcentage de dossiers qualifiés parmi les dossiers examinés est de 75% (contre 71.4% en 2022 et 65% en 2021).

Nous avons donc de moins en moins de candidats, mais le nombre de qualifiés augmente, car le taux de qualification a augmenté au fil de la mandature. Il est possible que les dossiers, moins nombreux, soient mieux ciblés sur la section.

Critères de qualification

Deux repères importants sont utilisés dans l'évaluation des dossiers, en particulier pour les candidats dont le parcours ne s'inscrit pas de façon canonique dans les thématiques de la section :

- D'une part l'aptitude à enseigner toutes les mathématiques de licence. Attention, certains candidats omettent complètement la rubrique "enseignement" et son absence totale peut entraîner un refus de qualification. L'enseignement est une partie importante de notre métier, le point doit être mentionné, que ce soit pour faire part d'une expérience, ou pour expliquer pourquoi celle-ci n'a pas pu avoir lieu.
- D'autre part l'activité scientifique, qui dans les domaines d'application des mathématiques ne doit pas se limiter à une description de modèles classiques et une utilisation de méthodes et algorithmes éprouvés. Il est crucial de montrer que la recherche effectuée pendant et depuis la thèse a produit des résultats mathématiques.

L'activité de recherche est évaluée à partir : 1) Des travaux de la thèse en particulier à travers les rapports de thèses (ou, s'ils n'existent pas, tout autre document équivalent attestant de la qualité de la thèse). Pour les candidats titulaires d'un doctorat français récent, il est attendu qu'un ou plusieurs membres du jury de thèse, et si possible un des rapporteurs, relèvent de la section du CNU dans laquelle le candidat demande la qualification. 2) Des publications. Si

la présence d'une publication dans une revue à comité de lecture n'est pas exigée pour les thèses de l'année, elle représente un élément d'appréciation décisif pour les thèses plus anciennes. 3) L'évaluation prend aussi en compte l'apport méthodologique en mathématiques, la mise en place de modèles originaux, le développement de nouveaux algorithmes, la validation des modèles théoriques dans le cadre d'applications réalistes.

L'utilisation d'un outil mathématique standard dans un travail de recherche relevant d'une autre discipline n'est pas considéré comme suffisant à lui seul pour la qualification en Section 26. (C'est en général ce critère qui entraîne le plus de refus de qualification). Les candidats qui s'estiment dans le champ « applications des mathématiques » dans un sens un peu large, sont encouragés à ne pas restreindre leurs candidatures de qualification à la 26^e section.

Par ailleurs le CNU s'attend à ce que les exigences précédentes sur l'activité de recherche soient aussi vérifiées sur les deux dernières années en cas de thèses datant de plus de deux ans (ceci est particulièrement examiné en cas de requalification).

Enfin, il est recommandé de rédiger le dossier de candidature en français.

Notons qu'une seule qualification suffit pour candidater sur tous les postes de maître de conférences, quelle que soit la section dans laquelle elle a été obtenue.

2.2 Qualification aux fonctions de Professeur

Résultats de la session 2022-23

Rappelons que désormais, les collègues MCF titulaires n'ont plus à demander la qualification PR. Le nombre de dossiers est donc faible et une demi-journée suffit pour étudier l'ensemble des dossiers, et même avoir quelques discussions générales. Ainsi cette année, la réunion restreinte a eu lieu le 31 janvier au matin. La session plénière se déroule ensuite potentiellement sur deux jours et demi, ce qui a permis également de mener quelques discussions d'ordre général sur les nouvelles procédures.

Nombre de dossiers déposés : 43 ; 4 renoncements, 4 irrecevables, 1 non transmis, 1 déjà PR.

Le nombre de dossiers examinés en 2023 a donc été de 33 (18 en 2022) parmi lesquels 13 demandes de dispense, dont 8 accordées. Parmi les 33 dossiers examinés, 26 ont été qualifiés ; il y a eu 2 non qualifiés, et 5 non dispensés (en fait, principalement hors section).

Le bureau renvoie au site <http://cnu26.emath.fr> ou à celui des CNU (groupe 5) pour les critères de qualification aux fonctions de Professeur.

3 Attribution de semestres de congés pour recherche ou conversion thématique (CRCT)

Les semestres de CRCT ont été attribués lors de la session de qualification. Il y a eu 18 candidats PR et 54 candidats MCF, pour un contingent de 9 semestres à attribuer.

Liste principale alphabétique (2 PR et 7 MCF) : Julien BARRE, Pierre-Henri COQUET, Michele COUDERETTE, Thomas GILETTI, Nicolas KLUTCHNIKOFF, Carole LE GUYADER, Carole LOUIS-ROSE, Pierre TARRAGO, Béatrice VEDEL.

Liste complémentaire (ordonnée) : 10. Luc MOLINET, 11. Arthur LECLAIRE, 12. Camille POUCHOL, 13. Laurent NAVORET, 14. Hervé CARDOT, 15. Arnaud DURAN, 16. Raphael LACHIEZE-REY, 17. Sébastien DARSE.

Il y a eu un désistement dans la liste principale. Il semble que, malgré la liste complémentaire dûment transmise, le semestre correspondant a été perdu. Les candidats doivent avoir conscience de cette difficulté, si des choix se présentent à eux.

L'attribution d'un CRCT nécessite un projet scientifique de qualité, précis et clairement défini. Le CNU privilégie les dossiers comportant des projets de séjours scientifiques à l'étranger, des participations à des trimestres thématiques... Le conseil favorise également les candidats qui n'ont pas ou ont peu bénéficié de semestres de CRCT ou de délégations dans le passé. Certains dossiers ont dû être écartés car les candidats spécifiaient qu'ils souhaitaient exclusivement bénéficier d'une année complète.

Il est indispensable que les CRCT et délégations passés des candidats soient clairement mentionnés. Dans la constitution des dossiers, il est vivement recommandé d'inclure des copies de pièces à l'appui des projets : lettres d'invitation, programme des semestres thématiques...

Notons que cette année encore, la rubrique spéciale apparue il y a deux ans pour les demandes, visant à octroyer un CRCT suite à un congé de maternité/paternité, a été maintenue. Ces dossiers ont disparu de nos listes de demandes. Le bureau a été assuré par le ministère que ces dossiers seraient gérés suivant des modalités spécifiques cette année (et avec un budget dédié). Cependant, cette garantie nous est parvenue bien après la session.

4 Promotions

La session « Avancement de grade » s'est tenue les 22, 23 et 24 mai 2023 à l'Université Paris Cité, Campus Saint-Germain des Prés.

Les candidatures se font par voie électronique. Avant l'examen par le CNU, les dossiers sont préalablement examinés par les conseils académiques des établissements qui émettent un avis sur les dossiers des candidats. Ces avis sont en général visibles pour les rapporteurs du CNU.

La section 26 du CNU, après une nouvelle discussion sur ce point important, a maintenu son choix de ne pas mettre d'évaluation sur les dossiers des candidats qu'elle ne propose pas à la promotion. Elle a donc transmis aux établissements l'avis suivant pour les candidats non promus : « La section 26 du CNU ne souhaite pas émettre d'avis sur les candidats qu'elle ne propose pas à la promotion sur le contingent qui lui est attribué ». Pour les membres du CNU, la section indique à l'établissement qu'elle n'examine pas les dossiers de candidature à une promotion émanant de ses membres. Notons que la section 25 a changé de paradigme et procédé à la rédaction d'avis pour chaque demande; c'est ce qui a motivé le nouveau débat.

Les membres du CNU participant à la session ne s'expriment pas sur les dossiers de candidats de leur établissement ni sur les candidats dont ils seraient (trop) proches.

Chaque dossier est examiné par deux rapporteurs du CNU, désignés par le bureau, après consultation du bureau élargi. Les rapporteurs ne sont pas les mêmes d'une année sur l'autre (sauf parfois pour nos collègues en didactique, à cause du faible nombre d'experts au sein du CNU26).

Nous attirons l'attention sur les points importants suivants.

1. Le dossier de candidature à une promotion doit contenir un descriptif de l'ensemble de la carrière et **faire apparaître clairement les éléments nouveaux par rapport à la dernière promotion.**
2. En ce qui concerne l'encadrement doctoral, le dossier doit préciser pour chaque encadrement le taux d'encadrement de la thèse, son financement, le devenir du docteur, ses publications.
3. En ce qui concerne les conférences, il doit préciser s'il s'agit de simples participations, de posters, de conférences invitées, ou d'invitations comme conférencier plénier.

Cette dernière rubrique pourrait évoluer et **être associée à un bilan carbone**, un rôle de valorisation des comportements durables que certains verraient plutôt au niveau des laboratoire, mais qui pourrait être conjoint.

De façon générale, chaque élément du dossier doit être décrit de façon suffisamment claire et précise, et lorsque cela est pertinent, par des éléments **chiffrés**, pour permettre sa juste prise en compte par les rapporteurs puis la section.

Les chiffres de la session « promotions » sont résumés dans le tableau 1 ci-dessous.

	MCF HC	MCF EX	PR 1C	PR EX1	PR EX2
Candidats	109	47	69	64	44
dont Candidates	35	17	12	9	6
Contingent	23	15	14	13	8
dont Promues	9	5	3	2	2
Âges min et max des promu.e.s	39-57	53-61	39-52	37-60	47-67

TABLE 1 — *Nombre de candidat.e.s aux différentes promotions et contingents attribués par le ministère.*

Rappelons que le nombre de promotions dans chaque catégorie (appelé « contingent ») est décidé par le ministère.

4.1 Promotions à la hors-classe des MCF

Liste des promus (23) : Benjamin AMBROSIO, Omar ANZA HAFSA, Nicolae CINDEA, Christophe CRAMBES, Christian DAVEAU, Farida ENIKEEVA, Pierre ETORE, Vincent FONTAINE, Irène GANNAZ, Isabelle GREFF, Chloë JIMENEZ, Katrin Stella KRELL, Raphaël LACHIEZE-REY, Sébastien LI-THIAO-TE, Anne Cécile MATHE, Ayman MOUSSA, Edith PETITFOUR, Tabea REBAFKA, Adrien RICHOU, Philippe SAINT-PIERRE, Francisco SILVA ALVAREZ, Ehouarn SIMON, Rym WORMS RAMDANI.

Pour les promotions à la hors-classe, le CNU examine l'ensemble de la carrière des candidats. Outre le travail de recherche et l'activité d'enseignement, un investissement particulier dans le domaine pédagogique ou au service de la communauté scientifique est apprécié. Un des objectifs de ces promotions étant d'offrir une fin de carrière valorisée à des collègues méritants, le CNU est vigilant à une juste répartition des âges des collègues promus.

4.2 Promotions à l'échelon MCF EX

Liste des promus (15) : Michèle ARTAUD, Nabil BEDJAOUI, Jean-Baptiste BURIE, Laure CARDOULIS, Joël CHASKALOVIC, Abdallah EL HAMIDI, Patrick FISCHER, Evans GOUNO, Stéphane JUNCA, Cornel MUREA, Mariane PELLE-TIER, Youchun QIU, Irina ROBERT IGNATIOUK, David TRUJILLO, Frédérique

WATBLED.

L'effectif de cet échelon de la hors classe, créé en 2018, devait au bout de 7 ans représenter 10% de l'effectif du corps des MCF ; nous devons donc avoir atteint la répartition attendue en cette fin 2023. Mentionnons que pour y postuler, il faut pouvoir justifier de 3 ans de service effectif dans le sixième échelon de la hors classe.

Désormais, les promotions proposées résulteront uniquement du flux sortant des promus du corps des MCF, essentiellement par départs en retraites. C'est pourquoi la section a décidé, cette année encore, d'utiliser de façon importante, mais non exclusive, le critère de l'âge pour cette promotion. Il tend à devenir de moins en moins important et a été modulé au vu de l'investissement des candidats dans tous les aspects du métier d'enseignant-chercheur.

4.3 Promotions à la première classe des PR

Liste des promus (14) : Manuela-Valeria BANICA, Guillaume CHIAVASSA, David COUPIER, Yohann DE CASTRO, Arnaud DUCROT, Sahbi KERAANI, Idris KHARROUBI, Claire LACOUR, Jimmy LAMBOLEY, François MALGOUYRES, Pascal MOYAL, Cécile OUVRIER-BUFFET, Edoardo PROVENZI, François SEPTIER.

Pour l'examen des promotions à la première classe des Professeurs, le CNU dégage de chaque dossier de candidature les éléments suivants : domaine scientifique, âge et ancienneté comme Professeur, faits marquants de la carrière, distinctions scientifiques, activité scientifique (nombre et qualité des publications, communications), encadrement doctoral (thèses encadrées et devenir des docteurs), activités éditoriales, direction de projets (type ANR, réseaux européens, GDR...), rapports de thèses ou d'HDR, invitations à l'étranger et dans des conférences internationales, activités et responsabilités pédagogiques, responsabilités diverses (direction d'équipe ou d'établissement, appartenance à différentes commissions...).

Les candidats sont invités à mettre clairement ces éléments en avant dans leur dossier. Le CNU veille à une répartition représentative entre les sous-disciplines (analyse, aléatoire, didactique), ce qui n'exclut pas les dossiers transversaux ou atypiques. Le CNU est attentif à une juste répartition des âges des collègues promus. Etant donné la pression très forte sur ce type de promotion, les candidats qui étaient Professeurs depuis au moins trois ans ont été privilégiés. Cette promotion est clairement celle où l'embouteillage est chroniquement le plus critique, même s'il faut reconnaître que le contingent 2023 était bien supérieur à celui de 2022 (14 au lieu de 11).

4.4 Promotions au premier échelon de la classe exceptionnelle des PR

Liste des promus (13) : Antoine AYACHE, Philippe BERTHET, Jérémie BIGOT, Jean-Baptiste CAILLAU, Fabienne CASTELL, Jean-Paul CHEHAB, Nicolas CURIEN, Thomas DUQUESNE, Jacques FROMENT, Christophe GIRAUD, Gisèle MOPHOU LOUDJOM, Boniface NKONGA, Anthony NOUY.

Le CNU attend des candidats à une promotion au premier échelon de la classe exceptionnelle qu'ils se soient particulièrement distingués dans les différentes missions d'un Professeur des universités, que ce soit par l'excellence de leurs travaux de recherche, ou par le rôle majeur qu'ils jouent dans la communauté scientifique, en termes d'encadrement, de diffusion, et de structuration de la recherche. Le conseil est attentif à une juste répartition des âges des collègues promus et a privilégié les candidats qui étaient Professeurs de 1ère classe depuis au moins trois ans.

4.5 Promotions au second échelon de la classe exceptionnelle des PR

Liste des promus (8) : Béatrice BONNEAU LAURENT, Bruno DESPRES, Alberto FARINA, Francis FILBET, Nicolas FOURNIER, Pascal FREY, Emmanuel GOBET, Anne NOURI STAHL.

Parmi les candidats dont le dossier démontre une activité soutenue dans les différentes missions des Professeurs d'université, le critère essentiel pour le changement d'échelon est l'ancienneté dans la classe exceptionnelle, suivi de l'âge. Les candidats à cet échelon sont invités à accorder à leur dossier le soin requis pour permettre aux rapporteurs d'en faire une lecture autonome.

4.6 Promotions hors CNU

Le bilan des promotions locales pour l'année 2023 n'est pas encore disponible. En 2022, il y a eu comme promotions locales :

Promotions MCF Hors classe (20) : Caroline BAZZOLI, Florent BONNEU, Caroline BULF, Thomas CLUZEAU, Thierry DELMOTTE, Fabrice DERRIEN, Boris DETIENNE, Maxime FEVRIER, Philippe GARAT, Emmanuelle GAUTHERAT, Aissa GUESMIA, Aude ILLIG, Nicolas KLUTCHNIKOFF, Vanessa LLERAS, Olivier MARCHAL, Sebastian MULLER MUELLER, Katia MEZIANI MULLER, Laurent NAVORET, François SIMENHAUS, Sylviane WEY.

Promotions MCF échelon exceptionnel (8) : Alexis BIENVENUE, Laurence CHERFILS, Nathalie CHEZE, Myriam FRADON, Philippe HEINRICH, Jean-Sébastien LE BRIZAUT, Laurent MONIER, Fabienne OUDIN-DARDUN.

Promotions PR 1ère classe (10) : Paul ARMAND, Mikael BARBOTEU, Daniel BOVIN, Vincent BRUNEAU, Jean-François COEURJOLLY, Gabriele FACCIOLO, Magalie FROMONT, Céline LACAUX, Yannick PRIVAT, Laura TEMIME.

Promotions PR Classe Exceptionnelle, 1er échelon (12) : Hermine BIERME, Charles BOUYEYRON, Christophe CHALONS, François CLAUTIAUX, Ionut DANAILA, Jean-Stéphane DHERSIN, Daniele DI PIETRO, Naila HAYEK ABOU CHAHINE, Sophie LAMBERT-LACROIX, Laurent LEFEVRE, Mohamed LEMDANI, Mihai MARIS.

Promotions PR Classe Exceptionnelle, 2ème échelon (11) : Christophe BERTHON, Myriam DUCRET COMTE, François DUBOIS, Arnaud GUILLIN, Marc HOFFMANN, Christian KLEIN, Sophie MERCIER, Florence MERLEVEDE, Jérôme RENAULT, Christophe SABOT, Armen SHIRIKYAN.

5 Bilan de la session Prime Individuelle

La session Prime Individuelle du CNU26 s'est tenue les 30, 31 août et 1^{er} septembre à l'Université Paris Cité, Campus Saint-Germain des Prés. Mais précisons d'abord de quoi il s'agit.

La Prime Individuelle aussi appelée RIPEC₃ ou Prime C₃ fait partie de la LPR (Loi de Programmation de la Recherche) qui comporte un volet "Régime Indemnitaires des Personnels Enseignants et Chercheurs" (RIPEC) à trois composantes :

1. La Prime C₁, ou RIPEC₁, est l'ancienne Prime d'enseignement supérieur attribuée à tous les EC. Elle a été revalorisée à 2800 Euros annuels pour tous les EC en 2022 (elle était de 1200 Euros annuels en 2020), ce qui suivait bien la trajectoire annoncée. Cependant, en 2023, elle aurait dû être de 3800 Euros sur l'année, et n'a finalement été que de 3500 Euros, révision à la baisse afin de compenser, vraisemblablement, les frais de chauffage de nos établissements.
L'objectif affiché était d'atteindre 6400 Euros/an en 2027. Il est difficile de savoir si la promesse sera tenue, mais ne boudons pas cette augmentation appréciable. Cette prime est versée de façon automatique et mensualisée.
2. La Prime C₂, ou RIPEC₂, est une prime de fonction, attribuée par les établissements pour des fonctions ou des responsabilités spécifiques. Il y a trois groupes de responsabilités, avec des montants plafonds différents mais pas de plancher. On dirait volontiers qu'ici, l'opacité règne. La syn-

thèse même à plus long terme sera difficile tant les stratégies d'établissements sont disparates.

3. **La Prime Individuelle, ou prime C3, ou RIPEC3** : c'est celle qui nous intéresse ici. Elle est attribuée sur demande de l'EC, **par le chef d'établissement** (seul décisionnaire, si tel est son désir¹), pour une durée de **trois ans**, après un avis (facultatif) du CNU puis un avis d'une commission de l'établissement. Certaines sections du CNU ont refusé d'examiner les dossiers en 2023.

Beaucoup d'efforts de décryptage des décrets ont été faits en 2022 pour comprendre les attendus, mais de nouveaux décrets sont venus les modifier pour 2023. Voici donc les principes de l'exercice cette année. Tout d'abord, notons comme l'an passé que, même si cette prime remplace la PEDR, il ne s'agit plus d'une prime de recherche ; plutôt d'une prime d'activité. Ensuite, l'année de carence, instaurée en 2022, a été supprimée, ce qui peut expliquer l'augmentation du nombre de dossiers. Les candidats doivent rendre compte, dans leur dossier, des activités des **quatre** années précédentes, suivant une trame fournie par le ministère. Les modalités finales de décision et les montants (le plancher est de 3600 Euros/an, le plafond autour de 12000 Euros/an) sont inconnus pour le moment. Ils différeront selon les établissements. Enfin, les primes devaient commencer au 1^{er} janvier de l'année de la demande (donc être rétroactives sur presque un an), mais la date, pour les EC, a été modifiée au 1^{er} octobre. Ce sont 10 mois d'économisés au dépend des EC, mais on conçoit que l'organisation était bien complexe dans le cadre précédent. Néanmoins, pour les chercheurs, dont le régime indemnitaire est régi par le même texte, la date est restée au 1^{er} janvier.

Chaque section du CNU doit attribuer à chaque candidat **une seule mention globale**, « Très Favorable = A », « Favorable = B » ou « Réservé = C », après expertise du dossier par deux rapporteurs. C'est une évolution par rapport à l'an dernier où 3 notes A, B, C devaient être données, suivant des critères de pédagogie, recherche, et investissement administratif. L'évaluation est faite sur la période des quatre dernières années. En cas de congé maternité ou de maladie pendant cette période, l'appréciation porte sur les cinq années précédentes (plus s'il y a plusieurs congés dans la période). Il n'y a aucun quota contraignant sur les lettres attribuées.

Ensuite, on pouvait, pour préciser le titre auquel la prime peut être accordée, cocher une case parmi les six missions des EC telles que listées dans l'article L. 123-3 du code de l'éducation, à savoir :

1. « Un chef, c'est fait pour cheffer », maxime apocryphe.

1. La formation initiale et continue tout au long de la vie;
2. La recherche scientifique et technologique, la diffusion et la valorisation de ses résultats au service de la société. Cette dernière repose sur le développement de l'innovation, du transfert de technologie lorsque celui-ci est possible, de la capacité d'expertise et d'appui aux associations et fondations, reconnues d'utilité publique, et aux politiques publiques menées pour répondre aux défis sociétaux, aux besoins sociaux, économiques et de développement durable;
3. L'orientation, la promotion sociale et l'insertion professionnelle;
4. La diffusion de la culture humaniste, en particulier à travers le développement des sciences humaines et sociales, et de la culture scientifique, technique et industrielle;
5. La participation à la construction de l'Espace européen de l'enseignement supérieur et de la recherche;
6. La coopération internationale.

Existaient aussi

7. une case : « Article 3, alinéa 7 du décret no. 84-431 du 6 juin 1984 (Concours apporté à la vie collective des établissements) »,
8. une case « Toutes les missions ».

Ces critères ont paru inappropriés au bureau du CNU26, et inutilisables pour la prise de décision; des discussions ont donc été menées pour trouver comment procéder. Voici à quoi nous avons abouti.

Le CNU26 a décidé de cocher la case « toutes les missions » pour tous les candidats de la section.

Le CNU26 a choisi d'évaluer les dossiers de demandes de prime suivant les critères :

1. Publications (qualité et quantité)
2. Encadrement doctoral et/ou administration de la recherche,
3. Diffusion, rayonnement et/ou vulgarisation,
4. Responsabilités et/ou implication pédagogiques, investissement dans l'administration locale.

Dans la case « éléments d'appréciation » de l'application, nous avons reporté, pour tous, ces deux principes généraux.

Pour chaque dossier, nous avons donc demandé aux deux rapporteurs de quantifier au mieux ce qui était bien ou très bien évalué dans chacun des 4 items,

et nous avons mis une phrase traduisant cette éventuelle appréciation. Cette appréciation est destinée à souligner des éléments positifs.

L'ensemble de ces préliminaires nous ont conduits à une note globale du type attendu : « Très Favorable = A », « Favorable = B » ou « Réservé = C ».

Nous voulons souligner que le texte de loi parle principalement d'avis « Très favorable », « Favorable » ou « Réservé », alors que l'interface Galaxie ne fait apparaître que des notes A, B, C. Beaucoup de membres du CNU ont estimé qu'un avis favorable était beaucoup plus positif qu'une note B. Il faudrait donc mettre l'application informatique en accord avec le texte de loi, car cela pourrait avoir un effet bénéfique sur les prises de décisions et sur les collègues évalués.

Cette année, contrairement à 2022, le CNU examine les dossiers avant les établissements, et les avis ont été rendus avant le 13 septembre. Si l'avis n'est pas rendu, il est « réputé rendu », d'après le texte du décret, et, s'il existe, l'établissement peut en tenir compte ou non.

5.1 Critères indicatifs

Nous donnons ici des précisions sommaires sur les rubriques :

1. « Publications » = publications et productions scientifiques, logiciels, brevets, packages, proceedings... La quantité et la qualité sont prises en compte. Un nombre excessif de travaux, dont une part significative dans des revues dites *prédatrices*, est perçu de façon négative.
2. « Encadrement doctoral et/ou administration de la recherche » regroupe
 - (a) Doctorants, devenir des doctorants, production des doctorants
 - (b) Animations de la recherche, responsabilités d'équipes, de séminaires
 - (c) Contrats de recherche dans le cadre d'AAP ou autres
3. « Diffusion et.ou Rayonnement » regroupe
 - (a) Innovation et transfert
 - (b) Expertises en tout genre (Comités de sélection externes, jurys de thèse, activités éditoriales, CNU)
 - (c) Diffusion du savoir (sociétés savantes, vulgarisation, organisation de colloques ou conférences, participation à des réseaux de recherche, invitations dans des universités étrangères)
4. « Responsabilités et/ou implication pédagogiques, investissement dans l'administration locale » regroupe
 - (a) Responsabilités pédagogiques (direction, animation, montage de formations, notamment à l'international, fabrication et utilisation de

ressources pédagogiques, soutien à l'orientation, soutien à la promotion sociale et à l'insertion professionnelle, soutien à l'entrepreneuriat, etc). Responsabilités de filières ou de cours à gros effectif.

- (b) Responsabilités et mandats locaux (participation aux conseils centraux (rôle, missions...)). Participation aux conseils de composantes, de laboratoires, aux ED, ...

5.2 Fonctionnement de la section

L'examen des dossiers de demande de prime a donc eu lieu sur trois jours : 1 jour pour les demandes PR le 30 août et deux jours pour les demandes MCF le 31 août et le 1^{er} septembre.

Les membres du CNU présents ne s'expriment pas sur les dossiers de candidats de leur établissement ni sur les candidats dont ils seraient (trop) proches.

Le bureau de la section a nommé deux rapporteurs par dossier : le premier rapporteur est dans la spécialité du candidat, le second rapporteur « géographique », deux lots géographiques ont été faits pour les établissements dont le nombre de candidats étaient plus importants

Les membres du CNU26 eux-mêmes candidats à la prime ne siègent pas pour la session correspondant à leur corps (des PR candidats ont siégé aux journées MCF, ce dont nous leur sommes reconnaissants).

Les rapporteurs ont renvoyé leurs évaluations, indépendamment, pour les quatre rubriques et pour l'appréciation globale. Un tableau récapitulatif en a résulté. Sur cette base, la section pour chaque session (PR le 30/08 et MCF le 31/08, 01/09) a procédé en trois temps.

1. Une douzaine de dossiers ont été étudiés en détail par la section. Les dossiers avaient été choisis avec des évaluations présentant des discordances entre les rapporteurs, et sur un établissement donné; les présentations ont permis à tous de discuter et de calibrer les principes généraux d'appréciation.
2. Un temps de discussion a ensuite été laissé pour que, sur chaque dossier, les rapporteurs échangent leurs avis deux par deux, discutent de chaque cas, se mettent d'accord sur les évaluations puis les communiquent au bureau.
3. La suite du temps disponible a été consacré à un ré-examen de l'ensemble des dossiers regroupés par établissement, pour vérifier la cohérence des retours pour ces groupes.

L'an passé, la comparaison des dossiers par groupe géographique s'était révélée très utile et efficace et a amené le bureau à ré-instaurer des rapporteurs géographiques (comme cela se faisait lors du mandat précédent pour la PEDR).

5.3 Résultats finaux de la session RIPEC3 2022

Un tableau récapitulatif a été transmis par le bureau de la CP-CNU au bureau du CNU26, présentant les décisions finales prises par les établissements à l'issue de la première campagne de prime individuelle, fin 2022. Ce tableau ne comporte pas les noms des collègues concernés, mais seulement le corps, le genre, l'établissement, les deux triplés de notes rendus par l'établissement d'une part et par le CNU d'autre part, ainsi que la décision d'attribution ou non de la prime.

Sur 386 candidats en 2022, 166 ont obtenu une prime soit 43% de taux de succès. Aucun montant n'est précisé. Par comparaison, le taux de succès global de la PEDR en 2021 fut de 41.6% (une mauvaise année), celui de 2020 de 44.4%. Globalement donc, il peut sembler que le taux de succès bouge peu.

Cependant, rapportées aux deux corps, les choses sont différentes :

- le taux de succès des MCF n'est que de 36.4% (92 primes MCF pour 253 candidats)
- le taux de succès des PR est de 55.6% (74 primes PR sur 133 candidats).

Il est possible que les PR, plus exposés, soient plus fragilisés par un refus et se censurent davantage, les dossiers présentés seraient alors plus forts. Il est possible aussi que, mieux représentés ou plus influents dans les instances, il soit plus compliqué de leur dire "non".

Pour comparaison, grâce aux quotas par corps dans le régime PEDR, les taux de succès MCF et PR étaient comparables (en 2021, 41.4% pour les PR et 42% pour les MCF; en 2020, 41.3% pour les PR et 46.5% pour les MCF). Aucune contrainte sur les résultats par corps ne figure plus dans les textes.

Le taux de succès des femmes pour la prime 2022 est globalement de 44.1% (44 sur 118), mais de 37.1% en MCF (33 sur 90) et de 67.8% en PR (19 sur 33).

Enfin, 72 candidats évalués avec 3A par le CNU (35 MCF et 37PR) et 134 candidats si on ajoute les 2A-1B, ont obtenu la prime, tandis que 19 candidats évalués 3A par le CNU ne l'ont pas obtenue (12 MCF et 7 PR).

5.4 Résultats partiels de la session RIPEC3 2023

Il y a eu cette année 278 candidats MCF (251 l'an dernier), 187 hommes et 91 femmes, et 160 candidats PR (133 en 2022), 126 hommes et 34 femmes; pour

comparaison 177 MCF et 140 PR demandaient la PEDR en 2021. Le nombre de dossiers est en augmentation, l'année de carence instaurée l'an passé et supprimée cette année peut en être en partie responsable. L'autre élément, c'est que cette prime n'est plus une prime exclusivement de recherche et peut concerner davantage de collègues.

Les résultats globaux sont donnés dans la Table 2. Globalement, 341 dossiers sur 438 ont obtenu un avis favorable ou très favorable (soit 78%), et sont donc susceptibles d'obtenir la prime individuelle.

	MCF		PR		Global	
	Tout	Femmes	Tout	Femmes	Tout	Femmes
Très Fav.	110 36.6%	31 34%	75 49.6%	18 52.9%	185 42.2%	49 39.2%
Fav.	98 35.2%	33 36.3%	58 36.3%	11 32.4%	156 35.6%	44 35.2%
Réservé	70 25.2%	27 29.7%	27 16.8%	5 14.7%	97 22.2%	32 25.6%

TABLE 2 — Résultats de la session prime 2023, pour l'avis global.

5.5 Recommandations aux candidats à la Prime Individuelle

Le CNU26 conseille aux candidats d'être **attentifs à la période d'évaluation**. Chaque rapporteur a eu beaucoup de dossiers, particulièrement cette année : nombre en augmentation, et effectif CNU26 réduit pour cause de déport obligé des membres eux-mêmes candidats. Le travail devient lourd et difficile quand l'information doit être triée par le rapporteur, parce qu'elle concerne l'ensemble de la carrière, ou que les dates ne sont pas clairement indiquées. Cela a indéniablement nui aux dossiers concernés.

A contrario, il est important de noter qu'un congé de maternité pendant les 4 années précédant la candidature *conduit à prendre en compte l'activité sur une période de 5 ans au lieu de 4*. Les candidates **doivent en tenir compte dans la constitution de leur dossier**, et notamment donner des informations sur l'année supplémentaire.

La rédaction des dossiers doit être soignée et raisonnablement précise, les responsabilités doivent être expliquées afin que le rapporteur soit bien informé ;

certaines responsabilités très importantes présentées en une ligne, et relevant d'une terminologie spécifique à l'établissement d'exercice, peuvent être mal évaluées par le rapporteur. Des chiffres (effectifs de cours, d'équipe, budgets) sont souvent utiles. Et répétons-le : des dates sont **indispensables**.

La prise en compte des conférences a de nouveau été discutée : les impératifs des bilans carbone à alléger doivent nous pousser à éviter les aller-retours lointains (donc en avion) et très brefs. Le prochain CNU devra peut-être demander qu'apparaissent dans les dossiers les efforts fournis en la matière (par exemple, voyages en train même quand le déplacement dure plusieurs heures).

6 Bilan de la session de Repyramidage 2023

6.1 Données générales

La session « Repyramidage » s'est tenue le 20 juin 2023, à Paris, Campus Saint-Germain des Prés de l'Université Paris Cité.

Les 13 établissements concernés par ces postes en promotion interne cette année, avec 1 seul poste à chaque fois, mais potentiellement publié également en section 25, sont :

- L'Université de Besançon, 4 candidats,
- L'Université de Caen, 4 candidats,
- L'Université de Corte (commun 25-26), 1 candidat,
- L'Université de La Rochelle, 3 candidats,
- L'Université du Mans, 1 candidat,
- L'Université Lyon 1, 4 candidats,
- L'Université Montpellier 3, 1 candidat,
- L'Université d'Orléans, 5 candidats,
- L'Université Paris Nanterre, 2 candidats,
- Sorbonne Université (commun 25-26), 9 candidats,
- L'Université Toulouse 3, 7 candidats,
- L'Université de Nice Côte d'Azur, 7 candidats,
- L'Université Versailles Saint Quentin, 3 candidats.

Il y a eu pour l'ensemble de ces postes 51 candidats, dont 26 femmes. La campagne de recrutement pour les postes standard n'étant pas achevée, tous les dossiers ont été examinés.

Une sous-commission spéciale de 18 membres rang A du CNU26 a été constituée pour participer à cette session : nous avons pris garde à ce qu'aucun de ses membres ne fasse partie d'établissements ni de laboratoires concernés par la procédure.

Les avis à rendre sont cette année restreints à deux rubriques évaluées par :
– A = Très Favorable, – B = Favorable, – C = Réservé,

concernant l'« Aptitude professionnelle » et les « Acquis de l'expérience professionnelle ». La différence entre les deux rubriques est tenue : nous avons considéré que l'« Aptitude professionnelle » concernait plutôt le futur et le potentiel, tandis que les « Acquis de l'expérience professionnelle » se référaient plutôt aux activités développées jusqu'à ce jour.

Ces deux critères nous paraissant obscurs nous avons cherché à préciser notre lecture des dossiers et demandé aux rapporteurs d'évaluer les 4 items : 1) Publications (qualité et quantité) 2) Encadrement doctoral et/ou administration de la recherche, 3) Diffusion, rayonnement et/ou vulgarisation, 4) Responsabilités et/ou implication pédagogiques, investissement dans l'administration locale. Les spécifications sont similaires à celles données pour la prime (voir section 5.1). De façon similaire, nous avons utilisé la case « éléments d'appréciation » pour préciser cela et faire remonter pour chaque dossier, ce qui pouvait être souligné comme de bonne ou très bonne qualité.

Enfin, nous avons déjà mentionné lors de la session précédente qu'il était étonnant que l'âge et l'ancienneté des candidats ne jouent pas de rôle dans la procédure, alors que c'est un paramètre d'intérêt, et nous avons essayé de le prendre en compte.

6.2 Fonctionnement de la section

Le bureau de la section a nommé deux rapporteurs par dossier : le premier rapporteur est dans la spécialité du candidat, le second rapporteur « géographique », deux lots géographiques ont été faits pour les établissements dont le nombre de candidats étaient plus importants.

Cette année, le CNU est le premier à étudier les dossiers, et son avis reste facultatif.

Les dossiers ont été étudiés par établissement, et le débat a permis de confronter les évaluations disciplinaires dossier par dossier, et l'évaluation plus globale du groupe géographique en valeurs relatives. Ce mode d'étude s'est révélé intéressant et efficace.

La frontière entre **A** et **B** est souvent difficile, et les dossiers sont en général d'excellente qualité. Les résultats sont donnés dans la Table 3.

	Aptitude Pro.	Acquis Exp.
A	37	33
B	10	18
C	4	0

TABLE 3 — Résultats des évaluations de la session Repyramidage 2023.

6.3 Fin de la procédure

Pour ce qui est de la suite de la procédure, les textes précisent que les établissements doivent à leur tour expertiser les dossiers, et nommer pour cela un comité de 4 collègues, deux de l'établissement et deux de la discipline qui peuvent être extérieurs. Ce comité pourra auditionner jusqu'à 4 candidats, puis exprimer des avis sur les dossiers. La décision est prise par le chef d'établissement².

Cette année encore, nous avons produit un travail et une évaluation sur des rubriques mal définies, aboutissant à des couples de lettres peu adaptés au processus d'aide à la décision. Il est vraisemblable qu'un comité de sélection convenablement constitué (mais le point délicat serait là) et semblable à ce qui se fait pour les postes standard, aurait occasionné un travail moindre, mieux ciblé, plus efficace et beaucoup plus rapide.

Néanmoins, dans le cadre de la procédure actuelle, nous pensons qu'il est de l'intérêt de tous que le CNU soit consulté lors de ces opérations sensibles de promotion interne : l'expertise externe qu'il fournit dans un cadre global gagne en objectivité, et permet une évaluation par les pairs, et des discussions sérieuses et sereines sur les dossiers.

6.4 Résultats 2022

Le bureau n'a pas eu connaissance d'une liste officielle des collègues promus à l'issue de la procédure mise en place en 2022, mais on peut la déduire des documents disponibles dans Galaxie, avec l'année de reclassement (certains avancements étaient donnés au titre de l'année 2021, et d'autres au titre de l'année 2022) :

CNAM : Ndeye NIANG (2021); Université Lyon 1 : Louis DUPAIGNE (2021); Université de Nantes : Frédéric LAVANCIER (2022); Université Paris Nanterre : Laurent MENARD (2021); Université Paris 12-Créteil : Frédéric CHARVE (2022) et Rejeb HADIJI (2021); Université de Saint-Etienne : Olivier BODART (2022);

2. Voir la précédente note de bas de page.

INSA de Toulouse : Aude RONDEPIERRE (2021); Université de Marseille : Guillemette CHAPUISAT (2022) et Michel CRISTOFOL (2022); Université Grenoble Alpes : Boris THIBERT (2022); Université de Lille : Guillemette MAROT BRIEND (2022).

Conclusion

Tout d'abord, la présidente souhaite remercier l'UFR de Mathématiques et Informatique de l'Université Paris Cité, Campus Saint-Germain qui nous a prêté gracieusement des locaux et permis d'accueillir les réunions à Paris centre et dans de bonnes conditions.

Ensuite nous voulons insister auprès des candidats sur le fait que, même s'ils sont à l'usage du seul Conseil, des rapports sont bien écrits sur chaque dossier. Il est donc courtois de la part des candidats de prêter attention à la rédaction des dossiers, à leur précision ainsi qu'aux consignes en vigueur pour chaque demande. Deux rapporteurs les liront avec attention et en rendront compte à l'ensemble de la section.

La mandature a été émaillée de nombreuses difficultés : une importante grève (souvenez-vous, elle était « perlée ») des transports en 2019, la crise COVID en 2020 et 2021 (replanifier toutes les réunions en 2020, prévoir des protocoles hybrides sur une partie de 2021), la parution de décrets autour du 24 décembre pour modifier considérablement les procédures en 2021 et 2022, le péril sur le contingent national d'avancements menacé de disparition au profit de décisions relevant exclusivement des établissements, les grèves liées à la réforme de retraites en 2022 et 2023. On n'en avait pas conscience : pour organiser des réunions, il faut que le rassemblement soit raisonnable du point de vue sanitaire, et que tout le monde puisse et veuille se déplacer.

La mandature a connu également beaucoup de changements, effectifs ou projetés, dans l'ensemble des procédures. Faisons la liste de toute ce qui s'est passé :

- La qualification PR a été supprimée pour tous les EC titulaires.
- La procédure d'avancement a subi une menace délétère, il faudra rester vigilants pour la préserver, la mobilisation pour s'opposer à la perte du contingent national a évité le changement.
- La PEDR, prime de recherche assortie de quotas, a été remplacée par une prime individuelle (RIPEC3) qui peine à définir ce qu'elle récompense; les modalités complexes pour les évaluations associées à cette nouvelle prime, publiées en 2021 pour la campagne 2022, ont été modifiées fin 2022 pour la

campagne 2023. Les protestations contre les quotas (20%-30%-50%) étaient nombreuses, mais tous les collègues en 20% et les deux tiers des 30% obtenaient la prime, en section 26. Dans la nouvelle procédure, le CNU est consultatif, les avis demandés sont dépourvus de quotas mais difficiles à exploiter, et on a vu apparaître la mention : « En l'absence d'avis du CNU, celui-ci est réputé rendu ». Quelle évolution fin 2023 pour 2024 ? Une chose est sûre : la procédure a fait perdre un temps colossal à beaucoup de monde : il faut tout de même écrire 4 rapports par dossier, 2 au CNU et 2 dans l'établissement, puis cocher des cases absconses et enfin prendre des décisions. Certains mathématiciens commencent à développer des modèles et faire des calculs permettant de mettre en évidence les contradictions du dispositif en regard des objectifs annoncés (45% de bénéficiaires en régime de croisière)³.

- La procédure de repyramidage a été mise en place, et devrait se poursuivre pour deux ans encore. Elle suscite le même type de remarques, concernant les modalités d'évaluation, que la prime, mais le nombre de dossiers étant bien moindre, la charge reste supportable. Elle est assortie de la même mention d'avis « réputé rendu » dans le cas où le travail ne serait pas fait par le CNU, et de la même idée que les établissements disposent de ces avis sans aucune obligation d'en tenir compte.
- Le suivi de carrière, au contraire de tout le reste, n'a pas évolué et n'a donc pas été mis en place en section 26. Aucune réponse n'a été donnée à nos questions sur ses objectifs réels. Il se murmure qu'il pourrait disparaître : une nouvelle procédure le remplacera-t-elle ?

On le voit, les évolutions sont considérables, et la question de l'équilibre entre le local et le national est importante. Les établissements, ou du moins certains d'entre eux, veulent avoir la main pour prendre des décisions et gérer ceux qu'ils considèrent désormais comme leurs ressources humaines : nous, les enseignants-chercheurs ; nous qui endossons tant de responsabilités administratives (d'ailleurs, où sont-elles, dans la liste de nos missions ?). Mais ne risquons-nous pas, alors, de perdre notre liberté intellectuelle ? Celle-là même qui est au cœur de l'activité de recherche et des principes éthiques sur lesquels on fait désormais prêter serment aux nouveaux docteurs – *en même temps*, on n'est pas à un paradoxe près. Et malheureusement pour les établissements, avoir la main, en période de contraintes budgétaires défavorables, c'est aussi être le responsable des restrictions et des refus.

3. Voir le texte d'Olivier Garet « Arithmétique des primes pluri-annuelles », août 2023, publié dans ce numéro en page 37.

Nous voulons redire que le CNU26 a des missions importantes pour notre communauté, et qu'il est un élément très important qui nous relie nationalement. Il est collégial, et transparent, le présent compte-rendu en est la preuve. Il doit être représentatif de notre communauté pour mener des évaluations ou des travaux justes. Il va changer en grande partie, grâce à son renouvellement cette année, et c'est une garantie de sa pluralité.

Enfin, le CNU aussi doit s'emparer des critères de développement durable dans certaines des rubriques évaluées. La réflexion a commencé, elle doit devenir concrète pour valider et/ou faire évoluer certaines des façons d'évaluer, notamment en ce qui concerne nos déplacements.

Nous ne doutons pas que le nouveau CNU saura s'emparer avec justesse et efficacité de ses missions, et représenter notre communauté. Nos vœux l'accompagnent pour les tâches ardues qui l'attendent.

SMAI MEMBERS:

SIAM membership includes applied mathematicians and computational and data scientists working in academia, industry, government, and labs.

JOIN SIAM NOW AND GET 25% OFF

As a SIAM Member, you'll get:

- Subscriptions to *SIAM News*, *SIAM Review*, and *SIAM Unwrapped* e-newsletter
- Discounts on SIAM books, journals, and conferences
- Eligibility to join SIAM Activity Groups, vote for or become a SIAM leader, and nominate or be nominated as a SIAM Fellow
- The ability to nominate students for free membership

You'll Experience:

- Networking opportunities
- Access to cutting edge research
- Visibility in the applied mathematics and computational science communities
- Career resources

You'll Help SIAM to:

- Increase awareness of the importance of applied and industrial mathematics
- Support outreach to students
- Advocate for increased funding for research and education

“SIAM is the premier professional society for applied and industrial mathematicians. SIAM engages members at all levels through its student chapters, conferences, journals, prizes and awards programs, and member-driven activities. We welcome new members, ideas, and volunteers and are excited to continue growing our service to the community.”

— Sven Leyffer, SIAM President,
Argonne National Laboratory



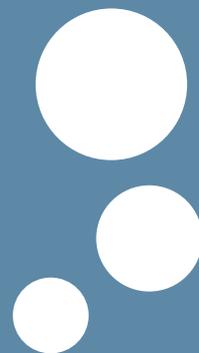
Join SIAM today at siam.org/joinsiam

SMAI members who live outside the U.S. get a reciprocal member rate that is 30% less than the regular member rate. And if you join by December 31, 2023, you'll get an additional 25% off your membership when you enter promo code **MBNW24SM** at check out.

**SAVE
30%**
PLUS AN
ADDITIONAL 25%
WITH CODE **MBNW24SM**

siam | Society for Industrial and
Applied Mathematics

Arithmétique des primes pluri- annuelles



par :

*Olivier GARET — Université de Lorraine, Institut Élie
Cartan de Lorraine.*

Cette courte note étudie les propriétés arithmétiques simples des systèmes d'attribution pluriannuelle des primes, telles qu'elles ont été récemment mises en place dans la population des enseignants chercheurs, avec la PEDR d'une part, avec la composante 3 de la RIPEC d'autre part.

Dans un premier temps, on étudie un premier modèle où toute la population candidate, de manière à mettre en lumière l'effet du caractère pluriannuel de l'attribution : le taux de réussite à une candidature est très différent de la fréquence avec laquelle un individu est bénéficiaire de la prime.

Dans un second temps, on tient compte du fait qu'une partie de la population n'est pas candidate, avec des influences croisées entre le taux de participation à la compétition et le taux de réussite des individus.

À la lumière de statistiques disponibles sur le comportement des agents, nous discuterons la possibilité pour la RIPEC d'entraîner une large part de la population. Nous répondons par la négative et proposons finalement une suppression de la composante 3 de la RIPEC au profit d'une réévaluation de la composante 1 du RIPEC (composante statutaire) – en attendant une réévaluation indiciaire.

1 Un premier modèle

Dans ce premier modèle, on considère une population qui est systématiquement candidate à la prime dès qu'elle en a la possibilité.

Notations :

- n : nombre d'années d'attribution de la prime ;
- q : proportion de la population bénéficiaire de la prime ;

- a : proportion de la population en 1^{ère} année de la prime ;
- p : taux de succès dans la sélection d'une année.

En régime stationnaire, ces quantités sont liées par deux équations simples. D'abord,

$$a = \frac{q}{n}. \quad (1)$$

En effet, les bénéficiaires sont également répartis entre les première, deuxième,..., n -ième année de la prime. On a également l'équation de stationnarité :

$$a = (1 - (n - 1)a)p. \quad (2)$$

En effet, pour être en première année de bénéfice de la prime, il faut à la fois être susceptible de candidater et être sélectionné. Les personnes qui ne peuvent pas candidater sont celles qui sont en années 1, 2,..., $n - 1$ de la prime : elles représentent une proportion $(n - 1)a$ de la population totale : les candidats sont donc en proportion $1 - (n - 1)a$, d'où l'équation (2).

C'est une relation du premier degré entre les paramètres a et p , que l'on peut résoudre afin d'afficher un paramètre en fonction de l'autre. On a

$$p = \frac{a}{1 - (n - 1)a} \text{ et } a = \frac{p}{1 + (n - 1)p}.$$

Naturellement, on préfère plutôt exprimer les choses en fonction du paramètre q , qui a une signification politique, ce qui nous donne

$$p = \frac{q/n}{1 - \frac{n-1}{n}q} \text{ et } q = \frac{np}{1 + (n - 1)p}.$$

Une dernière quantité a une signification économique et politique, c'est la proportion c de la population qui dépose un dossier chaque année. Cette variable est associée à un coût financier et humain, puisque les dossiers doivent être écrits et doivent être évalués.

On a l'équation

$$c = 1 - (n - 1)a = 1 - \frac{(n - 1)q}{n}$$

2 Application à la PEDR et à la C₃ de la RIPEC

Dans le système de la PEDR, la prime est attribuée pour 4 ans. On a donc $n_{\text{PEDR}} = 4$. Dans une université comme l'université de Lorraine, les *lignes directrices de gestion* (LDG) stipulent que l'université attribuera exactement la prime

aux personnes qui ont obtenu la note A ou B de la part de l'instance nationale d'évaluation (le CNU). Cette instance attribue les notes suivant des contingents fixés par la loi : 0,2 pour la note A, 0,3 pour la note B. On a donc $p_{\text{PEDR}} = 0,5$, puis

$$q_{\text{PEDR}} = \frac{np}{1 + (n-1)p} = \frac{4 \times 0,5}{1 + 3 \times 0,5} = 0,8$$

et

$$c_{\text{PEDR}} = 1 - \frac{(n-1)q}{n} = 0,4.$$

La valeur trouvée pour q_{PEDR} est étonnante et ne correspond pas à l'idée qu'on se fait d'une compétition réputée sélective. On y reviendra ultérieurement. En première instance, il faut avoir présent à l'esprit qu'il y avait une grosse auto-censure et que la population qui participe au concours est bien plus restreinte que la population des enseignants-chercheurs.

Parce qu'elle vise dès le départ à être accessible à toute la population des enseignants-chercheurs, la politique de fonctionnement de la C₃ du RIPEC doit d'emblée maîtriser le coût financier du versement de la prime. Chaque université détermine sa politique, dans le respect de la loi et des lignes directrices de gestion (LDG) ministérielles. Le protocole LPR donne une valeur de référence qui n'oblige pas l'université, mais est utilisée comme référence dans la dotation des universités. Cette valeur de référence est $q_{C_3} = 0,45$, ce qui amènerait, au taux de succès, si tout le monde était candidat, à

$$p_{C_3} = \frac{q/n}{1 - \frac{n-1}{n}a} = \frac{0,1125}{1 - 0,75 \times 0,45} \approx 0,17$$

et

$$c_{C_3} = 1 - \frac{n-1}{n}q = 1 - 0,75 \times 0,45 \approx 0,66.$$

On voit bien que le résultat est absurde : on aurait un système avec un taux de rejet important, mais qui finalement donnerait la prime à près de la moitié des gens, ce qui conduirait les collègues à passer leur temps à faire et à évaluer des dossiers.

3 Un modèle plus réaliste

Chacun aura remarqué la limite évidente du modèle, qui est que tout le monde ne candidate pas aux primes. Le modèle précédent est donc valable dans une sous-population, qui s'estime légitime à participer au concours. Si N est le

nombre total d'enseignants chercheurs et N_{part} l'effectif de cette sous-population, le rapport

$$i = \frac{N_{\text{part}}}{N}$$

représente donc la proportion des EC de l'établissement intégrés dans la dynamique du concours.

La capacité budgétaire de l'établissement, sa politique générale, l'amène à déterminer

$$f = \frac{N_{\text{primes}}}{N}$$

qui est la proportion des bénéficiaires de la prime. Chaque année, le nombre de primes mises au concours est donc

$$N_{\text{primes ann.}} = \frac{N_{\text{primes}}}{n} = \frac{Nf}{n}.$$

Le taux d'accès de la population sous-candidate à la prime est

$$q = \frac{N_{\text{primes}}}{N_{\text{cand}}} = \frac{N_{\text{primes}}/N}{N_{\text{cand}}/N} = \frac{f}{i}.$$

Pour une valeur de n fixé, les variables p, q, f (qui sont évidemment liées) déterminent la politique de l'employeur, qui peut choisir de baser sa communication publique sur la variable f ou sur la variable p . Ces variables sont liées à la variable i qui représente l'inclusion des agents dans le processus de compétition.

Il faut noter que les équations données sont dans le modèle à l'équilibre; les interactions entre les variables se font dans les deux sens. S'il est évident que le taux de succès des candidatures ou le nombre de primes offertes influe sur le nombre de personnes qui acceptent d'entrer dans le processus de candidature, l'inverse peut être vrai : la confiance dans la soutenabilité financière de la politique PEDR pour les universités qui donnaient systématiquement une prime pour les notes A et B est basée sur l'hypothèse du maintien de l'auto-censure des candidatures, héritée de l'ancienne PEDR qui existait avant la LRU. En effet, comme on l'a vu, si tout le monde avait candidaté, il aurait fallu payer une PEDR à 80% des enseignants-chercheurs, alors que la PEDR bénéficiait à seulement à peu près 20% des enseignants-chercheurs. Ceci peut expliquer qu'un certain nombre d'universités, parfois très réputées, aient choisi de sortir du processus national d'évaluation, pour éviter la situation désagréable qu'ont connu de nombreux personnels qui n'ont pas eu la PEDR malgré une bonne évaluation nationale (le taux de réussite observé à la PEDR est 44% [4, 5], et pas 50%, vraisemblablement pour des questions de budget).

La communication du ministère et des universités insiste sur le fait qu'une prime que touchera 45% des gens remplace une prime que ne touchent que 20%. En réalité, la limitation théorique de l'ancien dispositif étant à 80%, on peut imaginer qu'on aurait pu faire monter ce taux bien plus haut que 45% en élargissant (comme on le fait avec la RIPEC) la liste des motifs de prime et en donnant le budget nécessaire aux établissements, comme on le fait avec la RIPEC.

On peut donc, sans trop de risque, conjecturer que le but premier de la réforme, n'est pas d'augmenter le nombre de bénéficiaires, mais d'augmenter la valeur de i qui représente la part de la population qui « joue le jeu ».

4 Inclusion des EC dans le mécanisme de la PEDR

On peut essayer d'estimer cette part pour la PEDR. Suivant la note [5] de la DGRH de février 2022, 11790 enseignants-chercheurs bénéficiaient alors de la PEDR, alors que, selon le panorama 2021 de la DRH [1], la filière universitaire et la filière hospitalière cumulent 54293 emplois, ce qui permet d'estimer $f_{\text{PEDR}} = 22\%$. Comme $p_{\text{PEDR}} = 0,44$, on a $q_{\text{PEDR}} = \frac{4 \times 0,44}{1 + 3 \times 0,44} \approx 0,76$, ce qui mène à l'estimation

$$i_{\text{PEDR}} = \frac{f_{\text{PEDR}}}{q_{\text{PEDR}}} = 0,29.$$

Un autre calcul possible pour estimer la population investie dans le dispositif PEDR est de cumuler le nombre de candidats une année donnée avec les 3/4 des bénéficiaires. Cela donne l'estimation légèrement différente

$$i_{\text{PEDR}} = \frac{0,75 \times 11790 + 6740}{54293} = 0,34.$$

Les deux nombres sont suffisamment proches pour qu'on retienne qu'un universitaire sur trois était mobilisé dans le mécanisme de candidature à la PEDR. On peut noter que ces deux estimations sont proches du rapport candidats/-promouvables observé au moment des campagnes d'avancement de grade (34% pour la campagne 2022 [2]).

5 Prospective

La création de la composante 3 du RIPEC entend changer la donne, et le résultat de la première campagne d'attribution des primes va dans ce sens puisque le nombre de candidats à la RIPEC en 2022 était 11500 [3], soit une augmentation de 70% par rapport au nombre de candidats à la PEDR en 2021 (6740).

Le taux de référence de 0,45 n'a sans doute pas été choisi au hasard : proche de 0,5, il laisse entendre qu'on a une chance sur deux de sortir victorieux de l'épreuve, alors que nous avons montré qu'à cause du caractère pluriannuel d'affectation de la prime, avec une cible $f = 0,45$, le taux de réussite sur une année si tout le monde est candidat est de 0,17

Je fais l'hypothèse que le comportement des personnes est davantage influencé par la valeur de p que par la valeur de f , car la plupart des gens sont plus affectés par leurs échecs qu'ils ne sont motivés par les perspectives de réussite sur le long terme. Les valeurs des taux de promotion, de prime sont peu connues des collègues ; c'est l'expérience sensible qui compte et il n'est pas rare de voir des collègues céder au découragement après deux échecs consécutifs aux campagnes de promotion.

Je fais donc l'hypothèse qu'il existe une valeur critique p_{crit} minimale d'acceptabilité du succès, et que l'inclusion maximale des personnels dans la dynamique de la prime est donnée par l'équation

$$i_{\text{max},C_3} = \frac{f}{q_{\text{crit}}} = f_{C_3} \left(\frac{1}{4p_{\text{crit}}} + \frac{3}{4} \right).$$

Rappelons que le taux de succès à la PEDR était 0,44. Si on se reporte aux statistiques 2022 pour les avancements de grade, on a un taux de succès, tous grades et tous corps EC confondus de 0,49, avec une différence entre les maîtres de conférence (0,58) et les professeurs (0,39). Il n'est pas étonnant que l'acceptation du risque soit plus grande chez celles et ceux qui occupent les positions les plus élevées.

Si on accepte en première approximation la valeur $p_{\text{crit}} = 0,5$, cela donnerait

$$i_{\text{max},C_3} = 1,25f_{C_3}, \text{ soit } i_{\text{max},C_3} = 56,25\% \text{ si } f_{C_3} = 0,45.$$

Il semble donc clair qu'une part importante des enseignants-chercheurs (plus de 40%) se tiendra à l'écart de la C3, que ce soit par choix idéologique ou par dépit.

Après la première année, il semble toutefois très loin d'être acquis que la C3 emmène avec elle autant de gens : si on additionne aux 11500 candidats à la C3 en 2022 les 11790 personnes qui étaient titulaires de la PEDR, on arrive à un total de 23290, soit 43% de la population, ce qui est encore inférieur à la cible des 45% de bénéficiaires espérés. Si on montait à 50% de la population investie dans le dispositif concurrentiel (et on en est loin), on afficherait un taux de réussite instantané de près de 75%, ce qui signifierait l'inanité du processus d'évaluation.

6 Conclusion

L'histoire de la C₃ n'est pas encore écrite ; il y a plusieurs issues possibles, mais aucune n'est très engageante : si les gens participent « beaucoup », la déception devant l'échec sera vite au rendez-vous, provoquant la mise en retrait de nombreux collègues, et beaucoup de ressentiment. Sinon, les primes se partageront avec un taux de succès important dans une population dont le principal mérite sera d'accepter le principe de mise en compétition. Une troisième possibilité, qui signifierait l'échec du protocole LPR¹, est que le gouvernement repousse au-delà de la date de 2027 l'objectif des 45%.

En réalité, il y a une contradiction inhérente au dispositif de la C₃ : dans une population dont la culture et les valeurs ne sont pas celles de la compétition permanente, on ne peut pas avoir un système qui soit simultanément discriminant et inclusif. Ainsi, si l'objectif n'est pas modifié, il n'est pas exclu que le système s'effondre en quelques années, faute de candidats.

La fusion de la C₃ avec la C₁ semble donc clairement l'option la plus sage.

Références

- [1] Anne Sophie BEAURENAUT et al. « Panorama des personnels enseignants de l'enseignement supérieur 2021 ». In : *DGRH* (2023). URL : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/personnels-enseignants-du-superieur-bilans-et-statistiques-46587>.
- [2] Christophe PÉPIN. « L'avancement de grade des enseignants-chercheurs Bilan de la campagne 2022 ». In : *Notes de la DGRH 2* (2023). URL : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/personnels-enseignants-du-superieur-bilans-et-statistiques-46587>.
- [3] Jérôme TOURBEAUX. « La composante individuelle du régime indemnitaire des enseignants chercheurs (C₃ du RIPEC) – Session 2022 ». In : *Notes de la DGRH 3* (2023). URL : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/personnels-enseignants-du-superieur-bilans-et-statistiques-46587>.

1. Le protocole LPR, ou accord relatif à l'amélioration des rémunérations et des carrières dans l'enseignement supérieur et la recherche, a été adossé à la Loi de Programmation de la Recherche 2021–2030, et signé par certains syndicats du supérieur.

- [4] Jérôme TOURBEAUX. « Prime d'encadrement doctoral et de recherche Session 2020 ». In : *Notes de la DGRH 1* (2021). URL : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/personnels-enseignants-du-superieur-bilans-et-statistiques-46587>.
- [5] Jérôme TOURBEAUX. « Prime d'encadrement doctoral et de recherche Session 2021 ». In : *Notes de la DGRH 2* (2022). URL : <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/personnels-enseignants-du-superieur-bilans-et-statistiques-46587>.



MAISON
POINCARÉ

VENEZ VIVRE L'EXPÉRIENCE DES MATHÉMATIQUES.

MAISON POINCARÉ
Le lieu où les maths prennent vie.



maison-poincare.fr



Compte de résultat et bilan de la SMAI – Exercice 2022

par :

Catherine CHOQUET – Trésorière de la SMAI

L'année d'exercice s'étend du 1er janvier au 31 décembre 2022. Le présent bilan tient compte des deux entités, SMAI ASSO et SMAI IS.

1 Compte de résultat consolidé

Le résultat d'exploitation consolidé est bénéficiaire avec un résultat positif de 21 669,12 €.

Ce résultat correspond à une bonne maîtrise du budget. Néanmoins, il n'y a pas beaucoup de marge de manœuvre et la SMAI serait contrainte de réduire ses activités si les subventions venaient à diminuer.

Produits d'exploitation (en €)

	2022	2021	2020
Adhésions	51 682,05	52 575,00	45 785,00
EDP sciences	35 500,00	35 500,00	35 500,00
Droits d'auteur	468,00	74,08	259,73
Produits annexes	32 509,64	93 300,00	30 002,00
CEMRACS	99 168,41	93 685,46	0,00
Congrès SMAI	—	139 257,50	—
CANUM	144 370	—	675,00
Curves and Surfaces 2022	110 352,70	3 540,00	—
Groupes thématiques	28 046	265,00	3 075,00
Total	502 096,80	418 197,04	115 296,73

Pour mémoire, l'année 2020 n'est pas une bonne référence pour l'analyse des Produits d'exploitation puisque les manifestations majeures de la SMAI

n'avaient pu se tenir en raison de la crise sanitaire induite par la COVID-19. L'année 2021 était celle de la reprise des activités.

Les tarifs 2022 des adhésions étaient les mêmes que l'année précédente :

- Standard 55 €, Retraité 40 €, Jeune 25 €, doctorant gratuit,
- Adhésion combinée SMAI+SMF/SFdS/UPS/Femmes & Maths : +45 €,
- Adhésion combinée SMAI+EMS : +25 €,
- Adhésion combinée SMAI+AMS/GAMM/SEMA/SIAM/SIMAI/UMI : +40 €,
- Ressortissants pays en développement : 20 €,
- ECCOMAS (groupe GAMNI) : +10 €
- Personnes Morales standard : 200 €

Les 3/4 des adhésions sont individuelles. Le volume des adhésions est très comparable à celui de l'année précédente. En fait, si l'on oublie les années 2020 et 2016, toutes deux exceptionnelles, en terme de désaffection ou de succès, on observe une relative stabilité des produits des adhésions ces huit dernières années. Ce soutien de notre communauté est indispensable aux activités de la SMAI. Certes en 2022, année où se sont tenus deux grands congrès ainsi que le CEMRACS, les adhésions ne représentent qu'environ 10% des produits d'exploitation. Mais ces gros événements sont évidemment porteurs de lourdes charges d'exploitation (voir tableau ci-après). De plus, la recherche de bénéfiques n'étant pas dans les objectifs de ces manifestations destinées d'abord à l'animation scientifique, le risque de déficit est toujours existant. Le montant des adhésions est donc plutôt à mettre en regard des charges fixes d'exploitation, par exemple de celles liées aux deux salariées de la SMAI. On gardera cependant à l'esprit que la motié environ des dépenses du secrétariat éditorial des journaux de la Société est couverte par les produits de la rubrique EDP sciences. Cette activité de publication ayant pour but la diffusion scientifique reste une des priorités de la SMAI.

La rubrique Produits annexes correspond aux subventions institutionnelles. Pour l'année 2022 elles proviennent essentiellement du CNRS-INSMI et d'INRIA (respectivement 20 000 et 10 000 euros). Ces soutiens sont déterminants pour les activités de la SMAI (projets BOUM, FEM, publications, prix...). En 2022 s'est ajoutée une subvention régionale pour l'organisation d'une conférence.

Le CEMRACS 2022, *Transport in Physics, Biology and Urban traffic*, dégage un résultat bénéficiaire (voir tableau des charges ci-dessous) montre que le résultat financier du CEMRACS 2021 est bénéficiaire. Le 45ème CANUM, report du congrès initialement prévu en 2020, a été un très beau succès grâce à l'organisation de nos collègues de la Fédération Normandie. Les autres grands rendez-vous de notre

communauté sont les journées des groupes thématiques qui ont traditionnellement lieu les années paires. Les événements organisés par les groupes MAS ou MODE ont retrouvé l'envergure des années avant COVID. Le groupe thématique SIGMA a quant à lui organisé l'important congrès Curves and Surfaces en juin 2022.

Enfin, notons qu'un autre congrès porté par la SMAI n'apparaît pas dans ces lignes comptables, le *Congrès Jeunes Chercheurs en Mathématiques et leurs Applications* CJC-MA. Il est organisé par des jeunes de la SMAI pour favoriser les échanges entre les doctorantes, doctorants, post-doctorantes et post-doctorants des laboratoires français. La 2ème édition a été organisée en 2022 à l'Université du Littoral Côte d'Opale.

La SMAI remercie tous les organisateurs pour leur travail et disponibilité, ainsi que N. Sahtout pour son aide comptable.

Charges d'exploitation (en €)

	2022	2021	2020
Fournitures de bureau et d'entretien	41,11	38,22	659,12
Annonces, sous-traitance	300	50 503,20	4 950,00
Matapli	13 399,37	15 964,45	8 541,71
Adhésions aux sociétés savantes	5 956,80	5 027,31	4 786,40
Locations, assurances	9 144,22	9 468,74	801,38
Frais de comptabilité et honoraires	1 100,00	1 100,00	1 100,00
Prix	4 000,00 ¹	3 500,00	7 622,42
Frais occasionnés par AG et CA	3 427,54	1 096,32	261,50
Frais de missions, réceptions, déplacements ²	1 606,11	1 726,00	1 333,01
Frais postaux, téléphone ³	460,98	627,61	441,69
Salaires et charges sociales	80 651,46	87 297,81	80 566,16
Projets BOUM	10 523,64	- 2020,18	3 957,55
Subventions Jeunes	604,89	593,95	371,84
Subventions	5 000,00	4 000,00	800,00
Impôts	703,39	634,00	1 339,88
Divers	81,08	765,98	292,77
CEMRACS	90 638,57	78 988,12	- 401,00
Congrès SMAI	—	140 873,43	- 317,20
CANUM	124 840,93	0,00	—
Curves & Surfaces 2022	115 416,30	—	—
Charges d'exploitation des groupes thématiques	16 310,37	5 126,93	2 718,00
Total	484 216,76	408 811,89	115 702,81

Les charges de la SMAI sont comparables à celles des années précédentes si l'on tient bien sûr compte des variations liées à l'organisation ou non de gros congrès.

Le faible montant alloué aux Fournitures de bureau et d'entretien est lié à la numérisation des démarches administratives et financières. Les dépenses d'investissement sont cachées dans ce tableau car donnent lieu à de l'amortissement (ligne divers). En 2022 l'ensembles des postes bureautiques des secrétariats de la SMAI ont été changés pour une facture de plus de 3800€.

Les charges correspondant à la revue Matapli oscillent d'une année sur l'autre. Cette variabilité est due aux coûts d'impression et d'acheminement, eux-même directement proportionnels aux nombre de tirages et de pages et au nombre d'adhérents.

Dans la rubrique Adhésions aux sociétés savantes sont comptabilisés 2300€ d'abonnement à l'AEF, abonnement partagé avec la SIF et la SFP et à destination du président et des vice-présidents de la SMAI. On retrouve également l'adhésion à l'EMS, European Mathematical Society, à l'ICIAM et, dans une moindre mesure (quelques centaines d'euros) le soutien au Collège des Sociétés Savantes Académiques de France, ainsi qu'à CIMPA, Animath et, depuis 2022, à l'association GUTenberg.

Les postes Locations, assurances sont stables, tout comme les Frais de comptabilité et d'honoraires de l'expert comptable.

Locaux. La SMAI est hébergée à l'Institut Henri Poincaré, 11 rue Pierre et Marie Curie, 75005 Paris, dans le cadre d'une convention.

Les Frais de missions et réceptions de tout type ont augmenté de façon raisonnable par rapport aux années précédentes, raisonnable au sens où les années 2020 et 2021 ont été soumises à des confinements et à des limitations des rendez-vous en "présentiel".

Les Salaires et charges sociales augmenteront en 2023 avec la progression des salaires votée par le CA en février 2023.

Une des priorités affichées de la SMAI est le soutien aux jeunes mathématiciens. L'augmentation des lignes Projets BOUM et Subventions Jeunes⁴ doit donc être vue comme une excellente nouvelle.

Les Subventions sont accordées de façon exceptionnelle par la SMAI à des actions dont elle est partenaire. En 2022, la SMAI a soutenu le programme PAUSE

-
1. Les charges des groupes thématiques contiennent aussi 4000 € de dotations de Prix.
 2. hors groupes thématiques
 3. hors groupes thématiques
 4. essentiellement les dépenses liées au FEM ("Forum Emplois Maths" en 2022)

Ukraine. Outre les 5000€ mentionnés dans le tableau, la SMAI a lancé un appel aux dons à ses adhérents pour soutenir l'action PAUSE : ces dons, d'un montant total de 750€, ont été entièrement reversés au programme.

Pour rappel, depuis la Reconnaissance d'Utilité Publique de l'association en 2015, les dons à la SMAI ouvrent droit à certains avantages fiscaux pour les donateurs. Mais la SMAI n'a reçu aucun don en 2022.

Résultat d'exploitation (en €)	17 880,04
---------------------------------------	-----------

Le résultat d'exploitation, balance des produits et charges d'exploitation, est positif pour l'année 2022 (voir aussi le compte de résultat consolidé ci-dessous).

Résultat financier(en €)

	2022	2021	2020
Produits financiers	6 053,53	4 935,43	5 154,34
Charges financières	2 264,45	2 295,33	2 225,43
Résultat	3 789,08	2 640,10	2 928,91

Les Produits financiers en 2022 sont issus des livrets d'épargne de la SMAI et de ses groupes ainsi que de son Compte Titres.

Les Charges financières correspondent aux frais de gestion et de tenue de compte de la banque.

Compte de résultat consolidé (en €)

	2022	2021	2020
Résultat d'exploitation	17 880,04	9 385,15	-406,08
Résultat financier	3 789,08	2 640,10	2 928,91
Total	21 669,12	12 025,25	2 522,83

Le compte de résultat consolidé est positif, conséquence surtout du résultat d'exploitation bénéficiaire. La Société va ainsi poursuivre ses engagements pour la communauté, soutien aux jeunes, médiation, communication.

2 Compte de bilan consolidé

Actif (en €)

	2022	2021	2020
Actif immobilisé	3 421,30	0,00	0,00
Créances d'exploitation	86 683,12	6 555,99	-88,96
Valeurs mobilières de placement	500 557,97	496 321,41	492 445,09
Disponibilités banque	466 326,08	522 656,51	344 701,26
Comptes d'épargne	270 010,55	269 273,58	287 594,47
Caisse	0,92	2,64	70,40
Charges constatées d'avance	800,42	160 525,32	301 182,27
Total	1 327 800,36	1 455 335,45	1 425 904,53

Les actifs immobilisés correspondent aux amortissements liés à l'investissement dans de nouveaux ordinateurs pour nos secrétariats en 2022.

La diminution des disponibilités par rapport aux années précédentes n'est pas significative, car à pondérer par la baisse des produits constatés d'avance et par des "dettes" moins importantes (voir tableau ci-dessous).

Passif (en €)

	2022	2021	2020
Résultat de l'exercice	21 669,12	12 025,25	2 522,83
Capital	1 100 412,98	1 089 427,98	1 087 157,43
SMAI Bloquées (RUP)	20 149,59	18 929,04	18 676,76
Dettes Fournisseurs & autres	74 239,19	104 862,49	196 647,73
Dettes sociales et fiscales	13 202,14	15 490,69	22 454,78
TVA	6 013,34	0,00	2 860,00
Produits constatés d'avance	92 114,00	214 600,00	95 585,00
Total	1 327 800,36	1 455 335,45	1 425 904,53

En 2016 le Conseil d'Administration de la SMAI a décidé d'affecter 10% du compte de résultat au fond de dotation SMAI dans le cadre de la RUP. Au vu du bénéfice 2022, cette somme sera de 2 166,91 € en 2022.

Les réserves (capital et RUP) ont bénéficié du résultat positif de l'année. Il est conseillé qu'elles soient au moins de l'ordre du double des charges d'exploitation annuelles. Cette proportion est respectée.

3 Placements

Depuis début 2014, la SMAI est passée à une Gestion Conseillée par BNP-Paribas. Pour les propositions de placement, l'objectif de gestion BNP-PARIBAS pour la SMAI est *prudent*. Aucun arbitrage n'a été effectué en 2022.

Intitulé du placement	Montant
BNP Paribas Obli Moyen Terme Eurose	6 090,67
Parvest Bond Euro Inflation-Linked	60 736,42
Parvest Sustainable Bond Euro Corporate	30 431,70
Parvest Bond Euro Corporate	42 170,53
Parvest Equity Best Selection Euro	40 351,62
Renaissance Europe	24 077,76
JPM Europe Strategic Dividend	15 513,55
SCPI Pierre Sélection	20 804,94
BNP DEV HUM CLASSIC	10 950,00
BNP Social Buisness	37 125,19
OPUS REAL (82)	29 840,03
Compte titres	160 720,00
Total	21 745,56
	500 557,97

4 Justification des subventions accordées

La subvention annuelle du CNRS (20 K€) est accordée à la SMAI pour soutenir ses actions vers la communauté mathématique, en particulier pour les jeunes mathématiciennes et mathématiciens, pour soutenir les activités de publication de la SMAI, pour soutenir la recherche en mathématiques appliquées par l'attribution de prix. Cette subvention a permis la publication du bulletin de liaison MATAPLI, des subventions exclusivement orientées vers les jeunes, projets BOUM (<http://smai.emath.fr/spip.php?article548>) et FEM (<https://2021.forum-emploi-maths.com/public/pages/index.html>). Enfin, une partie de la subvention est utilisée pour des actions de vulgarisation comme le Cycle de médiation Grand Publique SMAI-Musée d'Arts et Métiers. (<http://smai.emath.fr/spip.php?article643>).

L'INRIA accorde annuellement 10 K€ pour soutenir l'ensemble des activités de la SMAI. Cette subvention est utilisée principalement pour le financement des projets BOUM (<http://smai.emath.fr/spip.php?article548>). En 2022, elle a également permis l'octroi de bourses pour la participation des jeunes à des colloques organisés par la SMAI. En aucun cas la SMAI n'utilise cette subvention pour le financement d'autres actions financées directement par INRIA.

Compte rendu de l'assemblée générale de la SMAI du 19 juin 2023

par : _____

Anne-Laure DALIBARD — Ancienne secrétaire générale de la SMAI

L'assemblée générale de la SMAI s'est déroulée le 19 juin 2023 à 13h45 (heure de Paris) en mode hybride : en présentiel dans l'amphithéâtre Totem à Paris, et en visio-conférence par zoom. 29 personnes assistaient à cette assemblée générale.

L'ordre du jour était le suivant :

- Rapport moral et vote du quitus
- Rapport financier et vote du quitus
- Vote du tarif des adhésions
- Interventions des VP
- Présentation des activités des groupes thématiques
- Proclamation des résultats des élections au Conseil d'Administration
- Questions diverses

Présentation du rapport moral

Le président, Olivier Goubet, a présenté le rapport moral synthétisant les différentes activités de la SMAI concernant les conférences et manifestations scientifiques, les publications, les prix... Le nombre d'adhésions est en baisse parmi les personnes physiques, probablement en raison de l'organisation de la biennale aux Antilles, qui a réuni moins de participants et participantes qu'une biennale dans l'hexagone. La SMAI a maintenu ses activités, notamment avec le Congrès Jeunes Chercheurs et Jeunes Chercheuses qui connaîtra sa troisième édition en 2023. Malheureusement, aucune équipe organisatrice ne s'est portée volontaire

pour l'édition 2024 du CEMRACS. Le président conclut son intervention en soulignant l'instabilité de la situation actuelle, et le rôle des sociétés savantes au sein de la communauté mathématique. La discussion s'engage autour de l'organisation du congrès SMAI 2023 aux Antilles, pour lequel la communication a été jugée trop tardive par certains.

Le rapport moral est adopté à l'unanimité. Il est disponible sur le site internet de la SMAI.

Présentation du rapport financier

Les comptes consolidés et le rapport financier de l'année 2022 ont été présentés par la trésorière, Catherine Choquet. Les comptes et le rapport financier ont été approuvés à l'unanimité. Ils seront publiés dans le prochain numéro du journal Matapli.

Vote du tarif des adhésions

Lors de la présentation des comptes, Catherine Choquet a proposé la reconduction des tarifs d'adhésions 2022 pour l'année 2023. Cette proposition a été adoptée à l'unanimité.

Interventions des VP

Amandine Véber, secrétaire générale chargée des publications, présente les activités éditoriales de la SMAI. Le contenu nouvellement publié des journaux co-publiés avec EDP-Sciences sera disponible en accès ouvert sans frais pour les auteurs pour la 3^{ème} année consécutive. Une politique de partage des données et des codes a été officiellement mise en place pour toutes les revues, et une page web détaillant les standards d'éthique de publication exigés par les revues a été mise en ligne pour chacune. La revue SMAI-JCM, publiée via le centre Mersenne, s'est associée au projet KOALA des Universités de Hanovre et Constance pour le financement de revues en OA Diamant. Une collection de livres de niveau M2 recherche en accès ouvert est officiellement lancée. La SMAI et la SFdS en assureront la direction scientifique et EDP Sciences la publication.

Samir Adly, vice président en charge des activités grand public, présente le mois des mathématiques appliquées et industrielles. Il s'agit d'un cycle de 4

conférences grand public autour des thèmes de la SMAI. La première édition aura lieu en 2023 et sera co-organisée par le laboratoire Jacques-Louis Lions.

En l'absence d'Alexandre Ern (vice-président chargé des relations avec l'industrie), Anne-Laure Dalibard (secrétaire générale) présente les actions de la SMAI dans ce domaine. Jérôme Lelong a pris la direction d'AMIES. Le FEM devient Forum Entreprises Mathématiques, et la prochaine édition aura lieu le 10 octobre au CNAM. Deux semaines d'études Maths-Entreprise se sont tenues, à Polytech Lille en avril 2023, et la semaine précédant la Biennale SMAI en Guadeloupe; deux autres SEME sont prévues (Paris, Marseille).

Présentation des activités des groupes thématiques

Les activités des groupes thématiques MABIOME, MAS, MODE et GAMNI ont été présentées respectivement par Milica Tomasevic, Clément Pellegrini (diapositives présentées par Anne-Laure Dalibard, Clément Pellegrini étant excusé), TERENCE Bayen et Olivier Lafitte.

Proclamation des résultats des élections au Conseil d'Administration

Le Conseil d'Administration de la SMAI est renouvelé par tiers tous les ans, ce qui correspond à 8 membres depuis le passage à la Reconnaissance d'Utilité Publique. Huit personnes se sont présentées pour siéger au Conseil d'Administration. Le vote s'est déroulé par voie électronique via la plateforme Belenios du Vendredi 2 Juin au mercredi 14 Juin 2023 et en présentiel le 19 juin 2023. Le nombre total de votants est de 263 dont 6 votes blancs ou nuls.

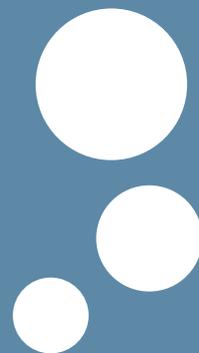
Les résultats sont les suivants :

- Marianne Akian : 212 voix
- Pierre Calka (sortant) : 203 voix
- Olivier Goubet (sortant) : 226 voix
- Ludovic Goudenège (sortant) : 213 voix
- Rejeb Hadiji : 179 voix
- Vincent Leclere : 183 voix
- Franck Sueur : 199 voix
- Lisl Weynans (sortante) : 219 voix

Sont déclarés élus au conseil d'administration par ordre décroissant du nombre de voix : Olivier Goubet, Lisl Weynans, Ludovic Goudenège, Marianne Akian, Pierre Calka, Franck Sueur, Vincent Leclere, Rejeb Hadiji.

Le nouveau Conseil d'Administration complet est disponible sur la page <http://smai.emath.fr/spip.php?article103>.

Nouvelles de la section 41 du CoNRS : 2021-2023



par : _____

Stéphane SABOURAU

Nicolas THOLOZAN

La section 41 du Comité national de la recherche scientifique, intitulée *Mathématiques et interactions des mathématiques*, est chargée principalement de l'évaluation scientifique concernant les mathématiques au CNRS, et en particulier de l'étape d'admissibilité des concours de recrutement de chercheurs et chercheuses. Elle travaille de manière indépendante en étroite collaboration avec l'INSMI qui anime la politique scientifique. Plus précisément, la section 41 donne des avis (consultatifs) sur les points suivants :

- recrutements CR/DR : jury d'admissibilité (différent du jury d'admission)
- avancements de grade
- évaluation des chercheurs et chercheuses
- RIPEC C3 (première fois cette année)
- médailles du CNRS
- accueils en délégation CNRS
- écoles thématiques
- chercheurs/chercheuses invitées (postes rouges - invitations de 3 mois)
- évaluations de structures : UMR (HCERES), IRL, RT (GDR), etc.

La section se réunit lors de deux sessions – au printemps et à l'automne – et avant la session de printemps en ce qui concerne le jury d'admissibilité pour les concours CR et DR.

Composée de 21 membres, la section a été renouvelée en 2021 pour un mandat de 5 ans. En juin 2023, elle était composée de : Jean-François Aujol, Pierre Barthélemy, Isabelle Bellier, Oriane Blondel (membre du bureau), Antoine Chambaz, Elena Di Bernardino, Stéphane Druel, Grégory Ginot, Yves Guiraud (membre du bureau), Stella Krell, David Lannes (membre du bureau), Isabelle Liousse, Anne

Pichon, Éric Ricard, Simon Riche, Tanguy Rivoal, Stéphane Sabourau (président)
Jean-Marc Sac-Épee, Jérémie Szeftel, Nicolas Tholozan (secrétaire scientifique),
Ariane Trescases (en remplacement de Maya de Buhan depuis 2023).

1 Critères de la section

La section adopte pour l'ensemble de son mandat ses critères pour l'évaluation des chercheurs et chercheuses, l'avancement de grade et les concours CR et DR. Ces critères sont publiés sur le site du CNRS et sur celui de la section : <https://cn.math.cnrs.fr/>

2 Concours

Le jury d'admissibilité pour les concours CR et DR du CNRS en mathématiques est constitué des membres rangs A et B de la section 41. Il procède à des auditions pour les concours CR (pas d'auditions pour le concours DR) devant des sous-jurys non-thématiques représentant plusieurs domaines des mathématiques. Ces auditions ont eu lieu à Sorbonne Université (campus de Jussieu) en 2022 et à l'IHP en 2023 (la section tient à remercier ces deux établissements pour leur hospitalité). À l'issue de ces auditions, une liste d'admissibilité est établie pour chaque concours. La section souhaite souligner que les listes des candidats et candidates auditionnés ou déclarés admissibles sont établies en fonction de critères et de profils spécifiques. Par conséquent, elles ne peuvent être utilisées comme référence dans un contexte différent ni pour d'autres concours. Un jury d'admission distinct et indépendant du jury d'admissibilité établit un classement final à partir de la liste d'admissibilité pour chaque concours. Il est rappelé que le jury d'admission peut modifier le classement du jury d'admissibilité. L'affectation des lauréates et lauréats est gérée par l'INSMI.

Cette année, l'INSMI a ouvert des concours CR et DR coloriés géographiquement pour une affectation prioritaire dans des unités comprenant peu de chercheurs et chercheuses CNRS. L'institut envisage de poursuivre le fléchage géographique de certains postes de CR et DR pour l'an prochain.

Pour le recrutement DR, la politique du CNRS est de privilégier les candidatures des chercheurs et chercheuses ayant déjà soutenu leur HDR.

Depuis quelques années, le CNRS permet de recruter des chercheuses et chercheurs de renommée internationale au grade de DR en réservant des postes à cet effet en plus des postes affichés sur les concours généraux. Les candidatures se font sur le concours général de DR de la section, mais les candidates et candidats classés par la section sont ensuite comparés à ceux proposés par les autres instituts du CNRS. Il n'est donc pas garanti que les candidates et candidats classés par la section soient finalement retenus. Un élément dans les arbitrages au niveau du CNRS est le soutien en termes de moyens (création de postes de PR/MCF, financements de post-doc ou de thèse, etc.) de l'université d'accueil.

Les lettres de recommandations éventuelles – ces dernières n'étant en aucun cas obligatoires – doivent être déposées sur le site du CNRS du concours avant la clôture des inscriptions au concours. Aucune lettre parvenue en retard, ou envoyée directement au président ou au secrétaire scientifique de la section, ne pourra être acceptée.

Bilan du concours 2022

En 2022, 19 postes étaient ouverts au concours, dont 6 DR et 13 CR :

- DR 41/01 : 6 postes de directeurs ou directrices de recherche de deuxième classe.
- CR 41/02 : 11 poste de chargé-e de recherche de classe normale.
- CR 41/03 : 2 postes de chargé-e.s de recherche de classe normale sur des projets d'interaction des mathématiques avec d'autres disciplines.

Les données relatives à l'ensemble des concours CR et DR sont présentées dans le tableau suivant :

concours CR/DR 2022	CR 41/02-03	CR 41/02	CR 41/03	DR 41/01
Candidatures examinées	225 (32F, 14%)	210 (27F, 13%)	96 (12F, 13%)	62 (7F, 11%)
Candidatures de CR				39 (3F, 8%)
Admissibles en liste principale	13 (3F, 23%)	11 (3F, 27%)	2 (0F, 0%)	6 (1F, 17%)
Expérience	1-5	1-5	1-2	11-18

Dans ce tableau, le nombre de femmes candidates ou sur liste principale d'admissibilité est indiqué entre parenthèses. L'expérience (sous forme de fourchette minimum-maximum) des personnes sur liste principale d'admissibilité est indiquée en nombre d'années par rapport à la thèse.

Liste des personnes recrutées :

- DR 41/01 (6 postes + 1 poste supplémentaire*) : Karim Adiprasito*, Gérard Freixas i Montplet, Paolo Ghiggini, Daniel Han-Kwan, Danela Oana Ivanovici, Matthew Morrow, Jean-Christophe Mourrat.

- CR 41/02 (11 postes) : Paul Dario, Arthur Forey, Louise Gassot, Fabio Giromella, Giada Grossi, Rémi Jaoui, Thomas Lanard, Cyril Letrouit, Jialun Li, Baptiste Louf, Maria Yakerson.
- CR 41/03 (2 postes) : Badr-Eddine Cherief-Abdellatif, Alexandre Poulain.

Sur les 13 personnes recrutées CR, deux sont de nationalité étrangère avec une thèse étrangère et dix ont soutenu leur thèse dans un laboratoire de la région parisienne (ce nombre particulièrement élevé cette année interrogée). On observe également que la très grande majorité des personnes ayant effectué leur études en France est passée par une ENS ou l'École Polytechnique. Les personnes recrutées DR (hors poste supplémentaire) sont issues des laboratoires CMLS, IMJ (2), LJLL, LMJL, UMPA.

Deux CR dont le projet de recherche s'inscrit dans des unités rattachées à l'INSMI à titre principal et un chercheur rattaché à la section 41 ont été recrutés par la commission interdisciplinaire 51 :

- DR 51/01 : Benjamin Mauroy.
- CR 51/02 : Renaud Bastien, Félix Cheysson.

Bilan du concours 2023

En 2023, 28 postes étaient ouverts au concours, dont 11 DR et 17 CR :

- DR 41/01 : 6 postes de directeurs ou directrices de recherche de deuxième classe.
- DR 41/02 : 5 postes de directeurs ou directrices de recherche de 2e classe « coloriés ». En priorité :
 - 4 directeurs ou directrices de recherche de 2ème classe dont le projet de recherche s'inscrit dans l'une des unités suivantes : Laboratoire de mathématiques Blaise Pascal à Clermont-Ferrand, Institut Denis Poisson à Orléans-Tours, Laboratoire de mathématiques de Bretagne Atlantique à Brest-Vannes, Laboratoire de Mathématiques et Applications à Poitiers, Laboratoire de mathématiques et de leurs applications à Pau.
 - 1 directeur ou directrice de recherche de 2ème classe dont le projet de recherche s'inscrit dans l'une des unités suivantes : Institut de mathématiques de Bourgogne à Dijon, Laboratoire Amiénois de mathématique fondamentale et appliquée à Amiens, Laboratoire de mathématiques Raphaël Salem à Rouen.
- CR 41/03 : 9 postes de chargé-e-s de recherche de classe normale.

■ CR 41/04 : 6 postes chargé-e-s de recherche de classe normale « coloriés ». En priorité :

- 1 chargé-e de recherche de classe normale dont le projet de recherche s’inscrit dans l’une des unités suivantes : Laboratoire de mathématiques de Versailles, Analyse, géométrie et modélisation à Cergy, Laboratoire de Mathématiques et Modélisation d’Evry.
- 3 chargé-e-s de recherche de classe normale dont le projet de recherche s’inscrit dans l’une des unités suivantes : Laboratoire angevin de recherche en mathématiques à Angers, Laboratoire de Mathématiques et Applications à Poitiers, Institut Denis Poisson à Orléans-Tours, Laboratoire de Mathématiques de Reims, Laboratoire de mathématiques Nicolas Oresme à Caen, Laboratoire de mathématiques et de leurs applications à Pau.
- 2 chargé-e-s de recherche de classe normale dont le projet de recherche s’inscrit dans l’une des unités suivantes : Laboratoire de mathématiques de Bretagne Atlantique à Brest-Vannes, Laboratoire de mathématiques Blaise Pascal à Clermont-Ferrand, Laboratoire Amiénois de mathématique fondamentale et appliquée à Amiens, Laboratoire de mathématiques de Besançon à Besançon.

■ CR 41/05 : 1 poste de chargé-e de recherche de classe normale sur le thème « Cryptographie », dont le projet de recherche s’inscrit dans une unité rattachée à l’INS2I à titre principal

■ CR 41/06 : 1 poste de chargé-e de recherche de classe normale dont le projet de recherche s’inscrit dans une unité rattachée à l’INP à titre principal.

Les données relatives à l’ensemble des concours CR et aux concours CR non fléchés thématiquement sont présentées dans le tableau suivant :

concours CR 2023	CR 41/03-06	CR 41/03-04
Candidatures examinées	243 (41F, 17%)	235 (40F, 17%)
Admissibles en liste principale	17 (3F, 18%)	15 (3F, 20%)
Expérience	2-6	2-5

Celles concernant chacun des concours CR sont présentées dans le tableau suivant :

concours CR 2023	CR 41/03	CR 41/04	CR 41/05	CR 41/06
Candidatures examinées	229 (40F, 17%)	160 (23F, 14%)	7 (2F, 29%)	21 (5F, 24%)
Admissibles en liste principale	9 (3F, 33%)	6 (0F, 0%)	1 (0F, 0%)	1 (0F, 0%)
Expérience	2-5	2-5	2	6

Enfin, celles concernant les concours DR sont présentées dans le tableau suivant :

concours DR 2023	DR 41/01-02	DR 41/01	DR 41/02
Candidatures examinées	70 (7F, 10%)	67 (7F, 10%)	27 (2F, 7%)
Candidatures de CR	42 (4F, 10%)	42 (4F, 10%)	13 (0F, 0%)
Admissibles en liste principale	11 (2F, 18%)	6 (2F, 33%)	5 (0F, 0%)
Expérience	10-23	11-23	10-19

Dans chacun de ces tableaux, le nombre de femmes candidates ou sur liste principale d'admissibilité est indiqué entre parenthèses. L'expérience (sous forme de fourchette minimum-maximum) des personnes sur liste principale d'admissibilité est indiquée en nombre d'années par rapport à la thèse.

La section observe un nombre de candidatures significativement moins élevé sur le concours DR colorié géographiquement que sur le concours DR général.

Les listes principales d'admission diffèrent de celles d'admissibilité suite au recrutement d'une candidate sur un concours de la section 07 et au désistement d'un candidat pour un poste à l'étranger. Listes des personnes admises :

- DR 41/01 (6 postes + 1 poste supplémentaire*) : Jérôme Droniou*, Mireille Capitaine, Olivier Dudas, Valentin Feray, Aline Lefebvre-Lepot, Sobhan Seyfaddini, Pierre Weiss.
- DR 41/02 : Rémi Coulon, Gabriel Dospinescu, Thomas Dreyfus, Adrien Dubouloz, Grégoire Nadin.
- CR 41/03 (9 postes) : Gregorio Baldi, Timothée Bénard, Barbara Dembin, Guillaume Dubach, Marina Ferreira, Antoine Julia, Tudor Padurariu, Guillaume Remy, Federico Scavia.
- CR 41/04 (6 postes) : Martin Averseng, Malo Jezequel, Eliot Pacherie, Massimo Pippi, Arthur Soulié, Changzhen Sun.
- CR 41/05 (1 poste) : Jean Kieffer.
- CR 41/06 (1 poste) : Luca Lionni.

Sur les 17 personnes admises CR, quatre sont de nationalité étrangère avec une thèse étrangère et huit ont soutenu leur thèse dans un laboratoire de la région parisienne. On observe également que la très grande majorité des personnes ayant effectué leur études en France est passée par une ENS ou l'École Polytechnique. Les personnes admises DR (hors poste supplémentaire) sont issues des laboratoires CMAP, I2M, IECL, IMB (Bourgogne), IMJ, IMT (2), IRMA, IRMAR, LJLL, UMPA.

Les listes principales d'admission pour les postes des sections 02 et 07 pour des CR dont le projet s'inscrit dans une unité rattachée à l'INSMI à titre principal sont :

- CR 02/03 : Blagoje Oblak.
- CR 07/05 : Eugenio Pozzoli.

Deux personnes dont le projet de recherche s’inscrit dans une unité rattachée à l’INSMI à titre principal et un chercheur rattaché à la section 41 sont sur les listes principales d’admission de la commission interdisciplinaire 51 :

- DR 51/01 : Laurent Jacob.
- CR 51/02 : François Bienvenu, Michèle Romanos.

Recrutement de CR en situation de handicap

Chaque année, le CNRS ouvre des postes réservés au recrutement de chercheurs et chercheuses en situation de handicap par voie contractuelle¹. Les personnes intéressées par cette voie d’accès sont invitées à prendre contact avec le directeur ou la directrice du laboratoire où elles souhaiteraient être affectées afin d’effectuer une demande d’ouverture de poste auprès de l’INSMI. En pratique, il est conseillé d’entreprendre les démarches en début d’année universitaire. Le dossier à monter comprend habituellement un CV, une description des travaux et du projet scientifique, les rapports de thèse et de soutenance, les exemplaires de la thèse et des travaux, et des lettres de recommandation éventuelles.

En 2022, une personne (une femme) a été recrutée par voie contractuelle de cette manière.

Chaires de professeur junior

La section a voté à l’unanimité la motion suivante le 8 juin 2022 :
 « La section 41 du CoNRS réaffirme son attachement au recrutement sur concours national des chercheurs et chercheuses, et refuse de participer aux jurys de recrutement sur CDD des « chaires de professeur junior » du CNRS. Ces chaires de professeur junior conduisent à la possibilité de titularisation directe en tant que directeur ou directrice de recherche en dehors de la voie nationale par concours et introduisent des différences de traitement dans la voie d’accès au corps des directeurs de recherche. La section 41 réclame que les moyens destinés à ce dispositif de chaires junior servent plutôt à créer des postes pérennes de chercheurs et chercheuses qui suivent les voies nationales de recrutement défendues par le CoNRS, offrant les garanties les plus sûres de qualité et d’équité. »

1. Voir <https://carrieres.cnrs.fr/actualites/recrutement-de-chercheurs-et-chercheuses-par-la-voie-contractuelle/>

3 Avancements de grade

Deux nouveautés ont eu lieu en 2022. D'une part, la création d'un échelon contingenté HEB pour les CRHC (comme c'est le cas pour les MCF-HC). D'autre part, la fin du contingentement pour les avancements DRCE (comme c'est le cas pour le corps des PR).

La section est attentive à l'équilibre des dossiers entre les différentes missions des CR. Pour le passage CRHC, les candidatures des CR aux échelons 9 ou 10 sont actuellement privilégiées. La section encourage les CR ayant atteint ces échelons à postuler.

Au niveau DR, le passage DR₁ est difficile et celui DRCE₁ est très difficile du fait du faible nombre de promotions possibles. Même si la fin du contingentement devrait conduire à une légère augmentation du nombre de promotions DRCE accordées, la pression devrait rester forte pendant encore longtemps. Au niveau DR, parmi les dossiers présentant des résultats scientifiques marquants, la priorité est accordée à ceux avec un fort investissement en termes de responsabilités collectives et d'encadrement doctoral.

Les délibérations ont eu lieu lors de la session d'automne. Pour les promotions, plutôt qu'une description exhaustive des résultats obtenus, il est demandé de faire une présentation générale des travaux et de mettre en avant 5 à 10 productions scientifiques, notamment depuis la dernière promotion, en expliquant ce choix et en décrivant plus précisément leur contenu et leur portée scientifique. La section favorise la qualité des travaux plutôt que leur quantité.

Les données relatives aux avancements de grade sont présentées dans le tableaux suivants :

2021	CRHC	DR ₁	DRCE ₁	DRCE ₂
Candidatures	9 (1F, 11%)	24 (2F, 8%)	23 (4F, 17%)	4 (1F, 25%)
Promotions	5 (1F, 20%)	6 (2F, 33%)	3 (1F, 33%)	2 (1F, 50%)
Ancienneté	20-32	5-7	7-10	2-6

2022	CRHC	CRHC-HEB	DR ₁	DRCE ₁	DRCE ₂
Candidatures	7 (0F, 0%)	13 (2F, 15%)	16 (0F, 0%)	22 (4F, 18%)	4 (1F, 25%)
Promotions	3 (0F, 0%)	5 (1F, 20%)	5 (0F, 0%)	5 (1F, 20%)	4 (1F, 25%)
Ancienneté	23-33	5-6	5-10	7-13	1-3

Pour chaque grade, le nombre de femmes candidates ou promues est indiqué entre parenthèses.

L'ancienneté (sous forme de fourchette minimum-maximum) est indiquée en nombre d'années par rapport à la dernière promotion, ou par rapport à la thèse

pour le passage CRHC.

Promotions CRHC

- 2021 : Serguei Barannikov, Isabelle Catto, Marc-Antoine Coppo, Bertrand Lemaire, Vuk Milisic.
- 2022 : Stéphane Guillermou, Jeremy Lovejoy, François Ollivier.

Promotions CRHC-HEB

- 2022 : Corinne Blondel, Gilles Cassier, Carl Graham, Michel Gros, Pierre Lochak.

Promotions DR1

- 2021 : Thomas Alazard, Gaëtan Chenevier, Sébastien Gouëzel, Sophie Gri-vaux, Colin Guillarmou, Patricia Reynaud-Bouret.
- 2022 : Frédéric Chapoton, Yves De Cornulier, Luis Manuel Lopes Neves de Almeida, Franck Picard, Olivier Saut.

Promotions DRCE1

- 2021 : Anne Marie Aubert, Thierry Bodineau, Didier Bresch.
- 2022 : Ofer Gabber, Philippe Le Floch, Frank Loray, Laurent Manivel, Ellen Saada.

Promotions DRCE2

- 2021 : Christian Bonatti, Alice Guionnet.
- 2022 : Yves Benoist, Antonin Chambolle, Damien Gaboriau, Catherine Goldstein.

4 Évaluations des chercheurs et chercheuses

Suivant la vague d'évaluation HCERES de leur laboratoire, les chercheuses et chercheurs doivent remettre :

- un compte-rendu annuel d'activité (CRAC);
- un rapport à mi-vague (sans projet de recherche) portant sur les 5 derniers semestres;

- un rapport à vague (avec projet de recherche) portant sur les 10 derniers semestres.

La section émet un avis (favorable, différé, réservé, alerte, insuffisance professionnelle) et écrit un rapport sur l'activité de chaque chercheuse ou chercheur. Il est également possible d'être évalué par deux sections. Les rapports de section peuvent contenir des recommandations. Il convient donc de les lire.

Dans le cas d'un avis réservé ou d'alerte, un suivi post-évaluation est mis en place impliquant la délégation régionale du CNRS et l'INSMI pour trouver, dans le cadre d'un dialogue constructif avec les chercheurs ou chercheuses en difficulté, des solutions adaptées à la situation. Dans le cas d'un avis d'insuffisance professionnelle, une procédure auprès de la commission administrative paritaire du CNRS est mise en place pouvant conduire à un licenciement. Il faut recueillir deux avis favorables consécutifs pour que le suivi post-évaluation soit levé.

Afin de résorber le décalage des évaluations des CR/DR et des laboratoires suite à la Covid-19, il n'y a pas d'évaluations des chercheurs et chercheuses en 2023.

5 RIPEC-C₃

La composante 3 du RIPEC est une prime individuelle d'un montant de 3 500€/an attribuée au mérite pour 3 ans qui remplace la PEDR. L'objectif du CNRS est qu'en 2027, 55% des corps des chercheurs en bénéficie. Cette année, environ 24 primes devraient être attribuées aux CR et DR de l'INSMI (en hausse depuis l'année précédente). Il faut ajouter à cela les primes attribuées automatiquement aux CR recrutés en 2022.

En 2023, la section a décidé de participer à l'évaluation des dossiers de candidatures. Les délibérations ont eu lieu lors de la session de printemps. Il y avait 69 candidatures réparties de la façon suivante :

- 39 CR, soit 57% (dont 8 femmes, soit 21%)
- 30 DR, soit 43% (dont 6 femmes, soit 20%)

La section a classé 31 dossiers (une liste non ordonnée de 20, suivie d'une liste ordonnée de 11) répartis de la façon suivante :

- 19 CR, soit 61% (dont 4 femmes, soit 21%)
- 12 DR, soit 39% (dont 3 femmes, soit 25%)

Si les perspectives annoncées par le CNRS permettent d'espérer un système de prime plus en phase avec la qualité des dossiers, à l'heure actuelle, ce dernier

reste très compétitif et de nombreux dossiers méritants n'ont pas pu être classés par la section.

Parmi les dossiers présentant une recherche de grande qualité, la section a pris le parti de classer en priorité cette année :

- Les candidates et candidats pouvant obtenir la prime au titre de l'ensemble des missions d'un chercheur au sens au sens de l'article L411-1 du code de la recherche (développement des connaissances; transfert et leur application dans les entreprises, et dans tous les domaines contribuant au progrès de la société; information des citoyens dans le cadre de la politique nationale de science ouverte et la diffusion de la culture scientifique et technique dans toute la population, notamment parmi les jeunes; participation à la formation initiale et à la formation continue; construction de l'espace européen de la recherche et participation aux coopérations européennes et internationales en matière de recherche et d'innovation; administration de la recherche; expertise scientifique). L'implication est mesurée au regard du corps d'appartenance et de l'ancienneté.
- Les candidates et candidats dont les fonctions et responsabilités ne donnent pas lieu au versement de la composante fonctionnelle C₂ du RIPEC, comme celles de DU, responsable d'ERC, etc.
- Les candidates et candidats dont les activités ne donnent pas lieu par ailleurs à un complément de revenus conséquent, comme celles de chargé.e.s de cours à l'École Polytechnique, professeur.e.s attaché.e.s dans une ENS, etc.
- Les candidates et candidats n'ayant pas été proposé-es pour une promotion cette année.

Nous espérons que la communauté mathématique sera compréhensive vis-à-vis de ces critères qui, s'ils peuvent prêter à débat, nous semblent aller dans le sens d'améliorer les conditions salariales d'un maximum de chercheuses et chercheurs. Ces critères pourraient évoluer dans les années à venir si le nombre de primes RIPEC-C₃ à répartir augmente comme annoncé. Les décisions finales sont prises par le CNRS sur proposition de l'INSMI.

Les dossiers de candidature devraient inclure une brève description de l'activité de recherche (2-3 pages) dans le CV et se limiter à la période de référence (soit les quatre dernières années en ajoutant 18 mois par congé de maternité).

6 Médailles du CNRS

En réponse à la commande de l'INSMI, la section 41 propose chaque année quatre noms pour la médaille de bronze et deux noms pour la médaille d'argent (à parité). La sélection finale est effectuée en comité de direction du CNRS.

Les lauréates et lauréats des deux dernières années sont :

- Bronze 2022 : Penka Georgieva, Sepideh Mirrahimi.
- Argent 2022 : Bertrand Maury.
- Bronze 2023 : Javier Fresán, Élise Goujard.
- Argent 2023 : Bertrand Toën.

En 2022, la liste des personnes médaillées ne correspond que partiellement aux propositions de la section.

7 Délégations CNRS

La section 41 est consultée sur les demandes d'accueil en délégation au CNRS des enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs demandant une affectation dans une unité de l'INSMI. Les décisions sont prises par le CNRS après proposition des instituts, en s'appuyant sur les avis des sections, de l'unité d'accueil et des établissements des candidats et candidates.

Outre la qualité scientifique du dossier, le projet de recherche est un élément déterminant du processus d'évaluation de la section. Ce projet doit donc être clairement décrit. La section prend également en compte sur les cinq dernières années :

- le nombre d'heures d'enseignement effectuées ;
- le nombre de délégations/CRCT obtenues ;
- l'implication dans les tâches d'intérêt collectif (selon l'ancienneté).

Une attention particulière est portée aux situations suivantes :

- projet de séjour long ou mobilité géographique ;
- finalisation d'HDR ;
- retour de congé maternité, parental ou maladie longue ;
- mobilité thématique, par exemple l'interdisciplinarité ;
- développement de collaborations avec des entreprises ;
- activités importantes de diffusion des mathématiques ;

- tâche collective où aucune décharge n'est prévue;
- préparation d'un projet ERC.

Les délégations peuvent également être un moyen d'aider les collègues EC à redynamiser leur recherche.

Le nombre de demandes en mathématiques est au plus bas (198 en 2022, 221 en 2023) alors que le nombre de délégations accordées à l'INSMI est fonction de la pression et que le nombre de demandes augmente dans les autres instituts. La section encourage vivement les enseignants-chercheurs et enseignantes-chercheuses à soumettre régulièrement leurs candidatures afin de préserver le nombre significatif de délégations dont bénéficie traditionnellement notre communauté. Les collègues dont la demande d'accueil en délégation n'a pas été retenue sont invités à ne pas se décourager et à postuler à nouveau.

8 Chercheuses et chercheurs invités (postes rouges)

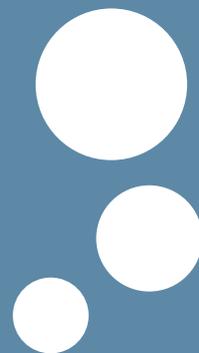
Lors de leur demande de moyens au CNRS, les unités ont la possibilité de demander des financements pour l'invitation de chercheurs et chercheuses en poste à l'étranger, pour une durée de 3 mois. Les principaux critères d'évaluation reposent sur la qualité du dossier scientifique des personnes invitées et sur le projet de recherche qu'elles présentent. Le projet de recherche doit impliquer au moins un membre de l'unité d'accueil. Bien qu'une demande puisse se limiter à une collaboration entre l'invité et son hôte, les projets présentant une dimension collective sont particulièrement appréciés. Il est important de souligner que les invitations de chercheuses et chercheurs invités ne sont pas destinées à remplir le rôle d'un post-doctorat.

9 Écoles thématiques

Les écoles thématiques sont des rencontres scientifiques comportant des cours de niveau recherche destinés aux chercheuses et chercheurs, enseignantes-chercheuses et enseignants-chercheurs organisés dans le cadre de la formation continue des personnels CNRS. Le format colloque est par conséquent exclu. La contribution du CNRS a vocation à financer la participation des personnels CNRS. Ainsi, même si les écoles thématiques sont ouvertes aux doctorants et doctorantes, la participation du CNRS n'a pas vocation à les financer directement. Les dossiers d'écoles thématiques sont soumis à l'avis de la section lors de la session d'automne, après présélection par l'INSMI, et parfois plusieurs

échanges pour cadrer le dossier. La section se prononce sur les aspects scientifiques et pas sur le montant attribué. Son avis est attendu sur la pertinence de la thématique par rapport au périmètre de l'INSMI, la cohérence des contenus proposés, le choix des intervenants, le programme proposé et le vivier du public visé, notamment parmi le personnel CNRS.

Enseigner les mathématiques autrement : améliorer le classique CM/TD



par :

Yvan PIGEONNAT¹ — PerForm, Grenoble INP

TABLE DES MATIÈRES

1 Introduction	73	les objectifs	79
2 Quelques constats plus ou moins généralisés	74	3.2 L'alignement pédagogique : les méthodes pédagogiques . . .	81
2.1 La logique de base	74	3.3 L'alignement pédagogique : l'évaluation (certificative et formative)	85
2.2 Des anecdotes sur la perte de sens	75	3.4 Du côté de la dynamique motivationnelle des étudiants .	89
2.3 La linéarité pour différents profils d'étudiants	76	3.5 La question du sens et la consistance épistémologique .	91
2.4 Des problèmes récurrents dans l'enseignement supérieur	77	4 Conclusion provisoire . . .	94
3 Quelques éclairages sous différents angles	78	Références	94
3.1 L'alignement pédagogique :			

1 Introduction

En l'absence de formation aux questions de pédagogie (par exemple en France, l'obligation de formation des nouveaux maîtres de conférences aux questions de pédagogie n'est apparue qu'avec l'arrêté du 8 février 2018 [2]), les enseignants de mathématiques dans l'enseignement supérieur tentent naturellement de reproduire au mieux ce qui a bien fonctionné pour eux durant leurs études (les anglo-saxons ont résumé cela par l'expression *teach as taught*). Dans la très

1. Yvan.Pigeonnat@grenoble-inp.fr

grande majorité des cas, les enseignements de mathématiques sont constitués d'un cours magistral (CM) pendant lequel un enseignant expose la théorie (les définitions, les propriétés, les théorèmes et leur démonstration), et ensuite viennent des séances de travaux dirigés (TD) en plus petits groupes pendant lesquels sont abordés des exercices en lien avec les notions étudiées lors des CM. Quand il existe, le syllabus de l'enseignement liste les contenus abordés durant le cours, et précise le plus souvent que la matière est évaluée à l'aide d'un devoir surveillé (DS).

Dans la première partie de cet article, sur la base d'exemples concrets, nous documentons les limites d'une telle approche. Ensuite, nous balayons dans la deuxième partie quelques théories, modèles et résultats de recherche en matière de pédagogie de l'enseignement supérieur qui permettent d'expliquer les limites décrites dans la première partie, et nous proposons des pistes au regard de ces éclairages afin d'améliorer le format traditionnel CM/TD.

2 Quelques constats plus ou moins généralisés

2.1 La logique de base

Commençons par un exemple emblématique. Lors d'une formation de techniciens dans une grande entreprise, il leur est soumis le problème suivant :

Vous devez faire réaliser par un technicien une intervention électrique sur une installation. Vous avez lu dans la notice que lorsqu'un certain voyant rouge est allumé, alors l'installation est sous tension. Le technicien vous appelle et vous dit que le voyant rouge est éteint. Il vous demande s'il peut réaliser son intervention. Que lui répondez-vous ?

Avec une stabilité remarquable lors de trois sessions de cette formation, l'intégralité de la dizaine de stagiaires répond sans hésitation que le technicien peut aller faire son intervention sur l'installation puisque le voyant rouge est éteint, montrant par là qu'il n'y a dans leur tête aucune différence entre une implication et une équivalence. Or, on ne peut pas douter que durant leur scolarité en mathématiques dans le secondaire ou l'enseignement supérieur, ils aient tous été confrontés à des situations dans lesquelles ils ont eu à manipuler des implications et des équivalences. Mais cette expérience met en évidence qu'ils n'ont pas intériorisé ces bases essentielles de la logique de manière à ce qu'elles soient

utilisables dans une situation qu'ils peuvent être amenés à rencontrer dans leur vie professionnelle.

2.2 Des anecdotes sur la perte de sens

Poursuivons par des anecdotes vraiment douloureuses pour des enseignants de mathématiques. La première provient d'une colle en prépa HEC. La voici dans son intégralité (extrait de [11], page 11).

Il y a peu de temps un de nos collègues qui faisait passer des *colles en classe prépa sciences éco.* demande à une étudiante de lui développer rapidement (car il était l'heure) une expression algébrique qui comportait un terme de type $(a+b)^2$;

- cette dernière lui répond : « *je fais court ou normal ?* »
- surpris, ce collègue lui demande ce qu'elle entend par « *court* » ou « *normal* »
- sans le moindre embarras cette étudiante lui répond :
 - « *court* » c'est développer $(a+b)^2$ le plus simplement possible : $(a+b)^2 = a^2 + b^2$
 - « *normal* » c'est faire ce que les professeurs demandent habituellement c'est-à-dire : $(a+b)^2 = a^2 + b^2 + 2a.b.$

(Fin de l'anecdote)

Comment est-il possible qu'une élève ait aussi peu de conscience de la signification du signe = en mathématiques pour qu'elle puisse accepter l'idée que l'on puisse calculer une expression de deux façons différentes (conduisant bien entendu à des résultats différents) en fonction du temps qu'on a pour traiter le problème, ou du fait qu'il faille faire plaisir au professeur ou pas ?

Dans le même registre, la deuxième anecdote provient d'un test de positionnement à l'entrée d'une école d'ingénieur en bac + 3 après la validation de deux années de licence en sciences et techniques durant lesquelles il est absolument certain que tous les étudiants ont dû valider une unité d'enseignement (UE) de mathématiques contenant des calculs de primitives et des intégrations. Voici un désolant extrait de copie d'un étudiant :

$$12. \text{ Intégrer par parties } \int_0^1 x \cdot \exp(-2x) \cdot dx$$

$$= \int_0^1 x \int_0^1 e^{-2x} \int_0^1 dx$$

Cette production montre que cet étudiant ne se souvient plus de rien sur l'intégration par parties. Mais il y a plus embêtant : cela ne lui pose pas de problème de dire que l'intégrale d'un produit est le produit des intégrales, et pire encore, cela montre qu'il n'a créé aucun sens sur le concept d'intégrale puisqu'il est capable d'isoler l'élément dx dans une intégrale et ne pas le mettre dans les autres. Comment peut-on dans ces conditions imaginer qu'il ait pu valider son UE sur l'intégration ?

Ces deux anecdotes n'ont bien évidemment aucune valeur statistique, mais elles mettent au jour chez certains étudiants une totale absence de sens perçu et construit sur les savoirs mis à l'étude en mathématiques alors qu'ils sont engagés dans un cursus dans lequel cette matière est importante.

2.3 La linéarité pour différents profils d'étudiants

Voyons maintenant des cas où on peut douter de la profondeur de l'impact de certains enseignements de mathématiques sur nos étudiants. Nous nous intéressons ici à des étudiants qui ont suivi un cours d'algèbre linéaire assez poussé en classes préparatoires scientifiques (allant au moins jusqu'à la diagonalisation de matrices).

Prenons pour commencer des étudiants en première année d'école d'ingénieurs recrutés après concours dans une école qui recrute des élèves qui ont globalement eu de réelles difficultés en mathématiques durant leur classe préparatoire. Alors qu'ils ont tous probablement su comment diagonaliser une matrice au moins dans les cas les plus simples (par exemple quand les valeurs propres sont toutes distinctes), quand en cours de probabilité on s'intéresse à la question de la linéarité de l'espérance, on constate qu'une bonne moitié d'entre eux ne comprend même pas la question (certains se demandent s'il s'agit d'exprimer l'espérance sous la forme d'une droite !) Et si l'on creuse un peu, on se rend compte qu'une infime minorité sait comment déterminer si un système ou un phénomène ou plus simplement une équation est linéaire ou pas... Est-il raisonnable d'emmener ces étudiants vers des techniques de réduction de matrices alors que le concept de linéarité n'est pas assimilé pour la plupart d'entre eux ?

Un autre exemple dans le même genre, mais avec au contraire un public qui vit bien le cours de mathématiques en classes préparatoires : lors de colles de mathématiques avec les MP* (les élèves de deuxième année qui sont les meilleurs en mathématiques), je pose fréquemment des exercices dans lesquels interviennent des suites définies par une relation de récurrence linéaire d'ordre 2 ou bien des équations différentielles linéaires d'ordre 2, dans les deux cas à coefficients constants. Les élèves se souviennent quasiment systématiquement

d'une sorte de recette de cuisine qui consiste à étudier l'équation caractéristique. La moitié ne sait pas vraiment pourquoi, et l'autre moitié est capable de dire qu'il s'agit de chercher des solutions particulières, mais jusqu'à présent aucun n'a réussi à m'expliquer de lien avec le cours d'algèbre linéaire, même après quelques instants de réflexion. Là encore, est-il pertinent de travailler avec eux sur des conditions de trigonalisabilité des matrices alors que les liens entre relation linéaire et structure de sous-espace-vectoriel ne sont pas intériorisés ?

2.4 Des problèmes récurrents dans l'enseignement supérieur

Nous terminons cette section par l'évocation d'un certain nombre de problèmes assez courants dans l'enseignement supérieur et qui ne sont pas forcément spécifiques aux mathématiques. Par exemple, il est assez fréquent qu'il y ait un assez fort absentéisme lors des CM. Des amphithéâtres à moitié plein sont très fréquents (à tel point que c'en est presque devenu une situation normale) et dans certains cas, c'est bien pire, puisqu'il arrive que certains cours terminent avec un pourcentage d'étudiants vraiment très faible par rapport au nombre d'inscrits. Par ailleurs de nombreux enseignants se plaignent également d'un niveau de bruit (bavardages) très élevé dans les amphithéâtres, et un niveau de concentration laissant à désirer (beaucoup d'étudiants étant davantage concentrés sur leur smartphone que sur le cours).

En conséquence, il arrive fréquemment que des chargés de TD se rendent compte qu'un nombre important d'étudiants n'ont pas suivi le cours, ou en tout cas ne l'ont pas travaillé avant d'arriver en TD. Ils se sentent alors obligés de commencer leur séance par un résumé des points essentiels du cours afin de pouvoir effectuer leur séance dans des conditions raisonnables. Ce faisant, ils ont tendance à renforcer l'idée qu'il ne sert à rien d'aller en cours puisque de toute façon, on peut faire le TD en se satisfaisant du résumé fait par le chargé de TD.

Un autre problème récurrent concerne les méthodes de travail des étudiants : il est assez fréquent que ces derniers réclament à cor et à cri des corrigés des travaux dirigés, mais ne s'en servent finalement que pour faire un bachotage à quelques jours (voire la veille) du partiel. Si cette stratégie peut permettre d'obtenir une note correcte à l'examen, la recherche en sciences de l'éducation a clairement documenté qu'elle est particulièrement inefficace pour des apprentissages durables et en profondeur (voir par exemple [15] : cet article documente notamment le peu d'impact sur la rétention à long terme d'un entraînement conséquent sur des exercices types en une seule session de travail, avec un focus spécifique sur le cas des apprentissages en mathématiques).

3 Quelques éclairages sous différents angles et des pistes d'amélioration qui en résultent

Nous allons dans cette section passer en revue différents modèles et théories permettant dans une certaine mesure d'expliquer les difficultés évoquées lors de la section précédente. À chaque fois qu'un éclairage est apporté, nous proposons des pistes pour tenter d'en tirer parti dans un contexte d'enseignement de mathématiques dans l'enseignement supérieur.

Cela fait maintenant plusieurs décennies que les recherches en matière de sciences de l'éducation ont mis en évidence l'intérêt d'utiliser des **approches centrées sur les apprentissages** plutôt que des **approches centrées sur les contenus**. On appelle approche centrée sur les contenus les méthodes pédagogiques qui se préoccupent en priorité de la pertinence et de la structuration des contenus délivrés par les enseignants, alors que les approches centrées sur les apprentissages se focalisent prioritairement sur ce que les étudiants acquièrent comme apprentissage à l'issue d'un enseignement. Les CM de mathématiques sont l'archétype même de l'approche centrée sur les contenus : le CM est parfaitement structuré avec un ordonnancement qui permet aux différentes idées d'être démontrées successivement. Si les étudiants sont capables de suivre le discours du professeur, ils peuvent comprendre à l'aide des démonstrations pourquoi les différents théorèmes et propriétés mises à l'étude sont valides.

Seulement voilà, pour que cela fonctionne, il faut que le cours aille à un rythme qui leur permette de suivre le discours du professeur, et que ces derniers restent concentrés durant toute la durée du cours. La première condition pose problème, car les étudiants ne sont pas égaux devant la capacité d'assimilation d'un discours du professeur. Cela signifie donc que quel que soit le rythme choisi par l'enseignant, il ne va correspondre qu'à certains d'étudiants. Un rythme trop rapide va avoir tendance à favoriser un phénomène de décrochage tandis qu'un rythme trop lent va générer de l'ennui et en conséquence un phénomène de bavardage qui peut gêner les étudiants pour lesquels le rythme serait bon. La deuxième condition est toute aussi problématique puisque certaines anciennes études (voir [12]) faisaient état d'un temps moyen d'attention soutenue d'un auditoire égal à environ 20 minutes et ce temps a probablement diminué avec les générations actuelles. Si l'une de ces deux conditions n'est pas respectée (et c'est malheureusement souvent le cas) alors l'étape de compréhension doit nécessairement être reportée à plus tard. Comme il n'existe généralement pas de temps dédié à l'emploi du temps à cette fin, cela repose exclusivement sur le bon vouloir des étudiants qui consacrent ou non du temps en travail personnel à l'étude du cours qui vient d'avoir lieu. Et d'après les données que nous avons récoltées

à Grenoble dans des contextes d'écoles d'ingénieurs et de licence à l'université, seulement 10 à 15% des étudiants réalisent spontanément un travail régulier significatif. Dans le cadre d'un enseignement au format CM/TD classique, l'immense majorité des étudiants ne commencent réellement à travailler en dehors du CM et des TD que quelques jours avant l'examen.

Si cette façon d'enseigner les mathématiques a plutôt bien fonctionné pour la plupart des enseignants de mathématiques qui officient dans l'enseignement supérieur, elle est vraisemblablement beaucoup moins adaptée pour une bonne partie de leurs étudiants.

Pour ceux qui voudraient creuser les limites de l'enseignement centré sur les contenus, je recommande la lecture de l'ouvrage de Michel Saint-Onge au titre très explicite « *moi j'enseigne mais eux apprennent-ils ?* » [16]

Dans l'idée d'envisager des pistes pour améliorer les choses, nous allons dans un premier temps (§3.1 à 3.3) nous baser sur un concept clé en matière de pédagogie de l'enseignement supérieur : l'**alignement pédagogique**. Ce terme désigne la cohérence entre objectifs d'enseignement, méthodes mises en œuvre pour que les étudiants les atteignent et choix du type d'évaluation [3]. Ensuite nous explorerons deux autres angles d'étude : la dynamique motivationnelle des étudiants (§3.4) et une réflexion de nature épistémologique (§3.5).

3.1 L'alignement pédagogique : les objectifs

Afin de sortir de la logique de contenu, les objectifs doivent être formulés du point de vue de l'apprentissage de l'étudiant : on parle alors d'**acquis d'apprentissage visés** (AAV). Une formulation classique d'un AAV commence par **à l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable de** et se poursuit par un verbe d'action. Une intéressante classification des objectifs pédagogiques a été établie par Benjamin Bloom [4]. La taxonomie qu'il a établie comporte six niveaux (les deux derniers étant fréquemment rassemblés en un seul) du moins exigeant au plus exigeant. Ils sont schématisés sur la figure ci-dessous. Les recherches ont démontré que se limiter à des objectifs de bas niveau (compréhension, mémorisation ou application) conduit le plus souvent à des apprentissages superficiels car peu durables dans le temps et peu profonds. C'est pourquoi même si *in fine* on ne vise que des niveaux de type compréhension ou application, on a tout de même intérêt à utiliser des objectifs de niveau supérieur [7]. Par exemple, dans un cours d'algèbre linéaire, on pourrait bien entendu garder quelques objectifs de bas niveau comme par exemple « **Déterminer si une famille de vecteurs est libre ou liée** » (objectif de niveau application) mais il serait vraiment utile de proposer des objectifs de haut niveau du genre

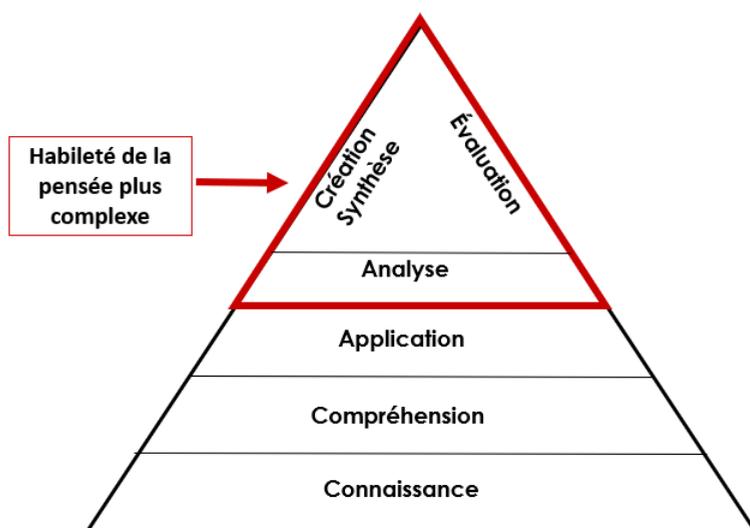


FIGURE 1 — La taxonomie de Bloom

« **Construire sa propre carte conceptuelle explicitant les liens qu’entretiennent les principaux concepts mis à l’étude durant le cours d’algèbre linéaire** » ; cet objectif serait du niveau synthèse-crédation (déterminer les principaux concepts à faire figurer dans la carte, les organiser et formuler les liens qu’ils entretiennent). Vous trouverez ci-dessous un exemple de carte conceptuelle sur les espaces vectoriels créée à partir du logiciel CmapTools. Pour ceux qui voudraient creuser l’intérêt pédagogique de cet outil, je recommande la lecture de [9]. Vous y trouverez des généralités sur les cartes conceptuelles, un guide pour prendre en main le logiciel CmatTools, différents types d’activités de difficulté variées que l’on peut proposer aux étudiants (page 52), ainsi qu’en annexe des listes de liens utilisables pour mettre en relations des concepts (caractériser les liens est le plus difficile, mais également le plus intéressant sur le plan pédagogique).



La définition d’**acquis d’apprentissage visés** par un enseignement est le premier pilier de l’alignement pédagogique. Ils doivent être rédigés du point de vue de l’étudiant, et commencent par un verbe d’action. En se référant à la taxonomie de Bloom, il est préférable pour la profondeur et la durabilité des apprentissages de viser des objectifs pédagogiques de haut niveau (analyse, synthèse-crédation ou évaluation).

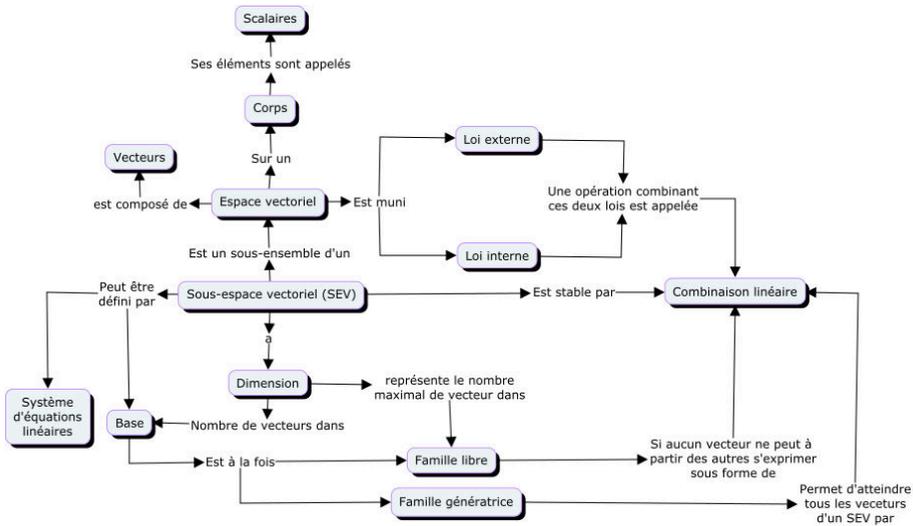


FIGURE 2 — Carte de connaissance faite avec CmapTools

3.2 L'alignement pédagogique : les méthodes pédagogiques

Un autre pilier de l'alignement pédagogique concerne les méthodes utilisées lorsque l'on est face aux étudiants. Ces dernières doivent permettre aux étudiants d'atteindre les objectifs fixés.

Commençons par la partie CM : le principal défi est ici de permettre une attention plus soutenue et de limiter le décrochage des étudiants. Pour cette problématique, le modèle du triangle pédagogique développé par Jean Houssaye est particulièrement éclairant [8]. Il considère qu'une situation d'enseignement est une situation de triade qui lie trois pôles : l'enseignant, les étudiants et le savoir. Chacun de ces pôles est en relation avec les deux autres via un processus. Le processus qui lie l'enseignant et le savoir est le processus enseigner ; celui qui lie les étudiants au savoir est le processus apprendre et il a appelé le processus qui lie l'enseignant aux étudiants le processus former. Un résultat classique de sociologie est que, dans une situation de triade, seulement deux pôles et un processus peuvent être actifs à un instant donné, le pôle non concerné jouant comme au bridge le rôle du mort. Jean Houssaye ajoute que si un pôle reste trop longtemps dans le rôle du mort, il devient fou, c'est-à-dire qu'on n'arrive plus à le récupérer. Dans le cadre du CM, si l'enseignant reste trop longtemps dans le processus enseigner, en raison du décrochage ou de manque de concentration, le pôle étudiant devient fou au sens de Houssaye puisqu'ayant manqué des informations

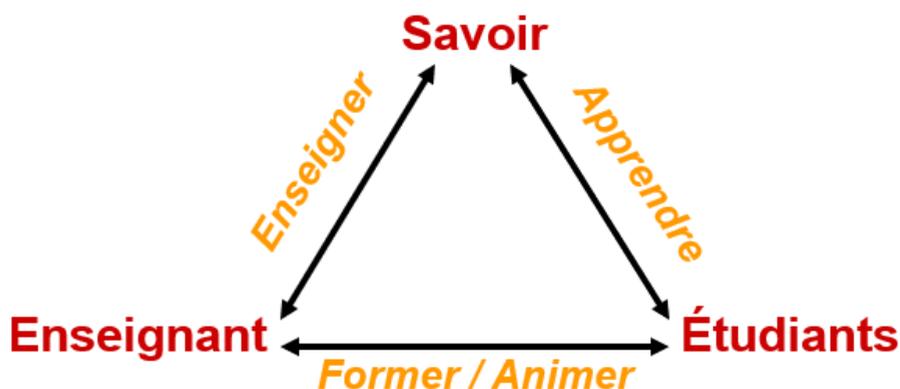


FIGURE 3 — Le triangle pédagogique de Jean Houssaye

qui sont nécessaires pour comprendre la suite, le discours de l'enseignant n'est plus intelligible. Une solution pour y remédier consiste à alterner les processus. La méthode la plus simple consiste à entrer toutes les 15 à 20 minutes dans le processus former en donnant la consigne « *discuter de ce que je viens de traiter avec un voisin pendant 2 minutes* », puis de passer pendant 2 minutes dans le processus apprendre (les étudiants discutent du contenu qui vient d'être traité). L'impact est immédiat car d'une part cela permet aux étudiants de s'approprier la matière qui vient d'être traitée, et d'autre part quand l'enseignant reprend la main cela permet de redémarrer sur un pic d'attention. Bien sûr, il est important de justifier cela lors de la première utilisation afin que les étudiants en comprennent l'intérêt. La principale difficulté consiste à reprendre la main après avoir demandé aux étudiants de discuter entre eux. Pour cela on peut utiliser une classique technique de pédagogie active en grands auditoriums qui consiste à dire aux étudiants que dès qu'ils voient l'enseignant lever la main, ils doivent faire de même et se taire. Ce faisant, on récupère la main beaucoup plus rapidement que si on leur demande de se refocaliser sur le cours par la parole. Cette méthode particulièrement peu coûteuse en ingénierie pédagogique est explicitée dans [17] en page 38. On peut également améliorer ce procédé en utilisant ce que l'on appelle une **Technique de Rétroaction en Classe** (TRC, ou *CAT* pour *Classroom Assessment Technique* en anglais). Par exemple, quand on vient d'introduire un nouveau concept, on pose une question qui demande aux étudiants de le mobiliser. On leur laisse un temps de réflexion individuelle, puis un temps de discussion avec leurs plus proches voisins et on prend ensuite éventuellement un temps de mise en commun sur les difficultés qu'ils rencontrent ou sur des problèmes de

compréhension qu'ils pourraient avoir. Il existe une incroyable quantité de TRC, à tel point qu'il y a des livres entiers qui tentent d'en faire un inventaire (voir par exemple [1], mais une recherche sur internet fournira de nombreux exemples de TRC). Certaines de ces techniques, en plus de permettre de sortir du processus enseigner, ont le gros avantage de fournir à l'enseignant un retour en direct sur le degré de compréhension des contenus enseignés et sur les difficultés que les étudiants rencontrent. Bien évidemment, le temps alloué aux TRC est pris sur le temps d'enseignement. Mais tout est question d'efficacité : dans [17], en page 35 on trouvera un très intéressant résultat : dans un cours donné dans trois groupes en parallèle, avec le premier groupe le professeur a traité 90% de la matière donnée à l'examen, avec le second 75% et avec le troisième 50%. Lors de l'évaluation, les résultats des étudiants sont significativement meilleurs pour la cohorte qui a été exposée à la plus faible densité en cours...



En CM, afin de diminuer le risque de décrochage, de permettre une meilleure attention de l'auditoire, et éventuellement de recueillir en direct un retour sur la compréhension des étudiants, il est souhaitable d'utiliser toutes les 15 à 20 minutes une pause active ou une TRC (Technique de Rétroaction en Classe).

En ce qui concerne les méthodes pédagogiques en TD, l'enjeu principal est de faire en sorte que les étudiants manipulent par eux-mêmes les concepts mis à l'étude. Il faut éviter à tout prix le TD magistral dans lequel l'enseignant enchaîne les résolutions d'exercices au tableau. Il faut bien sûr commencer par faire réfléchir les étudiants sur les exercices proposés. Une première question se pose : faut-il les faire travailler individuellement ou en petits groupes ? De nombreuses recherches ont démontré la valeur ajoutée de faire travailler les étudiants en petits groupes surtout pour l'acquisition d'objectifs pédagogiques de haut niveau en regard de la taxonomie de Bloom évoquée plus haut. Néanmoins, pour obtenir les bénéfices attendus du travail de groupe, il est recommandé d'être attentif aux points suivants :

- Commencer par justifier la méthode pédagogique, et décrire précisément son fonctionnement.
- Fixer la taille des groupes (de 4 à 6 étudiants par groupe est un bon choix), et leur demander de se choisir un animateur (qui veille au respect de la méthodologie et gère les prises de parole) et un scribe (qui prend des notes sur les travaux effectués et les questionnements abordés).
- Donner aux groupes un objectif de production durant la séance, par exemple aboutir à une solution bien rédigée de deux ou trois exercices.

- Imposer aux étudiants des phases de réflexion individuelle avant de partager leurs réflexions.
- Créer un climat favorable aux apprentissages en explicitant que les étudiants qui se sentent le moins à l'aise sur les contenus traités ont la responsabilité de ne rien laisser écrire sur le compte rendu qu'ils ne comprennent pas; en faisant cela, ils forceront ceux qui sont plus à l'aise à reformuler ce qu'ils pensent avoir compris, ce qui permettra à ces derniers de renforcer leur compréhension (ou, c'est fréquent, de se rendre compte que tout n'était pas si clair que cela dans leur tête!)

Concernant la constitution des groupes, est-il préférable de viser des groupes hétérogènes ou au contraire des groupes de niveau? Avec le deuxième choix, on s'adaptera davantage aux niveaux initiaux des étudiants (plus d'intérêt pour chacun d'eux), mais en contrepartie on creusera vraisemblablement les écarts. Personnellement, je préfère constituer des groupes hétérogènes, à condition toutefois que l'écart entre les plus à l'aise et les moins à l'aise ne soit pas trop grand. En effet, si tel est le cas, la dynamique de groupe ne peut pas bien fonctionner. Il faut alors prévoir un TD à plusieurs vitesses, avec des objectifs en terme d'exercices à traiter différents d'un groupe à l'autre. Et probablement passer davantage de temps avec les groupes d'étudiants les moins à l'aise. Avec un tel dispositif, le rôle de l'enseignant est assez différent de ce qui se pratique habituellement en TD. Il doit en permanence garder en mémoire l'avancement des différents groupes, et si l'on se rend compte que la plupart des groupes bloque sur un même point délicat, il peut être judicieux de faire pour toute la classe un point de clarification au tableau. Par ailleurs, il est important de faire un retour aux étudiants sur la qualité de leur production. Il peut être pertinent de donner la consigne aux étudiants d'appeler leur encadrant dès qu'un exercice est terminé et mis au propre afin que ce retour soit fait en séance.

Il reste la délicate question des corrigés des exercices traités en TD : faut-il en fournir une au risque de favoriser le bachotage? Pour éviter cela, je préfère pour ma part fournir seulement la correction d'un ou deux exercices (c'est important d'en fournir, car l'apprentissage passe également par l'imitation d'un modèle). Et pour les autres exercices, je préfère responsabiliser les étudiants afin qu'ils sortent des séances de TD avec un compte rendu qui contienne une rédaction au propre validée par leur encadrant de TD des exercices traités en séance.



En TD, il est intéressant de faire travailler les étudiants en petits groupes, surtout pour l'atteinte des objectifs de haut niveau. Deux points de vigilance : bien fixer un objectif de production (par exemple une rédaction au propre de certains exercices), production sur laquelle un retour (le terme *feedback* est souvent utilisé en pédagogie) sera fait par le chargé de TD, et s'assurer d'une bonne dynamique de collaboration au sein des groupes (nomination au sein de chaque groupe d'un animateur et d'un scribe).

3.3 L'alignement pédagogique : l'évaluation (certificative et formative)

Le dernier volet de l'alignement pédagogique concerne l'évaluation des apprentissages des étudiants. Nous allons tout d'abord aborder **l'évaluation certificative** (ou sommative) : il s'agit de l'évaluation qui permet aux étudiants de valider une UE. En mathématiques, elle repose le plus souvent sur une note obtenue suite à un ou plusieurs DS en temps limité. Certains auteurs considèrent que ce volet de l'alignement pédagogique devrait être traité avant de se préoccuper des méthodes pédagogiques, car la façon dont les étudiants vont être évalués conditionne largement les stratégies d'apprentissage que ces derniers vont utiliser (une intéressante illustration figure dans la vidéo *Teaching Teaching and Understanding Understanding* de l'université d'Aarhus [5]). Par ailleurs, c'est un point sur lequel on constate de nombreux défauts d'alignement. Les plus courants sont les suivants :

- Une évaluation qui ne porte que sur une partie seulement des AAV. On entend fréquemment les étudiants se plaindre lors des réunions pédagogiques que l'examen ne portait que sur une toute petite partie du programme traité en cours. Si cela est dans une certaine mesure acceptable dans une logique de concours, en dehors de ce cas particulier, cela ne devrait pas se produire. Pour valider les crédits ECTS liés à un enseignement, les étudiants devraient valider au moins *a minima* tous les AAV définis par l'équipe enseignante.
- Dans le même ordre d'idée, il y a un défaut d'alignement pédagogique si une totale absence d'acquisition d'un AAV peut-être compensée par l'acquisition avec brio d'autres AAV. C'est par exemple le cas si l'on a quatre AAV et que l'on utilise un DS avec quatre exercices, un pour chaque AAV, valant 5 points chacun : un étudiant peut avoir une note de 15/20 s'il fait parfaitement les trois premiers exercices et pas du tout le dernier.

- Un autre défaut d'alignement pédagogique concernant l'évaluation est le DS qui « va plus loin ». Par exemple si en TD on a travaillé que sur des objectifs de niveau compréhension ou application et si le jour du DS on leur demande de travailler sur des objectifs de niveau analyse ou synthèse, il ne faudra pas s'étonner que les résultats ne soient pas à la hauteur des espérances!
- *A contrario*, constatant les difficultés des étudiants sur la matière, l'équipe enseignante peut être tentée de mettre à l'examen des exercices de niveau très basique, bien en deçà des objectifs fixés, de manière à conserver des notes correctes pour la majorité des étudiants.

Une première piste pour éviter ces écueils consiste à définir pour chaque AAV ce qui est nécessaire *a minima* que l'étudiant soit capable de faire et par effet de contraste ce qui est inacceptable. Par exemple si dans un cours de probabilités on a fixé un objectif comme « **Mettre en place des vérifications des résultats obtenus** », on va au moins attendre des étudiants que des techniques simples de vérification de la cohérence des résultats obtenus soient mises en place, comme vérifier que l'espérance d'une variable aléatoire est bien comprise entre la plus grande et la plus petite valeur possible de la variable, ou qu'une fonction de répartition prend bien ses valeurs dans $[0; 1]$ et est une fonction croissante. Il serait inacceptable de ne pas signaler qu'il y a forcément une erreur en cas de résultat conduisant à une probabilité supérieure à 1, ou à une densité de probabilité ou une variance négative.

Il serait également possible de définir un objectif qui pourrait être commun à tous les enseignements de mathématiques du type : « **Choisir (en étant capable d'argumenter ses choix) des outils, concepts, méthodes, propriétés, théorèmes qui semblent les plus adaptés à la résolution d'un exercice** ». Pour un tel objectif, il serait nécessaire que les étudiants listent différentes pistes de résolution et justifient pourquoi ils en privilégient une. L'inacceptable serait alors de foncer sans réfléchir sur la première piste qui vient à l'esprit, ou ne pas éliminer une piste clairement inadaptée (comme étudier l'équation caractéristique pour une équation différentielle linéaire d'ordre 2 à coefficients non constants), ou encore faire un contresens dans l'utilisation du vocabulaire mathématique spécifique à l'enseignement considéré (par exemple confondre fonction de répartition et densité de probabilité).

Pour les deux objectifs listés ci-dessus, il serait tout à fait possible de garder une évaluation sur la base d'un DS traditionnel avec des exercices classiques, à condition toutefois d'abandonner le barème qui à chaque question associe un certain nombre de points au profit d'une grille d'évaluation globale. Voici un exemple d'une telle grille compatible avec les deux objectifs ci-dessus dans le

cadre d'un cours de probabilités :

- 10-13 : tous les critères ci-après sont validés : des pistes pertinentes sont proposées pour tous les exercices, et le choix de celle qui est privilégiée est argumenté; même si les démarches entreprises n'aboutissent pas forcément à un résultat probant, il n'y a pas de contresens ou d'erreur importante dans la manipulation des concepts/outils/théorèmes mobilisés; des processus de vérification de la cohérence des résultats obtenus sont explicités et aucun résultat manifestement erroné non signalé ne figure dans la copie; tous les exercices sont abordés et la rédaction est claire et suffisante pour que le correcteur comprenne bien ce qui a été entrepris.
- 14-16 : en plus des critères du créneau 10-13, les concepts probabilistes manipulés sont dans l'ensemble bien compris et utilisés (même si les réponses apportées à certaines questions ne sont pas satisfaisantes), les choix sont pertinents.
- 17-20 : en plus du créneau 14-16, des réponses satisfaisantes à tous les exercices sont proposées. Ne subsistent que de petites erreurs sans gravité.
- En dessous de 10 : 2 points en dessous de 10 par critère du créneau 10-13 non validé.

Avec une telle grille, il est du coup important de ne surtout pas prévoir un énoncé trop long. Il faut que chaque étudiant ait le temps d'aborder l'intégralité des exercices. Ce n'est pas grave si certains finissent une demi-heure en avance. Si cette façon d'évaluer peut de prime abord paraître déstabilisante, une fois qu'on en a pris l'habitude, elle prend finalement moins de temps qu'une correction classique. Une première lecture rapide des copies permet de les classer dans les différents créneaux (en notant quels critères ne sont pas satisfaits pour celles qui auront en dessous de 10). Ensuite on affine la note pour les différents créneaux au-dessus de 10 en comparant les copies entre elles. Si ce type d'évaluation avec une grille critériée globale peut sembler plus subjective qu'une évaluation classique avec un barème pour chaque question, on va rappeler que les nombreuses études concernant la docimologie (la science de la notation des examens) ont démontré que même en mathématiques avec un barème précis pour chaque question, il existe de nombreux biais qui font que la note obtenue par un étudiant peut subir de très fortes variations. Un résumé des principaux biais peut être consulté sur la page internet de Jacques Nimier [13]. Une expérience marquante (parmi de nombreuses autres qui vont toutes dans le même sens) concernant les mathématiques fait état d'une dispersion de 20 points pour une note sur 40 d'une même copie soumise à 64 correcteurs disposant du même barème! La subjectivité ressentie *a priori* n'est donc peut-être pas plus importante avec une grille critériée bien conçue qu'avec un barème pour chaque question!

Et pour être complètement aligné pédagogiquement parlant, on n'oublie surtout pas d'entraîner les étudiants à la façon dont ils vont être évalués (avec un examen ou un rendu blanc, ou durant les TD).



L'évaluation certificative doit couvrir l'intégralité des objectifs fixés pour l'enseignement et seulement ceux-ci, avec pour chacun une définition de ce qui est acceptable et de ce qui est inacceptable. Si jamais un critère se trouve à un niveau inacceptable alors l'enseignement ne devrait pas être validé et la note devrait donc être strictement inférieure à 10. Si l'on souhaite conserver un examen de type devoir surveillé avec différents exercices, préférer une notation avec une **grille critériée globale** plutôt qu'un barème attribuant des points pour chaque question. Une dose de **contrôle continu** est également une bonne idée car cela permet d'engager les étudiants dans un travail régulier tout au long de l'enseignement.

Il est important à ce stade de préciser qu'un élément fondamental d'un processus d'apprentissage est le *feedback* reçu par l'étudiant avant l'évaluation certificative [6]). Il faudrait idéalement que chaque étudiant puisse recevoir un *feedback* personnalisé lui permettant de savoir où il en est de ses apprentissages. Ce *feedback* est appelé **évaluation formative**. La difficulté, surtout quand on a un nombre d'étudiants élevé, est que donner ce *feedback* individualisé est coûteux en temps pour l'équipe enseignante. Dans une certaine mesure, les CM via l'usage de TRC adéquates et surtout les séances de TD permettent, selon la manière dont elles sont organisées, de fournir un tel *feedback*. Néanmoins, même avec 30 étudiants, il n'est pas forcément aisé pour le chargé de TD d'individualiser son *feedback*. Une piste souvent considérée est le recours aux QCM (questions à choix multiple), qui permettent d'automatiser le *feedback*, avec la limitation que les QCM classiques ne permettent de viser que des niveaux bas de type mémorisation, compréhension ou application et pas les niveaux élevés. Il est cependant possible d'améliorer les QCM classiques en utilisant ce que l'on peut appeler les « solutions générales additionnelles » (ou solutions générales implicites) afin d'atteindre des niveaux plus élevés. Cela consiste à ajouter systématiquement aux réponses habituelles d'une QCM classique les réponses suivantes :

- Aucune des solutions précédentes n'est valable car c'est autre chose
- Il manque des données dans l'énoncé pour pouvoir répondre à la question
- Il y a une absurdité/incohérence dans l'énoncé

L'intérêt de ces solutions générales additionnelles est qu'elles forcent l'étudiant

à chercher d'abord la réponse à la question posée au lieu d'éliminer certaines propositions clairement erronées, puis choisir avec plus ou moins de conviction entre celles qui restent. Cela oblige également les étudiants à prendre de la hauteur : ai-je tous les éléments pour répondre à la question posée? La question est-elle pertinente? Ces méthodes à base de QCM ont été décrites en détail par D. Leclercq dans [10].



Mettre en place une **évaluation formative** avant l'évaluation certificative est un élément important d'un processus d'apprentissage. Il est d'une part indispensable d'entraîner les étudiants à une évaluation du même type que ce qui va être utilisé lors de l'évaluation certificative et, d'autre part, de leur fournir un *feedback* sur les apprentissages réalisés. Une piste pour mettre en place une telle évaluation formative avec un coût raisonnable pour l'équipe enseignante consiste en l'utilisation (en mode asynchrone via une plateforme d'enseignement, mais également en CM ou en TD en tant que TRC) d'utiliser des QCM avec solutions générales additionnelles.

3.4 Du côté de la dynamique motivationnelle des étudiants

Un autre angle d'étude intéressant est celui de la motivation et de l'engagement des étudiants dans une activité proposée par les enseignants.

Nous allons pour cela utiliser les travaux de Rolland Viau [18] qui sont parmi les plus pertinents en la matière. Ce dernier a mis en évidence quatre grandes catégories de facteurs qui influent sur la dynamique motivationnelle des étudiants : l'étudiant, l'institution d'enseignement supérieur dans laquelle il est inscrit, la société et la classe (l'enseignement, le professeur et les autres étudiants). La dernière catégorie est celle sur laquelle les enseignants peuvent agir directement ; les recherches de Rolland Viau ont clairement mis en évidence dans cette catégorie trois facteurs largement prépondérants par rapport aux autres : l'engagement des étudiants dans une activité pédagogique est facilité si ces derniers ressentent un **sentiment de valeur** (il a le sentiment que l'activité qu'on lui propose a un intérêt pour lui), un **sentiment de compétence** (il a le sentiment d'être capable de faire ce qu'on lui demande) et un **sentiment de contrôlabilité** (il a la main sur un certain nombre de choix concernant l'activité proposée).

La question de la nécessité d'un sentiment de compétence pourrait justifier l'idée de découper les tâches ou raisonnements complexes en sous problèmes. Si de telles initiatives peuvent être une bonne idée pour des groupes d'étudiants chez qui le sentiment de compétences en mathématiques est très faible, attention

toutefois, on risque en faisant cela de diminuer le sentiment de valeur en demandant de travailler sur des questions sans grand intérêt. C'est pourquoi on recommande plutôt de soumettre aux étudiants des défis raisonnables. Le côté défi est renforcé si les activités proposées sont issues de **contextes authentiques** par opposition à des contextes purement scolaires (la notion d'enseignement contextualisé authentique est détaillée en page 36 de [17]). Par exemple, si l'on doit traiter en cours de mathématiques la question de l'aire d'un parallélogramme, un énoncé purement scolaire serait par exemple « Calculer l'aire du parallélogramme ABCD » avec une des deux figures ci-dessous (nous discuterons dans le §3.5 en quoi la version de droite est bien plus consistante que celle de gauche) :

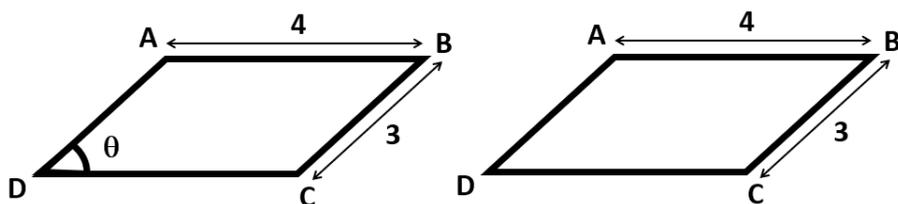


FIGURE 4 — Deux énoncés scolaires du problème de l'aire du parallélogramme

Une version beaucoup plus intéressante (surtout dans un cursus d'agronomie) serait par exemple de dire qu'un agriculteur veut acquérir la parcelle en forme de parallélogramme qui se trouve sur le relevé de cadastre fourni, et qu'il a besoin de sa surface afin d'estimer les quantités de blé qu'il pourra produire dessus. Il ne faut donc pas hésiter à plonger les étudiants dans une certaine forme de complexité, qui souvent offre en plus la possibilité de faire des choix, d'où un possible renforcement du sentiment de contrôlabilité. Afin de ne pas nuire au sentiment de compétence, rappelons une idée évoquée au §3.2 : faire travailler les étudiants en petits groupes ; on tirera ainsi parti de l'intelligence collective du groupe d'étudiants qui par la discussion essayera de faire les choix les plus judicieux. Une autre façon d'activer un sentiment de contrôlabilité chez les étudiants est de systématiquement leur proposer un choix dans les travaux qu'on leur demande. Par exemple, si on veut qu'ils fassent un exercice pour s'entraîner sur une notion d'ici le prochain cours, on leur proposera deux exercices au choix, dans des contextes différents, mais qui vont demander de manipuler la notion visée.

Nous reviendrons au §3.5 avec un autre point de vue sur la question de la valeur attribuée par les étudiants à un enseignement.



Les trois plus importants éléments qui permettent la motivation et l'engagement des étudiants dans une activité pédagogique sont :

- Le **sentiment de valeur**
- Le **sentiment de compétence**
- Le **sentiment de contrôlabilité**

Il faut donc veiller à les activer autant que faire se peut : par exemple proposer des défis (sentiment de valeur) raisonnables (sentiment de compétence), et donner de la contrôlabilité en proposant des activités complexes (à solution non unique, basés sur des **contextes authentiques**) ou en laissant choisir des activités.

3.5 La question du sens et la consistance épistémologique

Nous terminons cet article par des réflexions sur la question du sens, à la fois du côté des enseignants et des étudiants.

Concernant les étudiants, il s'agit avant tout de les faire sortir d'une épistémologie que l'on pourrait qualifier de scolaire, dans laquelle le sens de leur présence en cours se résume à l'obtention d'une note qui leur permettra de valider l'UE, et donc obtenir leur diplôme. Dans cette épistémologie malheureusement dominante chez les étudiants, les savoirs et savoir-faire mis à l'étude ne sont considérés comme importants que parce qu'ils sont susceptibles d'être utiles lors du DS. L'objectif serait qu'ils parviennent à créer du sens sur les contenus qui sont mis à l'étude en réalisant qu'ils sont importants pour eux car, d'une certaine façon, ils doivent leur permettent de mieux comprendre le monde dans lequel ils vivent, bien sûr en tant que futur professionnel dans le cadre de son emploi, mais également en tant que citoyen afin de prendre dans sa vie des décisions éclairées par les apprentissages réalisés durant le cursus universitaire. On rejoint donc la question du sentiment de valeur discuté au §3.4 : l'utilisation de mises en situation authentique permet de faciliter la création de sens. Par exemple, quand on aborde les suites, on peut faire travailler les étudiants sur un prêt immobilier dans le but qu'ils réalisent l'impact d'une augmentation de 1% du taux du prêt (et donc également les conséquences potentielles du choix d'un prêt à taux variable).

Du côté des enseignants, l'engagement dans une réflexion de nature épistémologique est aussi très importante. Quand on doit préparer un enseignement, on commence généralement par faire l'inventaire de tout ce qu'il serait souhaitable ou possible d'aborder durant le cours. Vient ensuite une phase de sélection

des contenus que l'on va traiter. C'est là que la réflexion épistémologique est importante. Les questions à se poser sont les suivantes : dans tout ce que j'ai listé que je pourrais traiter avec mes étudiants, qu'est-ce qui est réellement important et pourquoi ? Qu'est-ce qui est difficile pour eux et pourquoi ?

Il est également important en mathématiques de différencier les notions et concepts ayant une certaine profondeur (par exemple en algèbre linéaire, la linéarité, la stabilité par combinaison linéaire, l'indépendance linéaire) et les techniques qui s'appuient ou nécessitent de mobiliser ces concepts (comme calculer un déterminant, ou diagonaliser une matrice). Les techniques s'enseignent, s'évaluent et dans une certaine mesure peuvent s'apprendre très facilement (il suffit de s'entraîner), alors que faire en sorte que nos étudiants aient assimilé des concepts difficiles avec une certaine profondeur est vraiment délicat. Plus embêtant, il est possible pour un étudiant qui s'est bien entraîné sur une technique de la reproduire comme une recette de cuisine même s'il ne comprend pas grand chose à ce qu'il fait (rappelons-nous l'anecdote sur les étudiants qui savent diagonaliser une matrice mais qui ne maîtrisent pas le concept de linéarité). Personnellement, je préfère me focaliser sur une compréhension en profondeur des concepts que sur un enseignement des techniques mathématiques. En effet, les progrès des logiciels de calcul formels font que durant leur vie professionnelle nos diplômés n'auront probablement jamais à utiliser ces techniques à la main. Rappelons-nous qu'il y a quelques décennies nous avons abandonné l'enseignement de l'extraction d'une racine carrée à la main parce que les calculatrices faisaient cela très bien. Pour autant je ne pense pas qu'on y ait perdu énormément dans la compréhension de ce qu'est une racine carrée. N'est-il pas temps d'abandonner l'enseignement de certaines techniques que les logiciels de calcul formel font très bien au profit d'une formation à ces outils ? Ce qui permettrait de dégager davantage de temps pour un apprentissage en profondeur des concepts importants.

Une clé pour cela est de rechercher ce que l'on appelle la consistance épistémologique. Avec Marc Legrand nous avons défini ce concept dans [14]. La consistance épistémologique dans l'enseignement consiste à rechercher pour chaque activité que l'on va conduire avec nos étudiants une pertinence et une utilité en vue de permettre à ces derniers la construction d'un sens profond sur les concepts mis à l'étude. À titre d'exemple, l'énoncé sur l'aire du parallélogramme de la figure 4 qui se trouve à gauche a beaucoup moins de consistance épistémologique que celui de droite car dans une situation authentique comme celle proposée plus haut, il serait étonnant que le relevé du cadastre mentionne l'angle du parallélogramme : l'énoncé de gauche ne permettra vraisemblablement pas aux étudiants de se servir des savoirs mis en jeu en dehors du cadre

scolaire.

Parmi les facteurs que nous avons identifiés pour favoriser la consistance épistémologique, nous allons ici mettre un focus particulier sur l'un d'entre eux qui est assez facile à mettre en place dans un cours de mathématiques (quelle que soit la taille de l'auditoire, dans un amphithéâtre ou avec un groupe de TD) : placer les étudiants dans des situations semblables à celles du chercheur de la discipline. En mathématiques, on peut proposer aux étudiants d'émettre et de résoudre des conjectures sur les concepts mis à l'étude. Par exemple, dans un cours sur les suites de fonctions, une fois que l'on a défini les notions de convergences simple et uniforme, plutôt que d'enchaîner sur les différents théorèmes utiles, il est possible de demander aux étudiants quelle conjecture ils proposeraient concernant la continuité de la limite. Il est vraisemblable qu'une conjecture du type « la limite d'une suite de fonctions continues est continue » émerge. On peut alors demander à chacun de travailler sur une suite de fonctions qu'il invente, et de regarder si la conjecture proposée est valide sur son cas particulier. Une fois que chacun a terminé de traiter sa suite de fonctions, on demande à l'auditoire pour qui la conjecture est valide et pour qui elle est fautive. Avec un peu de chance, l'un des étudiants aura utilisé la fonction x^n sur l'intervalle $[0; 1]$ et donc aura trouvé un contre-exemple. Si ce n'était pas le cas, on pourrait alors proposer d'étudier cette suite de fonctions et d'en tirer la conclusion que la conjecture est fautive. On peut alors proposer une conjecture améliorée qui impose la convergence uniforme de la suite de fonctions et faire la démonstration qu'avec cette hypothèse, la limite est bien continue. Et on pourrait terminer en demandant aux étudiants si la convergence uniforme est une condition nécessaire à la continuité de la limite. Comme un exemple de suite de fonctions convergente vers une limite continue sans convergence uniforme n'est pas si facile que ça à inventer, on peut les faire réfléchir aux caractéristiques que pourrait avoir une telle suite de fonctions, et expliciter comment on peut en construire assez simplement (choix d'un intervalle comme $[0; 1]$ et de la fonction nulle comme limite afin d'être le plus simple possible, et par exemple imposer une sorte de pic atteignant une valeur de 1 tout en se décalant vers 0 quand n augmente). Ce faisant, on renforcera la maîtrise de la logique de base chez nos étudiants (différence entre implication et équivalence en l'occurrence). D'une manière générale, en mathématiques, il me semble important quand on travaille sur un théorème de permettre aux étudiants de comprendre le pourquoi des différentes hypothèses (quels contre-exemples elles servent à bloquer, ou en quoi elles permettent la démonstration si elles ne sont pas nécessaires). Et c'est encore mieux s'ils sont capables de le faire par eux-mêmes en manipulant des cas particuliers.



Il est très important de s'engager dans un questionnement de nature **épistémologique** quand on prépare un enseignement. Dans ce que je dois aborder avec mes étudiants,

- Qu'est ce qui est important et pourquoi ?
- Qu'est-ce qui est difficile pour mes étudiants et pourquoi ?

Pour tous les concepts difficiles et importants, il faut se donner du temps et des méthodes pédagogiques avec une réelle **consistance épistémologique**.

4 Conclusion provisoire

Dans cet article, nous avons passé en revue différentes idées pour améliorer l'approche traditionnelle CM/TD. Dans les prochains numéros, nous explorerons des méthodes pédagogiques en rupture plus nette avec l'approche traditionnelle (utilisation de "débats scientifiques" en classe, jeux sérieux, apprentissage par problème). Si les deux premières méthodes peuvent assez facilement s'inscrire dans un schéma classique CM/TD, la dernière nécessite une complète réorganisation de l'enseignement. Pour chaque méthode, nous commencerons par un descriptif, suivi des raisons qui font sa force, mais aussi de ses difficultés pour les enseignants, et nous terminerons par des exemples concrets d'utilisation en mathématiques.

Références

- [1] T. A. ANGELO et K. P. CROSS. *Classroom Assessment Techniques. A Handbook for College Teachers*. Wiley, 1993. ISBN : 978-1-555-42500-5.
- [2] *Arrêté du 8 février 2018 fixant le cadre national de la formation visant à l'approfondissement des compétences pédagogiques des maîtres de conférences stagiaires*. 2018. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2018/2/8/ESRH1732884A/jo/texte>.
- [3] J. BIGGS. *Constructive alignment*. USA : American Mathematical Society, 1979. ISBN : 0932376029.

- [4] B.S. BLOOM et D.R. KRATHWOHL. *Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals*. Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals vol. 1. Longmans, Green, 1956. ISBN : 9780582323865. URL : <https://books.google.fr/books?id=hos6AAAAIAAJ>.
- [5] C. BRABRAND. *Teaching Teaching and Understanding Understanding*. Aarhus University Press, 2006.
- [6] R. M. GAGNÉ. *Les principes fondamentaux de l'apprentissage : application à l'enseignement*. Éditions HRW, 1976.
- [7] L. O. HAMER. « The additive effects of semistructured classroom activities on student learning : An application of classroom-based experiential learning techniques ». In : *Journal of marketing education* 22.1 (2000), p. 25-34.
- [8] J. HOUSSAYE. *Le triangle pédagogique : les différentes facettes de la pédagogie*. fre. 2e édition. Pédagogies Références. Issy-les-Moulineaux : ESF éditeur, 2014. ISBN : 978-2-7101-2672-0.
- [9] A. LAFLAMME. *Les cartes conceptuelles Un outil pour soutenir l'acquisition des connaissances*. 2008. URL : <https://reseauconceptuel.umontreal.ca/rid=1MQW0MGDL-28C3YYT-KY/CmapTools.pdf>.
- [10] D. LECLERCQ. *La conception des questions à choix multiple*. Collection Education 2000. Labor, 1986. ISBN : 9782804001544. URL : <https://books.google.fr/books?id=qyReAAAACAAJ>.
- [11] M. LEGRAND et al. *Le principe du débat scientifique dans un enseignement*. 2011. URL : <https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/ressources/publications-des-groupes/le-principe-du-debatscientifique-dans-un-enseignement-602730.kjsp?RH=1542894165733>.
- [12] J. MC LEICH. « The Lecture Method' in Gage, N.L., *The Psychology of Teaching Methods*. » In : *The 75th yearbook of the NSSE*, 1976, p. 252-301.
- [13] J. NIMIER. *La docimologie*. URL : <http://pedagopsy.eu/docimologie.html>.
- [14] Y. PIGEONNAT et M. LEGRAND. *Consistance épistémologique, saveur et enseignement...* Actes du colloque QPES 2021 à La Rochelle, 2021.
- [15] D. ROHRER et H. PASHLER. « Increasing Retention Without Increasing Study Time ». In : *Current Directions in Psychological Science* 16.4 (2007), p. 183-186. DOI : 10.1111/j.1467-8721.2007.00500.x. URL : <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2007.00500.x>.

- [16] M. SAINT-ONGE. *Moi j'enseigne, mais eux apprennent-ils?* Agora (Groupe Beauchemin). Chronique Sociale, 2008. ISBN : 9782850087219. URL : <https://books.google.fr/books?id=dSNFPAAACAAJ>.
- [17] D. VANPEE, V. GODIN et M. LEBRUN. « Améliorer l'enseignement en grands groupes à la lumière de quelques principes de pédagogie active ». In : *Pédagogie Médicale* 9.1 (2008), p. 32-41. DOI : 10.1051/pmed:2008032. URL : <https://doi.org/10.1051/pmed:2008032>.
- [18] R. VIAU. *La motivation en contexte scolaire / Rolland Viau*. fre. Pédagogies en développement Problématiques et recherches. Bruxelles : De Boeck Université, 1994. ISBN : 2-8041-1922-X.

Yvan PIGEONNAT

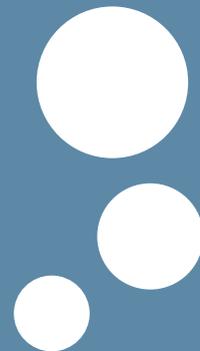


Yvan PIGEONNAT est professeur agrégé de mathématiques à l'Institut polytechnique de Grenoble. Il travaille à mi-temps en tant que conseiller pédagogique au sein de PerForm, la structure d'appui pédagogique de son établissement. Il est également à l'origine de la création de PEnSERA², réseau régional d'accompagnateurs pédagogique dans l'enseignement supérieur.

Email : Yvan.Pigeonnat@grenoble-inp.fr

Site web : <https://pensera2.fr/>

Hommage à Elisabeta Vergu



par :

Vincent BANSAYE — École Polytechnique
Pierre-Yves BOËLLE — Sorbonne Université
Simon CAUCHEMEZ — Institut Pasteur
Bernard CAZELLES — ENS Paris
Pascal CRÉPEY — EHESP
Lina CRISTANCHO-FAJARDO — Institut Pasteur
Jean-Stéphane DHERSIN — CNRS et Université
Sorbonne Paris-Nord
Sorin DUMITRESCU — Université Côte d'Azur
Pauline EZANNO — INRAE
Antoine FLAHAULT — Université de Genève
Jean-Louis GOLMARD — Sorbonne Université
Patrick HOSCHEIT¹ — INRAE
Henri MERMOZ KOUYE — INRIA
Madeleine KUBASCH — École Polytechnique et INRAE
Catherine LAREDO — INRAE
Alain MALLET — Sorbonne Université
Lulla OPATOWSKI — UVSQ, INSERM et Institut
Pasteur
Clémentine PRIEUR — Université Grenoble Alpes
Amandine VÉBER² — CNRS

Ce texte rend hommage à Elisabeta Vergu, directrice de recherche INRAE au sein de l'unité MalAGE du centre de Jouy-en-Josas, décédée en mai 2023 à l'âge de 49 ans. Née à Tulcea en Roumanie, elle est arrivée en France en 1992 grâce à une bourse lui permettant de se former à l'INSA de Lyon. Après avoir obtenu son diplôme d'ingénieur en 1997 puis un doctorat en biomathématiques de l'Université Pierre et Marie Curie en 2003, elle a été recrutée à INRAE en tant que chargée

1. patrick.hoscheit@inrae.fr

2. amandine.veber@parisdescartes.fr

de recherche en 2005 et y sera promue directrice de recherche en 2018. Nous retraçons ici de manière synthétique ses nombreuses contributions, tant du point de vue de ses résultats scientifiques que de son engagement sans faille pour la communauté. Une version plus détaillée et agrémentée de références peut être trouvée [sur hal \(hal-04230307\)](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-04230307).

1 Une carrière sous le signe de l'interdisciplinarité

Elisabeta a préparé son doctorat sous la direction de Jean-Louis Golmard au sein l'unité de recherche « Modélisation Mathématique et Statistique en Biologie et Médecine » de l'INSERM. Son sujet de thèse était ambitieux, au cœur des préoccupations médicales du moment : développer la modélisation de l'infection à VIH, son histoire naturelle et son évolution en prenant en compte les traitements et la variabilité virale. En effet, à l'automne 1999, les connaissances sur les mécanismes de l'infection et des traitements étaient nombreuses mais encore parcellaires. Des modèles dynamiques avaient montré le haut taux de réplication virale et certains sites de mutation du virus étaient connus, mais il restait à comprendre notamment la dynamique et les conditions d'émergence de souches mutantes conduisant à l'inefficacité des traitements, et/ou conduisant à la perte de contrôle de l'infection et au passage de la séropositivité simple au SIDA. Elisabeta acquit rapidement les connaissances biologiques qu'elle transcrivit dans un modèle complexe et très original. Techniquement, il s'agissait d'un modèle dynamique dont l'ordre (c'est-à-dire le nombre de variables d'état) croisait aléatoirement avec le temps, les nouvelles variables d'état correspondant à l'apparition de nouvelles souches virales mutantes. Elisabeta a notamment montré que l'apparition de mutations, même de caractéristiques identiques à la souche initiale, joue un rôle péjoratif sur l'évolution de la maladie ; que plus les caractéristiques des souches mutantes sont variables, plus le passage au stade de SIDA est rapide ; et enfin, que les caractéristiques de résistance des souches virales présentes chez un patient à l'instauration du traitement conditionnent l'effet du traitement.

Après avoir soutenu sa thèse, Elisabeta a rejoint le réseau Sentinelles pour deux années. Le thème de son post-doctorat était l'utilisation des données de ventes de médicaments comme prédicteurs de la dynamique des épidémies. En incluant le volume des ventes dans un modèle de régression, on cherchait à améliorer la prédiction à court terme, en faisant mieux que les méthodes n'incluant que les dynamiques passées. Elisabeta a montré l'utilité de ces données et a validé l'idée du « panier grippe », un ensemble de spécialités pharmaceutiques prescrites plus fréquemment lors des épisodes grippaux et qui permettraient de

compléter la surveillance, voire de la suppléer lorsque celle-ci n'est pas organisée. Plusieurs travaux seront achevés après son départ du réseau vers INRAE : un papier sur la méthode du screening pour estimer l'efficacité de la vaccination antigrippale en temps réel, un autre sur des approches de réduction de la transmission de la grippe aviaire dans les élevages, suivi d'une remise à jour d'un modèle historique de l'émergence d'une grippe pandémique au niveau mondial qui conclut à l'importance d'une réaction rapide utilisant tous les moyens disponibles... De par la variété des données mobilisées dans ces études, Elisabeta fut pionnière dans sa vision One Health avant même que l'on utilise ces termes. Elle sut attirer dans l'équipe des doctorants vétérinaires, une première dans une équipe de l'INSERM ; passionnée et d'une grande générosité, elle était également prompte à aider les doctorants grâce à ses compétences pointues en modélisation mathématique et en sciences des données.

Après avoir rejoint INRAE, Elisabeta a continué à élargir le spectre de ses intérêts scientifiques, créant des ponts essentiels entre des approches mathématiques parfois très théoriques et des applications à des systèmes réels visant à comprendre une dynamique d'infection dans un territoire donné et à évaluer des stratégies de maîtrise. Cette approche duale est bénéfique des deux points de vue : la diversité des applications met en exergue des questions génériques autour de verrous méthodologiques ; les travaux théoriques objectivent les choix de modélisation impactant les prédictions.

Elisabeta était intéressée par les aspects théoriques des modèles de dynamique épidémique (passage d'un modèle compartimental ou structuré stochastique à son approximation déterministe lorsque le nombre d'infectés devient grand, phénomènes de métastabilité, ...), mais toujours motivée par des problématiques et données concrètes. Les applications visées l'amenaient à prendre en compte une structuration souvent complexe de la population, des contacts ou de la maladie. Elle cherchait à savoir comment cette complexité impactait les dynamiques épidémiques et quelle était la bonne façon de la prendre en compte dans la modélisation de la population. Devant des modèles énoncés en grande dimension ou gourmands en paramètres, elle cherchait à savoir comment réduire le problème, c'est-à-dire bien l'approcher par un modèle simplifié dans le régime d'intérêt. Par exemple, dans le cadre de la pandémie de COVID-19, elle a travaillé à comprendre le rôle des foyers et lieux de travail dans la propagation de la maladie. En effet, dès que l'on ajoute ce type de structures locales à la propagation au sein d'une population générale bien mélangée, les approximations de la dynamique épidémique deviennent beaucoup plus subtiles, que ce soit au niveau de l'approximation par processus de branchement au début de l'épidémie ou à celui des équations différentielles décrivant la dynamique d'une

épidémie déjà bien installée. L'encadrement de différents stages, puis la thèse de Madeleine Kubasch ont permis d'explorer certaines de ces questions, mettant en évidence l'importance de la répartition des individus au sein des structures et les conséquences en termes de choix de stratégies de télétravail.

En collaboration avec Clémentine Prieur et Gildas Mazo, Elisabeta a contribué à développer des outils d'analyse de sensibilité pour des modèles compartimentaux stochastiques prenant en compte l'aléa démographique. Ces modèles dépendent de nombreux paramètres, souvent mal connus et pouvant varier selon les conditions environnementales. Pour une meilleure compréhension et un meilleur contrôle de l'épidémie, il est intéressant d'étudier la sensibilité de tels modèles. Pour cela on définit une quantité d'intérêt, par exemple la sortie (spatio-)temporelle du modèle. L'objectif est alors de quantifier la part de variabilité de cette quantité attribuable à l'aléa intrinsèque du modèle, aux paramètres incertains, ou encore à une interaction entre les deux. L'approche adoptée dans la thèse d'Henri Mermoz Kouye, co-dirigée par Elisabeta, s'est appuyée sur des algorithmes de simulation permettant de donner une représentation déterministe du processus en fonction des paramètres incertains et d'un vecteur aléatoire modélisant l'aléa démographique; grâce à cette représentation, il a alors été possible de calculer des indices de sensibilité globale à partir d'un échantillon entrées/sortie obtenu par évaluation de la quantité d'intérêt sur différents jeux de paramètres et différentes réalisations du vecteur d'aléa intrinsèque.

En collaboration avec Pauline Ezanno, elle a travaillé dans un premier temps sur les hypothèses et méthodes de modélisation et d'analyse des modèles épidémiologiques, en se focalisant sur les populations structurées et les métapopulations. À partir de 2012, ces travaux ont été appliqués aux maladies endémiques des bovins, avec pour zone d'étude la Bretagne qui leur avait donné accès à des données riches et diversifiées (détention, mouvements commerciaux, données épidémiologiques, localisation des troupeaux, etc.). Elles ont alors travaillé à l'échelle de la métapopulation, explorant le lien entre dynamique épidémique et dynamique des mouvements des hôtes. L'efficacité des stratégies de maîtrise intra-troupeau étant contrainte par le niveau d'infection des troupeaux d'où sont issus les animaux déplacés, cela avait conduit à la mise en place de stratégies collectives, et donc à la nécessité de mettre au point des modèles couplant les dynamiques intra- et inter-troupeaux. Un tel couplage était jusqu'alors très peu fait. Dans une série de travaux, elles ont étudié les conditions de persistance et de maîtrise des maladies à large échelle, proposant des modèles épidémiologiques inter-troupeaux originaux notamment pour trois maladies endémiques des bovins : la diarrhée virale bovine, la paratuberculose bovine (avec leur docteur Gaël Beaunée) et la fièvre Q. Les mouvements commerciaux de bovins entre

troupeaux étant une voie majeure de transmission, elles ont analysé ce réseau de contacts et l'ont intégré tel qu'observé dans des modèles épidémiologiques régionaux. Elles ont alors montré que l'endémicité des maladies étudiées était liée à leur circulation, et non à une durée longue d'infection des troupeaux, soulignant la nécessité d'une maîtrise coordonnée tenant compte des spécificités territoriales.

Ces différentes études ont mis en exergue le verrou que représente la modélisation mécaniste des mouvements entre troupeaux à large échelle. Cela a donné lieu au projet CADENCE, coordonné par Elisabeta entre 2016 et 2022, qui réunissait des chercheurs d'horizons différents : épidémiologistes, vétérinaires, modélisateurs, mathématiciens, avec l'appui de la base de données BDNI contenant un traçage complet des bovins sur 15 ans. Les travaux menés dans ce cadre en collaboration avec Pauline Ezanno étaient à visée générique, évaluant l'intérêt de réallouer les mouvements commerciaux d'animaux vivants selon les risques épidémiologiques respectifs dans les troupeaux vendeurs et acheteurs. Au cours de ce projet, plusieurs algorithmes proposant des alternatives aux mouvements observés pour minimiser les risques sanitaires ont été développés, pour optimiser les trajets entre naisseurs et engraisseurs afin de réduire la proportion des trajets longs, et pour recomposer les lots en minimisant le mélange d'animaux issus de naisseurs différents pour limiter le nombre de contaminations en engraissement.

Intégrer dans les modèles épidémiologiques les décisions de maîtrise des éleveurs de manière adaptative, fonction de la dynamique épidémique, des informations disponibles pour les éleveurs et de leur stratégie d'acteur économique, était un défi important. Lina Cristancho Fajardo a ainsi proposé dans sa thèse un nouveau modèle intégratif combinant une dynamique épidémique sur un réseau et des décisions adaptatives des éleveurs à adopter une mesure de maîtrise de la maladie. Ceci lui a permis de montrer qu'une mise à jour fréquente des informations sanitaires locales avait un impact positif sur la vaccination et limitait fortement la propagation de l'agent pathogène. Le cadre méthodologique ainsi défini a été appliqué aux décisions de vaccination contre la BVD à l'échelle métapopulationnelle. Une optimisation de l'allocation dynamique des ressources a aussi été conduite.

Les problématiques énoncées ci-dessus regorgeaient de difficultés mathématiques stimulantes : un réseau de fermes très grand (plus de 200 000 nœuds), des échanges entre les fermes difficiles à décrire malgré l'abondance des données et opérant à des échelles locales et plus globales, des fermes de tailles différentes, ... L'étude de la dynamique de population sur le graphe explicite complet des fermes françaises semblait hors de portée du fait de la taille du réseau et

du nombre de variables ou paramètres impliqués. À travers une collaboration plus récente avec Vincent Bansaye, Elisabeta a travaillé sur la compréhension fine des modèles sur de petits réseaux et sur leur approximation dans la limite où le nombre de noeuds du réseau tend vers l'infini. En particulier, la thèse de Pierre Montagnon a permis de mieux appréhender la stabilité et les régimes métastables que l'on peut observer en couplant dynamique de population (naissances, morts, déplacements) et épidémie sur un (petit) réseau explicite.

En parallèle de ses travaux sur l'épidémiologie animale, Elisabeta a gardé un intérêt marqué pour les questionnements et applications liés aux maladies humaines. Ainsi, en collaboration avec Sébastien Ballesteros et Bernard Cazelles, elle s'est penchée sur l'intérêt d'utiliser des modèles épidémiologiques basés sur le statut immunitaire des individus, modèles dit *status-based* par opposition aux modèles plus classiques dit *history-based*. Ils ont notamment montré que l'évolution graduelle du génome du virus de la grippe A était une hypothèse suffisante pour expliquer les épidémies saisonnières de grippe A. Elisabeta a été à l'origine de la prise en compte des aspects spatiaux en incorporant la connexion des villes autour du globe via les flux de passagers utilisant les transports aériens. De même, dès le début de la pandémie de COVID-19, Elisabeta a investi beaucoup de temps au service de la recherche sur l'épidémiologie de SARS-CoV-2 pour une meilleure compréhension des mécanismes à l'origine des dynamiques observées. Son expertise sur les modèles multi-souches acquise dans le domaine du VIH a permis de proposer un nouveau modèle mathématique basé sur la susceptibilité des hôtes et d'étudier les conditions de circulation et la dynamique d'infection de nouveaux variants SARS-CoV-2 au moment de l'émergence du variant alpha en 2021, appliqué ensuite aux variants delta et omicron.

Enfin, Elisabeta ne s'intéressait pas seulement à la transmission des pathogènes, elle avait aussi à coeur la transmission de ses propres connaissances. Il y a une quinzaine d'années elle avait relevé le défi de mettre sur pied, au sein d'un master de l'EHESP, ce qui deviendrait la première formation en modélisation des maladies infectieuses en France. Des centaines d'étudiants pourraient aujourd'hui témoigner de son talent pour allier l'exigence mathématique à la nécessaire pédagogie permettant d'intéresser les publics les plus éloignés du domaine. Elle a également dirigé 11 thèses et participé à l'encadrement de nombreux jeunes chercheuses et chercheurs, qu'elle aura marqués par sa curiosité, sa culture scientifique et son envie de travailler à l'interface de disciplines mathématiques entre lesquelles elle jonglait pour répondre aux différentes questions soulevées par ses projets de recherche.

2 Un immense travail au service de la communauté

En parallèle de ses activités de recherche, Elisabeta a très activement contribué à l'animation des différentes communautés auxquelles elle appartenait, permettant de créer des liens essentiels entre des chercheuses et chercheurs d'horizons variés.

Ainsi, Elisabeta faisait partie du petit groupe de modélisateurs qui, il y a près de 15 ans, a mis en place le séminaire SaMMBA (Statistical and Mathematical Modeling in Biological Applications), qui vise à rassembler la communauté de modélisation d'Île de France. Elle a largement contribué à la constitution du programme, permettant souvent une ouverture vers la biologie ou les mathématiques. Elle s'intéressait à tous les sujets et avait systématiquement de multiples questions, souvent pointues, et souvent méthodologiques. Passionnée et investie, elle questionnait avec persistance l'orateur pour aller au bout de sa réponse, toujours avec beaucoup de respect et de bienveillance. C'est dans le même esprit qu'elle a animé entre 2014 et 2023 le réseau ModStatSAP, qui regroupait tous les modélisateurs en épidémiologie d'INRAE, qu'ils soient théoriciens ou spécialistes de maladies animales ou végétales.

En réaction à la crise sanitaire internationale causée par la pandémie de COVID-19, l'INSMI a mis en place en mars 2020 une plateforme, MODCOV19, pilotée par une équipe interdisciplinaire de scientifiques. Dès sa création, Elisabeta a été sur tous les fronts : de l'animation d'un groupe de travail centré sur la modélisation des dynamiques épidémiques mis en place en concertation avec le Health Data Hub à l'organisation du groupe de travail MODCOV19 créé quelques mois plus tard, en passant par une intense activité de veille bibliographique, le suivi et le soutien de projets prometteurs et la mise en relation de collègues de communautés différentes pour le développement de travaux nécessitant une approche pluridisciplinaire. Sans Elisabeta, sans sa bonne humeur, son dynamisme, sa force de travail et son envie de partage, MODCOV19 n'aurait pas eu la même trajectoire.

Elisabeta a également participé activement à la mise en place de l'Action Coordonnée « Modélisation des Maladies Infectieuses » de l'ANRS-MIE. Celle-ci a débuté fin décembre 2020 par la création d'un groupe de travail de modélisateurs et modélisatrices des maladies infectieuses, centré sur les travaux autour de la COVID-19. Étant donné l'esprit de communauté qui s'est rapidement instauré et auquel Elisabeta a tant contribué, l'ensemble des équipes a souhaité inscrire ces échanges dans la durée, au delà de la COVID-19, via la création de l'Action Coordonnée au printemps 2021. Outre sa présence précieuse et toujours bénéfique aux différentes activités de l'AC, Elisabeta a rapidement pris en charge l'organi-

sation de l'un des groupes de travail. Elle en a fait un lieu où se rencontrent des communautés peu habituées à interagir, mêlant modélisation, mathématiques, science des réseaux et approches basées sur les données. C'est dans cet esprit que le groupe de travail continue ses activités, contribuant à garder vivant cet enthousiasme qu'Elisabeta nourrissait pour une vision intégrée de la science.

Retour sur les dix ans de l'Institut Élie Cartan de Lorraine

par : _____

*INSTITUT ÉLIE CARTAN DE LORRAINE (IECL)¹ – Unité
mixte de recherche commune à l'Université de
Lorraine et au CNRS (UMR 7502)*



Mardi 3 octobre 2023, l'Institut Élie Cartan de Lorraine (IECL) a célébré les 10 ans de la fusion des deux unités de recherche en mathématiques de Metz et Nancy. Cet événement s'est déroulé entre les membres du laboratoire et en présence de ses tutelles, l'Université de Lorraine et le CNRS ainsi que de l'INSMI.

1. marie-sophie.nourdin@univ-lorraine.fr

Hélène boulangier, Présidente de l'Université de Lorraine, Arnaud François, adjoint à la Délégation Régionale du CNRS Centre-Est et Alessandra Sarti, Directrice adjointe scientifique à l'Institut National des Sciences Mathématiques et de leurs Interactions (INSMI) ont répondu présent à l'invitation et ont prononcé un discours.

Sur le site de l'Abbaye des Prémontrés à Pont-à-Mousson, plus de 175 personnes se sont rassemblées pour profiter d'un programme riche et diversifié. Les participants ont assisté à 8 exposés scientifiques couvrant aussi bien les mathématiques fondamentales (géométrie, analyse et théorie des nombres) que les mathématiques appliquées (probabilités et statistique, équations aux dérivées partielles) avec la présence de mathématiciens et mathématiciennes de renom :

- Claire Voisin, Directrice de recherche CNRS et médaille d'or du CNRS en 2016 - Sur un problème de type Whitney pour les cycles algébriques
- James Maynard, Professeur à Oxford University et médaillé Fields 2022 - Half-isolated zeros of the Riemann zeta function
- Isabelle Gallagher, Professeur à l'ENS Paris et médaille d'argent du CNRS en 2016 et prix Sophie Germain 2018 de l'Académie des Sciences - Sur la dynamique des gaz dilués
- Kilian Raschel, Directeur de recherche au CNRS et Prix Marc Yor de l'Académie des sciences - Persistance d'une classe de processus autorégressifs et polynômes de Mallows-Riordan
- Marius Tucsnak, Professeur à l'Université de Bordeaux et ancien directeur de l'IECL - Espaces atteignables pour des systèmes dynamiques linéaires de dimension infinie

Comme le veut la tradition lors de notre journée de rentrée organisée chaque année au laboratoire, les nouveaux membres ont également été invité à donner un exposé de leurs travaux de recherche :

- Yvain Bruned, Professeur en Probabilités et Statistique - Séries d'arbres décorés pour les dynamiques de faible régularité
- Alessandro Duca, Chargé de recherche Inria aux Équations et Dérivées Partielles - Small-time controllability for nonlinear schrödinger equations via bilinear controls
- Nicolas Marque, Maître de conférences en Géométrie - Énergies élastiques, bulles et courbures

Au cours du déjeuner, il a été présenté aux invités une partie des actions de médiation scientifique que les membres de l'IECL réalisent au cours de l'année. Une exposition sur les nombres et 10 stands étaient répartis tout autour

de l'Abbatiale et divisés en 3 groupes : ateliers de recherche junior, ateliers d'expérimentations mathématiques et ateliers sur l'édition scientifique. Les stands ont permis de donner un aperçu des actions mises en place par les équipes et de leur implication pour diffuser les mathématiques à tous : scolaires de l'école jusqu'à l'université, enseignants de primaire et secondaire, grand public, adultes et enfants.

Les ateliers de recherche junior regroupaient les actions éducatives dans lesquelles des enseignant-es-chercheur-es de l'institut sont investi-es pour faire découvrir la recherche aux jeunes, développer leur curiosité et le goût pour les matières scientifiques et susciter des vocations.

Les participants ont été invités à manipuler les mathématiques au moyen de jeux ludiques. Utilisés dans des cadres comme la Fête de la science, ces ateliers d'expérimentation mathématiques permettent de comprendre et de découvrir les mathématiques autrement.

L'atelier sur la science ouverte proposait un jeu de plateau qui a permis aux invités de tester leurs connaissances avec diverses questions sur les publications, les données de la recherche, l'open access, les bonnes pratiques etc. Parmi les initiatives dans le domaine de la publication ouverte, un stand portait sur la revue scientifique EPIGA, un épjournal en géométrie algébrique fondé à l'Institut Élie Cartan de Lorraine en 2016.

Le fonds d'archives Delsarte & Bourbaki, conservé par la bibliothèque du laboratoire, a été valorisé auprès du public. Ce fonds contient des archives sur Jean Delsarte, ancien doyen de l'université, créateur de l'IECL en 1953 et également membres fondateurs du groupe Bourbaki. Il est composé de textes scientifiques, de correspondances, de corrigés, de photos et de divers documents administratifs. Il renferme également une partie des archives sur le groupe Bourbaki, une grande figure des mathématiques du XXème siècle.

L'exposition sur l'univers des nombres proposait au public une balade au pays des nombres à travers les passions & obsessions de 14 petits monstres drôles bilingues et férus de maths. Créé à l'initiative de deux membres de l'Institut, cette exposition est proposée à l'emprunt et a déjà été installée dans différents établissements scolaires et sites de l'Université de Lorraine ou dans un contexte grand public.

Anne Gégout-Petit, Directrice de l'IECL, a clôturé la journée en adressant de vifs remerciements aux oratrices et aux orateurs de la journée pour la qualité exceptionnelle de leurs présentations scientifiques.

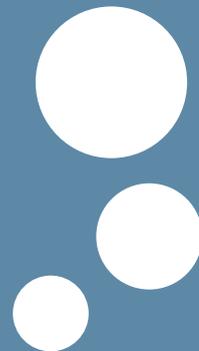
INSTITUT ÉLIE CARTAN DE LORRAINE (IECL)



Fondé il y a plus de cent ans, l'Institut Élie Cartan de Lorraine est l'un des plus grands laboratoires français de mathématiques et le plus grand de la région Grand Est. Le laboratoire couvre l'ensemble du champ d'action scientifique des mathématiques : il mène une activité de recherche en mathématiques fondamentales [géométrie, analyse, théorie des nombres] et en mathématiques appliquées [probabilités, statistique, équations aux dérivées partielles].

Email : marie-sophie.nourdin@univ-lorraine.fr

Site web : iecl.univ-lorraine.fr



COMPTE-RENDU DE L'ÉCOLE DE RECHERCHE IMPDE, 15-16 MAI 2023

par :

Bastien CHAUDET-DUMAS¹ — Université de Genève

Liu-Di LU² — Université de Genève

Lucas PERRIN³ — Inria Paris et Sorbonne Université

1 Présentation générale

Avec l'avènement de supercalculateurs disposant de plus en plus de processeurs, l'étude d'algorithmes parallèles s'est imposée comme une thématique de recherche à part entière, en plein essor depuis plusieurs décennies. Dans le cas de la résolution numérique de problèmes gouvernés par des équations aux dérivées partielles (EDPs), la complexité des phénomènes sous-jacents (formulation multiphysique, propagation d'ondes à haute fréquence, échelle de temps long, etc) requiert souvent des discrétisations spatiales et/ou temporelles extrêmement fines, ce qui conduit à des problèmes de très grande taille. Dans ce contexte, les solveurs itératifs s'avèrent être des outils très efficaces pour résoudre de tels problèmes.

La rencontre organisée dans le cadre de ce projet BOUM visait à réunir des doctorant-e-s, post-doctorant-e-s, et jeunes chercheurs-ses travaillant sur

1. bastien.chaudet@unige.ch

2. liudi.lu@unige.ch

3. lucas.perrin@inria.fr

le thème des “Méthodes itératives pour la résolution des EDPs” sous le format d’une école de recherche. L’objectif était de donner l’occasion de se rencontrer, de discuter de travaux de recherche et d’initier de nouvelles collaborations. Le programme scientifique s’est étalé sur deux jours, et nous l’avons divisé en quatre blocs thématiques : méthodes de Krylov, décomposition de domaine, méthodes multi-grille et parallélisation en temps. Chaque bloc d’une demi-journée était constitué d’un mini-cours introductif d’une heure et demie, suivi de deux présentations plus avancées. Toutes les interventions et mini-cours étaient dispensées par des doctorant-e-s, post-doctorant-e-s ou jeunes chercheurs-ses, en anglais.

2 Bilan

L’évènement a eu lieu au sein de laboratoire Jacques-Louis Lions et a réuni 36 participant-e-s affilié-e-s à divers laboratoires en Europe et en Amérique du Nord. Les différentes thématiques de recherche ont été présentées puis abordées plus en profondeur par nos douze orateurs et oratrices : Hussam Al Daas (Rutherford Appleton Laboratory, Royaume Uni), Michal Outrata (Virginia Tech, Etats-Unis) et Edouard Timsit (Inria Paris et Sorbonne Université) pour les méthodes de Krylov; Tommaso Vanzan (EPFL, Suisse), Roxane Atchekzai (Sorbonne Université) et Miranda Boutilier (Université Côte d’Azur) pour la décomposition de domaine; Hardik Kothari (Università della Svizzera Italiana, Suisse), Ikrom Akromov (TU Hamburg, Allemagne) et Edoardo Centofanti (Università degli Studi di Pavia, Italie) pour les méthodes multi-grille; et enfin Ausra Pogozeskyte (Université de Genève, Suisse), Benjamin Carrel (Université de Genève, Suisse) et Thibaut Lunet (TU Hamburg, Allemagne) pour le parallélisme en temps. Nous avons également tenu une session dédiée à la présentation de quatre posters par Arthur Arnoult (Université Sorbonne Paris Nord), Fatima Bouyghf (Université de Caen Normandie), Giulia Sambatoro (Ecole des Ponts ParisTech) et Tuan Anh Vu (ENSTA Paris). Le programme détaillé, le *book of abstracts*, ainsi que les slides de toutes les présentations sont disponibles sur le site Internet de l’évènement : <https://impde2023.sciencesconf.org>.

Les temps de pause entre les exposés, les déjeuners du midi ou encore le dîner informel du lundi soir, ont été autant d’occasions pour les participant-e-s d’apprendre à se connaître et d’engager des discussions sur les thématiques de recherche liées aux algorithmes itératifs pour les EDPs. Nous espérons que ces échanges ont permis de donner lieu à de nouvelles collaborations, ou du moins de mettre en relation des équipes de recherche qui ne l’étaient pas forcément auparavant.

Nous tenions à remercier les orateurs-trices et les personnes qui ont présenté les posters pour leurs contributions à cette rencontre. C'est grâce à leurs efforts que les discussions durant ces deux jours ont pu être aussi riches. Nous remercions vivement les participant-e-s pour cette rencontre pleine de bonne humeur. Il s'agissait d'une première, et les retours positifs que nous avons pu avoir nous laissent espérer que cet événement sera reconduit dans le futur. Nous remercions également la SMAI (projet BOUM pour les jeunes de la SMAI), l'Inria Paris via l'équipe ANGE, et la Fondation Sciences Mathématiques de Paris via Martin J. Gander lauréat de la Chaire 2022, pour leur soutien. Nous remercions enfin le laboratoire Jacques-Louis Lions d'avoir accepté d'héberger cette rencontre, et en particulier l'équipe administrative, qui a contribué au bon déroulement de ces deux jours.

COMPTE-RENDU DE MINI- CONFÉRENCE : 5 MAI 2023 & IHP

par :

*CHENMIN SUN — CNRS, Laboratoire d'Analyse et de
Mathématiques Appliquées*

1 Contexte scientifique

Les équations dispersives modélisent de nombreux phénomènes physiques de propagation d'ondes (comme la propagation de la lumière dans les fibres optiques, les ondes de surface, etc.). L'étude de ces équations avec des entrées aléatoires (données initiales ou bruit) est naturelle du point de vue de la mécanique statistique. La nature aléatoire peut être introduite par un terme de force (bruit) dans l'équation ou en considérant une condition initiale aléatoire. Ces deux sources de données aléatoires servent à décrire les fluctuations microscopiques ou le comportement collectif d'un grand nombre d'ondes interactives. Ce dernier peut être vu comme un analogue pour étudier l'ensemble statistique pour un grand nombre de particules en mécanique statistique. Le domaine des équations dispersives avec des données aléatoires trouve ses origines dans les motivations physiques des travaux de Lebowitz-Rose-Speer, avec un développement mathématique initié par Bourgain. Dans ces articles fondateurs, des approches innovantes ont été développées pour construire la dynamique de l'ensemble statistique de Gibbs (mesure de Gibbs) pour les équations de Schrödinger non linéaires et pour démontrer l'invariance de la mesure de Gibbs. Ces résultats fournissent des descriptions statistiques des systèmes en équilibre. Récemment, des activités de recherche ont été centrées sur la description statistique des ondes aléatoires hors d'équilibre, c'est-à-dire la théorie de la turbulence d'ondes. La prédiction clé de la théorie de la turbulence d'ondes, à partir de données initiales aléatoires, est la soi-disant *équation cinétique d'onde*, qui non seulement affirme l'existence de solutions mais dérive également la dynamique effective des quantités statistiques de la solution.

Dans ce projet, nous proposons d'aborder de nouveaux défis concernant les propriétés statistiques des solutions et de développer des schémas numériques pour ces équations avec des données aléatoires. Notre objectif est d'exploiter

l'évolution de la loi des solutions, la discrétisation de l'ansatz de résolution raffiné à de faibles régularités, et d'explorer davantage la théorie de la turbulence d'ondes.

2 Workshop

Avec le soutien financier (900 euros) du projet BOUE de SMAI et PEPS (500 euros) de Chenmin Sun, nous avons organisé un workshop qui a réuni des dizaines de jeunes chercheurs (postdoc, MCF, CR) autour du domaine de la turbulence d'ondes et des équations dispersives non linéaires pour échanger sur leurs activités de recherche et potentiellement initier de nouvelles collaborations.

Le workshop, intitulé "Ondes Nonlinéaires et Turbulence", a eu lieu le 5 mai 2023, à l'Institut Henri Poincaré (IHP). Il a été organisé par les membres du projet BOUM : Yvonne Alama Bronsard, Nicolas Camps, Jiao He et Chenmin Sun. Ce workshop visait à rassembler des mathématiciens en début de carrière travaillant sur l'analyse des ondes non linéaires pour présenter leurs activités de recherche et discuter des développements récents dans ces domaines. Le programme comprenait un mini-cours de 2 heures sur la théorie mathématique de la turbulence d'ondes, accessible aux doctorants, et quatre présentations scientifiques sur le thème de la turbulence d'ondes et des équations de Schrödinger non linéaires. Il y avait 30 participants, principalement des doctorants et postdocs, plusieurs jeunes enseignants-chercheurs et étudiants en master. Le mini-cours et les présentations ont été bien reçus, et il y a eu de nombreuses questions et discussions stimulantes après chaque présentation et pendant les pauses, le déjeuner, et même après le workshop.

2.1 Mini-cours

Autour de la description de la turbulence d'onde via l'équation cinétique d'onde par Charles Collot

Le mini-cours a été divisé en deux parties. Dans la première partie, Charles Collot a présenté une introduction à la turbulence d'onde, discutant des principaux problèmes physiques, tels que la compréhension du spectre de Fourier et les transferts de masse et d'énergie des petites solutions des équations d'onde non linéaires. La dérivation formelle de l'équation cinétique d'onde a été présentée pour l'équation de Schrödinger non linéaire cubique. Collot a introduit les concepts de base des non-linéarités faibles, des résonances, et de données aléatoires, ainsi que les outils de base des diagrammes d'interaction de Feynman.

Dans la deuxième partie, les résultats récents sur la dérivation rigoureuse de l'équation cinétique d'onde ont été présentés. L'orateur a également discuté des propriétés de base de l'équation cinétique d'onde, en utilisant le cas isotrope 3D comme exemple modèle. La preuve que le spectre de Kolmogorov-Zakharov pour une cascade de masse inverse est un état stable bien défini de l'équation a été le résultat principal de cette partie. Quelques résultats de stabilité ont été mentionnés à la fin.

2.2 Présentations

Anxo Biasi

Dynamique faiblement non linéaire des ondes spatialement confinées

Anxo Biasi a donné une présentation à l'interface entre la physique et les mathématiques, se concentrant sur des ondes faiblement non linéaires soumises à des mécanismes de confinement tels qu'un domaine compact ou un potentiel confiné. Biasi a expliqué que ces scénarios diffèrent significativement des systèmes non bornés, car ils manquent le principal mécanisme de stabilisation asymptotique en absence de confinement. La discussion a couvert divers phénomènes présentés par ces ondes confinées, tels que les cascades turbulentes, la précession périodique des vortex, les récurrences de Fermi-Pasta-Ulam.

Louise Gassot

Problème de Cauchy de faible régularité pour les équations de type Schrödinger

Louise Gassot a discuté de l'équation de Schrödinger dans le régime surcritique, pour lequel le problème de Cauchy est mal posé. Ici, surcritique se réfère à la régularité de Sobolev qui est surcritique par rapport au changement d'échelle laissant l'équation invariante. Gassot a montré que l'ensemble pathologique de données initiales est G_δ -dense. C'est un résultat complémentaire à ceux manifestant le caractère bien posé probabiliste de l'équation des ondes avec des données initiales aléatoires.

Ricardo Grande

Étude statistique de la formation des vagues extrêmes

L'exposé de Ricardo Grande s'est concentré sur la formation de vagues de haute amplitude, extrêmes en mer, d'un point de vue probabiliste. Grande avait identifié le premier terme du développement asymptotique de la probabilité

d'occurrence d'une telle vague quand la hauteur de la vague tend vers l'infini. Il a abordé les données initiales les plus probables qui produiraient une vague extrême, fournissant une caractérisation probabiliste de l'ensemble des vagues extrêmes pour l'équation NLS. Il parlait également les *Water-wave equations* dans le régime faiblement non linéaire.

Antoine Mouzard

Dispersion, phase aléatoire et turbulence d'ondes

L'exposé d'Antoine Mouzard avait tourné autour d'une nouvelle famille de données initiales pour l'équation de Schrödinger non linéaire cubique bidimensionnelle sur le plan réel. Motivé par le lien entre la régularité de la variété résonante et les propriétés dispersives de l'équation, Mouzard avait décrit l'évolution temporelle des données initiales déterministes et aléatoires à différentes échelles de temps. Il avait présenté des calculs explicites et avait identifié deux régimes différents où l'évolution temporelle converge vers l'opérateur cinétique mais avec différentes formes de convergence, résultant de résonances ou de quasi-résonances.

3 Conclusion

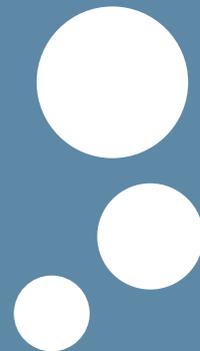
Le workshop sur *Ondes Nonlinéaires et Turbulence* à l'Institut Henri Poincaré a rassemblé des mathématiciens en début de carrière et des étudiants travaillant sur les équations dispersives non linéaires et la turbulence d'ondes. Ils ont pu présenter leurs activités de recherche et discuter des développements récents dans leurs domaines. Le mini-cours et les quatre présentations par les jeunes chercheurs ont été bien reçus, suscitant de nombreuses questions et des discussions stimulantes.

Autour du même modèle de l'équation de Schrödinger non linéaire, la diversité des sujets, y compris la théorie mathématique de la turbulence d'ondes, les problèmes de régularité, le principe de grande déviation, et les simulations des dynamiques non linéaires des ondes spatialement confinées, a mis en évidence les efforts et avancements en cours dans l'étude des ondes non linéaires et de la turbulence. Les participants, principalement des étudiants en doctorat/master, des postdocs et plusieurs jeunes enseignants-chercheurs, ont profité de l'opportunité d'échanger des idées, d'apprendre de leurs pairs et de nouer de nouveaux liens. Le succès de l'atelier montre le potentiel pour des événements similaires à l'avenir, continuant à promouvoir le développement et les progrès dans la recherche sur les ondes non linéaires.

4 Équipe d'organisation

- Yvonne Alama Bronsard, Thésard, Sorbonne Université.
- Nicolas Camps, Postdoc, Nantes Université.
- Jiao He, Maître de conférences, Université Paris-Saclay.
- Chenmin Sun, Chargé de recherche, CNRS & Université Paris Est Créteil.

Compte rendu CEMRACS'23



par :

Didier AUROUX

Konstantin BRENNER

Martin CAMPOS-PINTO

Bruno DESPRES

Victorita DOLEAN

Emmanuel FRENOD

Stéphane LANTERI

Victor MICHEL-DANSAC

COMITÉ D'ORGANISATION CEMRACS 2023¹

Dans ce texte, nous décrivons notre expérience en tant qu'organisateur du CEMRACS 2023 et dressons quelques conclusions qui pourraient être utiles aux organisateurs des futurs CEMRACS.

En guise de préambule, nous adressons nos remerciements les plus sincères à la SMAI et notamment à Olivier Goubet qui nous a fait confiance en nous autorisant à implémenter (après accord du bureau) un certain nombre de changements par rapport aux années précédentes. En particulier, la SMAI s'est portée garante dans notre contrat avec Vitamin Events et a été à notre écoute tout le long de l'organisation. Merci également à Michel Mehrenberger/Hélène Hivert (CEMRACS 2022) et Olga Mula (CEMRACS 2021), qui ont partagé des conseils extrêmement précieux nous permettant de bien fonctionner et aussi d'améliorer certains aspects. Même en l'absence d'un document expliquant l'organisation, la communication avec nos prédécesseurs a été efficace. Et finalement, un grand merci aux équipes du CIRM (audio-vidéo, bureau, hôtellerie et restauration, ...) sans lesquelles la gestion au quotidien aurait vite tourné au cauchemar.

1. cemracs23@smi.emath.fr

Le choix de la thématique

Pour organiser un CEMRACS, il faut s'assurer avant toute chose qu'il y a un potentiel et un public pour une école d'été et suffisamment d'intérêt dans la communauté scientifique - en gros, avoir un argument puissant pour lancer le processus. Dans notre cas, le problème a été relativement facile car il y a actuellement beaucoup d'engouement pour le Scientific Machine Learning (SciML) mais probablement pas assez de cours et de formations sur des sujets spécifiques. C'est donc un sujet intéressant à la fois pour les jeunes chercheurs et pour les industriels. D'une manière générale, certains thèmes entraînent donc facilement une forte participation. Pour les thèmes qui seraient moins en vogue, communiquer activement et très en amont, en cherchant notamment des orientations pour ouvrir le sujet et attirer des projets applicatifs/industriels.

L'équipe organisatrice

On sous-estime souvent le travail que cela suppose, donc il faut partir du principe qu'il y en aura beaucoup (page web, communication assez continue, finances, aspects typiques liés à l'école d'été, appel à projets et recrutement des étudiants, lien avec les différents services du CIRM et retour) et beaucoup d'imprévus (comme la plateforme d'hébergement qui peut tomber en panne pendant deux mois, trois mois avant l'école d'été). Il y a beaucoup de travail de fourmi, et c'est la partie qu'il faudrait peut-être automatiser le plus. Du coup, il faut une équipe organisatrice assez importante (de préférence constituée de 5-6 personnes avec des rôles précis et peut-être 1-2 prêts à répondre à l'avalanche de mails). La taille de l'équipe est aussi justifiée par une présence sur site d'au moins deux coordinateurs à tout instant. D'une manière générale, les contraintes personnelles font que les organisateurs des éditions précédentes ont aussi passé (avec peu d'exceptions) en moyenne 2-3 semaines sur place.

Timing et financement de base

Dans notre cas, la prise en mains de l'organisation n'a pas été simple car nous avons commencé en avril 2022, ce qui est trop tard pour se renseigner sur tous les aspects notamment financiers. Il faut savoir qu'en plus d'une proposition scientifique, les organisateurs doivent s'appuyer sur des financements parallèles, et sur un fond de base qu'on a estimé à 20k€-25k€. Ceci est un peu contraire au

fonctionnement des grandes structures similaires comme ICMS, Oberwolfach (ou même le CIRM pour certains types d'événements). Gagner le droit d'organiser un événement d'une telle envergure et être prêt à s'investir dans une telle aventure, devrait par principe s'assortir de l'obtention d'un budget de base (ou de sécurité) permettant d'éviter le stress des imprévus financiers (invitation des speakers, pauses café, captation, séjours des organisateurs, etc..), qui aurait vocation à être récupéré sur les recettes de l'école d'été.

L'AAP pour les écoles thématique CNRS est en mars et il n'y a aucune garantie d'obtention. Si on rate cet AAP, il n'y a plus d'AAP pour l'organisation de colloques (à part peut-être celui de l'EMS en juillet). Sans ces financements "faciles", on a dû faire appel aux demandes CNRS via les labos de Nice et Strasbourg (9 k€), aides aux colloques et mission jeunes chercheurs de l'Inria (5 k€). Localement, on a eu la chance que l'Université Côte d'Azur débloque des fonds spécifiques (6 k€). Grâce à ces financements locaux, la gestion des missions des invités a été assurée par le secrétariat du LJAD et l'équipe Inria Atlantis, de l'Université Côte d'Azur. Les fonds propres de certains (ANR/Inria/labos) ont permis de financer en partie les séjours des organisateurs. Avec une garantie de financement tardive, on a eu un fonctionnement très parcimonieux jusqu'à la fin. Cela étant dit, on a eu la chance que l'école d'été ait été un succès, et on a ainsi réussi à équilibrer les comptes en faisant peu appel aux fonds propres.

Le projet scientifique a été présenté en CS du CIRM en mai/juin. Notre proposition est passée une seconde fois en octobre (alors qu'il n'y avait pas d'autre alternative de projet CEMRACS, mais le CS voulait s'assurer qu'on était sur la bonne voie!). Nous estimons que la réalité de terrain du CEMRACS est un peu plus complexe que celle d'une conférence normale et de ce fait, le CS du CIRM n'en perçoit peut-être pas tous les aspects. On pense notamment à la demande du CS d'avoir au moins 3 étudiants par projet, alors que peu de projets ont pu financer à la base 3 étudiants. Grâce aux doctorants financés par CIMPA ou Afri-maths (4 en tout) ou bien ceux ayant des fonds propres, on a néanmoins réussi à satisfaire cette demande pour la plupart des projets.

PROPOSITIONS

- Mise en place d'un compte "CEMRACS" peut-être au sein même de la SMAI qui serait alimenté par les profits des années d'avant, ou même par des donations libres d'industriels souhaitant soutenir à terme l'événement.
- Création éventuelle d'une Fondation CEMRACS qui aurait un budget

propre (un peu à l'image de la Fondation Oberwolfach qui a beaucoup de donateurs) et un conseil scientifique - ce conseil aurait le même rôle que le CS du CIRM, et en plus celui d'attribuer le budget de base.

- Soumission des propositions pendant l'année n-2 par rapport au planning des CEMRACS, un peu à l'image d'autres événements internationaux demandant des moyens et une préparation conséquente.

École d'été

Historiquement, la partie école d'été et celle des projets étaient traités d'une manière unique, ce qui permettait que les étudiants formés en école d'été mettent ensuite en œuvre leurs connaissances lors des projets. Cependant, du point de vue de la gestion, il s'agit bien de deux événements distincts avec des participants potentiellement différents et un public plus large pour l'école d'été. Pour cette raison, nous avons décidé de déconnecter les deux événements et de sous-traiter la gestion des inscriptions en école d'été à Vitamin Events (société recommandée par Albert Cohen, et qui avait déjà géré d'autres conférences de la SMAI). L'aide qu'on a reçue est absolument inestimable, surtout en regard du faible coût de la prestation; on a eu un support très professionnel et fiable du début à la fin. À noter que ce type de fonctionnement a largement simplifié plein d'aspects pratiques, y compris le suivi des paiements, mise à jour automatique de la base de données des inscrits, délivrance des factures, plusieurs remboursements etc, toutes ces tâches étant incluses dans le contrat.

Ce fonctionnement nous a permis de lancer la communication et les inscriptions en école d'été beaucoup plus tôt que d'habitude, et d'assurer, en temps réel que l'on avait assez d'inscrits (mais pas trop, via un système de modération). La communication a été lancée dès le mois de décembre avec la création d'une liste de diffusion, et le site d'inscriptions a été ouvert en février 2023. Finalement, on a rempli l'amphi A1 du CIRM (80 participants + 15 organisateurs / speakers / assistants = 95 personnes sur place), et on a eu presque 60 participants à distance (le nombre en présentiel étant limité par la capacité de l'amphi principal).

Le paiement de l'école d'été s'est fait séparément pour les frais d'inscription et le paiement des frais de séjour au CIRM. Pour les frais d'inscription, le paiement a été géré par Vitamin Events, qui proposait de payer par carte, virement ou bon de commande. Pour le séjour, les participants ont été prévenus des modalités de paiement du CIRM et de leurs limites 3 mois à l'avance.

Un point de vigilance qui nous a été signalé par quelques participants. La communication et la pub de ce CEMRACS a été faite assez largement à l'international et la création d'une mailing liste dédiée a largement facilité la transmission de l'information. Ce qui fait que les inscriptions ont pu se faire assez vite, et cela a surpris plusieurs collègues (habitués au fonctionnement classique) car il ne restait plus de places en présentiel dès le mois de mars.

PROPOSITIONS

- Déconnecter l'événement école d'été des projets. En effet, l'école d'été peut être rendue assez autonome, mais ses revenus peuvent alimenter la partie Hackathon.
- Le système de paiement du CIRM (que du sur place, ou alors bon de commande groupé 4 personnes minimum de chaque institution, ou carte bleue par téléphone!) demande quelques précautions et plein d'explications en amont, mais tout s'est finalement bien passé et les participants ont intégré les règles rapidement.
- Un système en ligne sécurisé pour régler les frais de séjour du CIRM par carte ou par virement serait donc le rêve.

Hackathon (ou 5 semaines de projets)

Classiquement, les projets du CEMRACS avaient un financement essentiellement industriel. On demandait un ticket d'entrée forfaitaire de 12 k€TTC par projet (ce qui inclut l'hébergement des deux doctorants pendant les 5 semaines, participation à l'école d'été, quelques jours sur place pour leurs encadrants et un petit surplus qui alimentait le budget global). Ce type de fonctionnement supposait une gestion spécifique (avec le transit de cette somme par la SMAI qui reverse au CIRM le frais HT correspondant à l'hébergement, la gestion des frais d'inscription pour l'école d'été étant faite à part). Un changement s'est produit au fil des années et les projets ont eu pour la plupart des financements académiques. Ce phénomène a été encore plus manifeste dans la période post-Covid (CEMRACS 2021 et 2022) où le mythe de l'industriel riche prêt à déboursier pour un projet de 5 semaines la somme correspondant au salaire d'un stagiaire pour 6 mois semble s'effondrer. Par exemple, CEMRACS 2022 a eu un seul projet sur les 11 financé par un partenaire industriel.

Devant cette parcimonie des moyens, on a décidé de faire payer au porteurs des projets (essentiellement académiques) le prix coûtant uniquement pour les 5 semaines de projets (sans obligation de financer l'école d'été) en demandant dès le début un engagement financier basé sur un devis personnalisé délivré par le CIRM. Certains porteurs sont arrivés avec leurs doctorants ou post-doctorants, et pour d'autres projets on a fait le recrutement nous-mêmes (encore une fois, séparément de la participation éventuelle à l'école d'été, qui n'était plus une obligation tout en restant fortement recommandée). Nous avons eu un total de 12 projets avec une moyenne de 3 étudiants par projet comme demandé (certains projets ont même eu 4 étudiants). De nouveau, une belle participation internationale (4 étudiants venus d'Afrique recrutés via CIMPA et Afrimath, un projet financé par un porteur norvégien de Bergen, un projet financé par Max Planck Institute of Plasma Physics de Munich). Au total, 13 participants aux projets (sur 36) venaient de l'international.

PROPOSITIONS

- Démarcher les industriels ou les éventuels porteurs bien en amont du CEMRACS, peut-être année n-1, la grosse difficulté a été de trouver déjà des expressions d'intérêt (tout en s'étant pris 9 mois à l'avance) et ensuite fidéliser ceux qui ont manifesté un intérêt et les convaincre de passer à l'étape de l'engagement financier (4-6 mois avant le CEMRACS). Peut-être avoir déjà un carnet d'adresse tout fait et l'enrichir au fil des années (par exemple il y a déjà des partenaires "historiques" du CEMRACS comme IFPEN, CEA, EDF) tout en sachant que dépendant de la thématique cela pourrait évoluer d'une année à l'autre.
- Faciliter la gestion des projets avec une comptabilité plus directe. Peut-être le modèle de fonctionnement "forfaitaire" peut marcher mais cela engendre un travail de type secrétariat et administratif considérable aux organisateurs même en comptant sur le secrétariat de la SMAI (selon les témoignages des organisateurs du CEMRACS 2021 et 2022). De notre côté, on n'a pas sollicité la SMAI pour ces tâches, en revanche les services administratifs du CIRM ont joué un rôle plus actif (pour la partie gestion des projets notamment), et globalement pour la partie hébergement.

Points divers

Pour notre CEMRACS, nous avons renoncé aux traditionnels flyers ainsi qu'à l'affiche papier. Dans l'ère numérique les moyens de communications virtuels sont très nombreux, efficaces et souvent gratuits. En contrepartie, on a investi dans la captation des cours (2k€), transmission à distance via zoom aux 60 participants virtuels et ensuite mise à disposition des vidéos via la chaîne YouTube du CIRM. On a également pris en charge les repas spéciaux une fois par semaine pendant 6 semaines, ainsi que les pauses café pour un moment de convivialité tous les jours du CEMRACS (y compris les semaines des projets.)

A noter aussi que malgré notre budget très serré et la gestion très stricte, après le paiement de toutes les factures, il reste un budget d'environ 7 k€TTC dans le compte ouvert par Vitamin Events qui sera reversé à la SMAI à la clôture des opérations. On souhaiterait que le reste (après la prise en charge des proceedings) soit mis à disposition de futurs organisateurs du CEMRACS.

Feedback de la part des participants

Un questionnaire anonyme a été envoyé aux participants, les réponses ci-dessous montrent que l'évènement en son ensemble a été très apprécié. On a eu une forte participation internationale que ce soit pour l'école d'été et le hackathon.



École d'été

For me it was a possibility to dive into the recent developments of the field and i am very grateful that this summer school was organized, since now, at my workplace, we move on with projects inspired by the summer school

I found the organization of the summer school to be great from a scientific point of view, especially the computer sessions, which were doable even in remote.

The organization was really good. It was sometimes hard to follow the computer sessions, as I usually took longer to complete a task than was planned, but I guess there is few that can be done about it.

It's my first time and I loved it! There are a lot of resources and the seminars are really interesting

I have attended other summer schools, this one was well organised.

I really enjoyed CEMRACS overall, and I will definitely go again if I can.

Extremely memorable and well-organised event.

I really appreciated the scientific content of the summer school, which provides a global overview of the field in a quite short space of time.

This was my first time attending any CEMRACS event. I had a good impression of the event and I would consider attending in person for any future relevant events.

Hackathon

The CEMRACS experience was a wonderful one. I was able to learn many things from my group members and our supervisor, Nicolas Trafny. My group members were very accommodating and ready to help me. They made my stay a memorable one.

I really liked this event, and more than the summer school. From a scientific point of view it was incredible because of the variety of subject and the time allowed for the hackathon. But it might be really different for every subject, I had a more theoretical subject. For the human point of view it was amazing, there was many

different countries represented and everyone were pretty accessible. Communication was really easy.

Learnt to code a machine learning workflow from scratch. Meeting and dealing with people from diverse backgrounds was a unique experience at a unique setting.

Scientifically interesting and very useful for extending your professional network.

Génial! Great working environnement, great meetings, super ambiance!

I have nothing to say except that it was a superb scientific and human experience, and that i really enjoyed working with other students from different backgrounds.

Great event! the interaction with others participants is great, exchange about our thesis and potentially to get some help about our difficulties in the PhD. Create links for future exchange. To acquire knowledges within others researchs area thanks to the others participants.

Choses à améliorer ?

The virtual participation could be improved but the overall content and structure was great.

Registration problems with CIRM in advance were an issue.

The possibility to get a bon de commande from CIRM.

Send students a questionnaire to estimate their level of knowledge in coding and in some specific maths topics ?

Give a crash course in git ?

Air conditionning in bedrooms would be very cool addition :)

Couldn't pay for accommodation with a temporary credit card that my institute provides. This would have made the payment much easier for me.

The payment of the accommodation was a nightmare (but I guess out of the hands of the organisers).

Yes, booking accommodation with family.

The kitchen can be improved a bit.

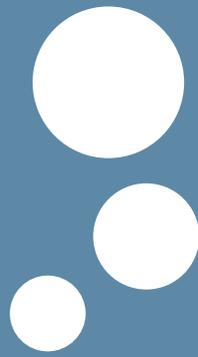
Conclusion

En guise de conclusion, le CEMRACS est une très belle aventure pour les organisateurs et les participants dans un cadre absolument magnifique (le CIRM) doté d'exceptionnelles conditions de travail. Si on pouvait simplifier le parcours du combattant des organisateurs et systématiser le processus, le CEMRACS pourrait devenir un événement scientifique de rêve qui se démarquerait clairement au niveau international par sa particularité.

PROPOSITIONS FINALES

- Pourquoi pas des événements itinérants (écoles sous le label CEMRACS) dans d'autres endroits que le CIRM ?
- On a observé la popularité de ce thème scientifique (SciML) pour un événement tel que le CEMRACS - ça peut donc être une orientation intéressante pour d'autres éditions ?

Du côté du réseau MSD-DE et des entreprises



par :

Christian Gout¹ – Laboratoire de Mathématiques de
l'INSA Rouen

FEM 2023



Le forum Entreprises & Mathématiques (**FEM 2023**) a eu lieu le **10 octobre 2023, au CNAM à Paris**. Le site internet du FEM 2023 : <https://2023.forum-entreprises-maths.fr/public/pages/index.html>

¹. christian.gout@agence-maths-entreprises.fr

Merci à tous les participants, étudiants, doctorants, entreprises, associations, merci aux formations, aux sociétés savantes de mathématiques aux instituts de recherche d'avoir répondu présents au 12ème Forum Entreprises & Mathématiques ce mardi 10 octobre 2023.

Merci à toute l'équipe du CNAM de nous avoir accueilli, cette journée a été une réussite avec un millier de visiteurs!

Les vidéos des tables rondes et de la remise du prix de thèse seront bientôt en ligne! Un compte rendu détaillé sera réalisé pour Matapli 133.



FIGURE 1 — Félicitations à Guillaume Dalle qui s'est vu remettre le prix de thèse Mathématiques et Entreprises 2023 pour son travail en collaboration avec la Groupe SNCF! Bravo également aux finalistes Philippe Marchner et Joseph de Vilmarrest!



(crédits photos : Audrey Rouy, Christian Gout, Groupe HLI)

APPEL À PROJETS PEPS THÉMATIQUE AMIES – MATHÉO : MATHÉMATIQUES DE L'EAU.

AMIES et la Direction des Relations avec les Entreprises (DRE) du CNRS lancent un appel à projet PEPS – Projets Exploratoires, Premiers Soutiens – sur les « Mathématiques de l'Eau » visant à accompagner les acteurs industriels, institutionnels, associatifs ou les collectivités dans leurs processus d'innovation liés à la thématique de l'eau. Cet appel s'intègre dans un axe stratégique de la DRE de développer les partenariats recherche avec les acteurs économiques de la Filière de l'eau. Comme pour les PEPS AMIES classiques, il s'agit de co-financements de projets de recherche entre un laboratoire et un partenaire socio-économique (entreprise, association, collectivité, etc). Les partenaires académiques éligibles sont les unités CNRS, UGA et les équipes Inria. Il est attendu que le partenaire socio-économique finance directement au moins la moitié du projet, attesté par une lettre d'engagement. La date limite de dépôt des projets MATHÉO est fixée au 30 novembre 2023, la notification des résultats sera faite à partir du 10 janvier 2024.

Objectifs de l'appel.

AMIES accompagne les collaborations de recherche en mathématiques avec les entreprises ou la société. Ces collaborations sont porteuses de développements méthodologiques et pratiques, à visée sociétale ou industrielle. Le but de cet appel est de favoriser leur dynamisme en finançant des partenariats entre le monde académique d'un côté et le monde associatif, institutionnel ou de l'entreprise de l'autre. Cet appel concerne les eaux continentales dans leurs environnements naturels ou artificiels. Parmi les thèmes possibles, de façon non limitative, citons :

- L'accès à l'eau, le suivi des eaux usées, les détections de fuite et la maintenance du réseau, optimisation de la distribution, prédiction, etc.
- La modélisation des réseaux hydrographiques, les nappes phréatiques, les systèmes aquifères, étude de leurs évolution géomorphologiques, interactions avec les systèmes artificiels (urbanisation, prélèvements, réalimentation, masses d'eau artificielles, ...) etc.

- L'hydrologie et la prédiction des crues, etc.
- Qualité des eaux dans les réseaux naturels ou artificiels, suivi de la pollution, nettoyage des eaux, etc.
- Hydro-électricité, gestion des usages (industrie, agriculture, ...), prélèvement de l'eau.
- Risques liés aux aléas climatiques (sécheresse, inondations) et les questions d'assurances associées.

Modalités et procédure.

Toute personne envisageant de déposer un projet est vivement encouragée à contacter prioritairement son facilitateur AMIES local ou sa facilitatrice AMIES locale afin de valider les contours du projet et son adéquation au programme PEPS Eau ².

Les projets soumis doivent clairement identifier la thématique ciblée, les verrous scientifiques sous-jacents, un résumé synthétique de l'état de l'art sur le sujet, les contributions visées et l'intérêt pour le partenaire socio-économique. L'apport (au moins 50% de financement direct) du partenaire socio-économique doit être présenté et attesté par une lettre d'engagement qui doit préciser la destination des crédits demandés. A noter que la contrainte des 50% de cofinancement peut être légèrement relâchée dans le cas de collaborations avec des associations par exemple. La personne responsable du projet doit appartenir soit à une unité CNRS ou UGA, soit à une équipe Inria. Un contrat de collaboration devra être signé entre le partenaire socio-économique et le laboratoire académique.

Deux niveaux de financements sont possibles : PEPS 1 plafonné à 10 k€, et PEPS 2 pouvant déboucher sur des demandes autour de 50 k€. Les détails sont disponibles à l'adresse : <https://www.agence-maths-entreprises.fr/public/pages/activities/contrats.html>.

Les indemnités de stages et salaires (CDD ingénieur, post-doc par exemples) et les frais de fonctionnement et missions sont éligibles. Les achats de matériels ne sont généralement pas éligibles. Les crédits alloués seront versés à l'unité académique de rattachement de la personne responsable du projet ; cette dernière s'engage à fournir un rapport scientifique et financier au terme du projet.

2. voir <https://www.agence-maths-entreprises.fr/public/pages/presentation/contact.html#les-facilitateurs>

Les dossiers sont à déposer via le formulaire disponible sur le site internet d'AMIES³, avant le 30 novembre 2023.

Les demandes seront étudiées par le bureau d'AMIES. Elles doivent comporter :

1. un descriptif du projet envisagé précisant la thématique, les verrous scientifiques sous-jacents, un résumé de l'état de l'art, les contributions visées et l'intérêt pour le partenaire socio-économique, les enjeux et méthodes scientifiques,
2. une lettre d'engagement du partenaire socio-économique,
3. un budget détaillé précisant notamment les contributions de chaque partenaire. Un modèle de document à remplir est disponible sur le site de soumission du projet.

Les projets lauréats participeront à un évènement de restitution pour présenter leurs résultats. Pour tout complément d'information, écrire à peps@agence-maths-entreprises.fr avec comme objet [PEPS MATHÉO].

Nous rappelons le lien général afin de déposer un projet PEPS : <https://www.agence-maths-entreprises.fr/public/pages/forms/peps/new>



Christian Gout

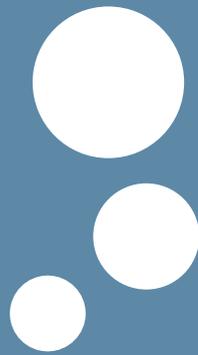


Professeur en mathématiques à l'INSA Rouen Normandie, Christian Gout travaille en traitement d'images, optimisation de formes et approximation de données.

Email :

christian.gout@agence-maths-entreprises.fr

3. <https://www.agence-maths-entreprises.fr/public/pages/forms/peps/new> (choisir l'appel « Appel Mathéo 2023 »)



par :

Anne CORTELLA — Université de Montpellier

Edwige GODLEWSKI — Sorbonne-Université

Le Collectif Maths&Sciences a commencé à se former en février 2022, suite au relais par les médias des alertes sur la chute de la part des filles en mathématiques au lycée, rapidement documentée dans un premier communiqué. Précisons que l'objectif de cette note de février 2022 était de fournir une synthèse chiffrée et référencée au sujet des impacts de la réforme du lycée sur la formation des élèves en mathématiques. La première note a été suivie de l'analogie sur la formation en sciences, et se sont enchaînées les publications d'autres textes et communiqués. Toutes les données sur lesquelles s'appuient les analyses du Collectif sont publiques, provenant le plus souvent de la DEPP (Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance du Ministère chargé de l'Éducation nationale) et du SIES (Systèmes d'Information et Études statistiques, service du ministère de l'enseignement supérieur), et leurs sources sont indiquées. Ce travail précis d'analyse et de mise en valeur de résultats issus de statistiques publiques rend ces données incontestables, même s'il y a eu quelques réactions officielles tentant de les présenter différemment. Ces textes « fondateurs » et les suivants sont disponibles sur le site <https://collectif-maths-sciences.fr> comme sur ceux de tous les membres du collectif. Ils ont également suscité un grand nombre d'interventions de membres du collectif et d'interviews dans les médias grand public.

On peut donner quelques éléments de contexte et d'histoire. En 2022, alors que le nouveau baccalauréat a été inauguré en 2021, le collectif s'est mis en place pour informer une large audience nationale des conséquences négatives de la réforme du lycée de 2018, promue par le ministre de l'époque, Jean-Michel Blanquer, sur la formation scientifique. Rappelons par exemple que le tronc commun du lycée général ne comportait plus de mathématiques à partir de la classe de première et n'offrait en tout et pour tout que 2 heures d'« Enseignement scientifique » sur un total de 16h (en Première) ou 15h30 (en Terminale). Le premier

communiqué soulignait les questions d'inégalités et de disparités dans les choix d'orientation des élèves, entre filles et garçons et entre grandes catégories socio-économiques des élèves concernés. L'initiative a reçu la première impulsion des sociétés savantes (SMF, SMAI, SFdS) et associations ou structures liées aux mathématiques, dont *femmes et mathématiques* et la CFEM (commission française pour l'enseignement des mathématiques) et l'ADIREM (Assemblée des directeurs d'Instituts de recherche sur l'enseignement des maths), avec la volonté de ne pas mener une campagne restreinte et corporatiste, et le collectif s'est ouvert rapidement et de plus en plus largement à d'autres sciences, dont les enseignements semblent indissociables de ceux des mathématiques et ont également été mis à mal par la réforme.

Cet élargissement a été facilité par le fait que, en amont de la réforme des lycées, des réflexions avaient été menées au sein d'un groupe interdisciplinaire sciences (GIS) plus informel, pour proposer des programmes cohérents pour la formation scientifique au lycée, que ce soit celle des futurs scientifiques ou celle du citoyen. Le GIS s'est formé d'abord autour des disciplines de « physique-informath », avec des représentants des sociétés savantes (SMF, SFP, SIF) et des associations d'enseignants (APMEP, UdPPC, UPS¹) s'inquiétant de la dégradation de la formation scientifique au lycée depuis le bac 2013. Il y avait eu, précédant le GIS, divers groupes de réflexion sur l'enseignement scientifique (des sciences dites « dures ») autour des commissions Enseignement de la SMF, de la SFP, ou de la SIF. Fin août 2017, dans la perspective d'une prochaine réforme des programmes de lycée, que les annonces ministérielles avaient rendu probable dans des délais assez courts, le GIS, du moins des représentants de ses composantes, a même été auditionné par un membre du cabinet du ministre auquel ont été remis les projets que le groupe avait rédigés. La suite a hélas montré le peu de considération que cette approche interdisciplinaire a reçue.

Le fait que les divers communiqués du Collectif aient reçu une large audience médiatique et soient soutenus de plus en plus largement par diverses structures du monde économique dépassant celui de l'éducation, comme Talents du numérique, Institut des actuaires, Numeum, montre – on pourrait dire hélas – la justesse du propos. Jusqu'à présent, la réponse de l'institution (MEN), qui n'a jamais reçu le Collectif, s'est réduite à l'introduction d'une heure trente de mathématiques dans le tronc commun, pour les élèves qui ne choisissent pas la spécialité en première, fausse bonne décision contestée dans plusieurs communiqués du Collectif. La dernière Tribune du Collectif, publiée le 17 octobre dernier dans la revue *La Recherche* et intitulée « Réforme du lycée : petites failles

1. Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public, Union des Professeurs de Physique et de Chimie, Union des Professeurs de classes préparatoires Scientifiques

ou grandes fractures? » continue à questionner l'état actuel du lycée général, vu principalement du point de vue des conséquences de sa structuration sur la formation scientifique, en mettant à nouveau la lumière sur l'accroissement des inégalités. Il est à noter que cette tribune a été signée par un grand nombre d'associations ne relevant pas de l'enseignement des sciences dites « dures ».

Le Collectif est coordonné par une collègue enseignante-chercheuse de l'Université Paris-Saclay, Mélanie Guenais, qui est vice-présidente de la SMF (commission enseignement) et est également vice-présidente de la CFEM. Elle a été interviewée à de nombreuses reprises, et continue à l'être, dans différents médias, journaux, radio, télévision, ainsi que par des commissions des instances politiques (Assemblée nationale et Sénat), et il faut saluer son engagement, l'important travail pour donner un vrai contenu chiffré aux textes du Collectif, et sa ténacité pour faire largement diffuser les informations et obtenir des soutiens. Elle est bien sûr entourée de représentants des différentes sociétés membres.

Il est important de relayer auprès des scientifiques et du grand public les textes du Collectif, car il y en a encore un long chemin à faire pour que soient prises en compte les analyses qu'ils contiennent. Par exemple, la parution récente des Actes des Assises d'où sont nées « 15 actions » pour une stratégie nationale en direction des mathématiques, conçues avec France Universités², « actions » qui peuvent apparaître comme autant de vœux pieux, nous inquiète : il n'y figure pas les questions de parité, et la mention de l'enseignement se limite à vouloir « Attirer les talents vers l'enseignement secondaire en mathématiques » (action 13). Les annonces ministérielles, pour lesquelles les textes officiels tardent à paraître, cantonnant la formation continue des professeurs de collège et lycée en dehors des face-à-face avec les élèves, et qui paralysent temporairement cette formation, ne manquent pas également d'inquiéter le Collectif.

Par ailleurs le nouveau Ministre de l'éducation nationale et de la jeunesse, Gabriel Attal, a annoncé à l'occasion de la journée mondiale des enseignants (le 5 octobre dernier) le lancement d'une mission « exigence des savoirs » coordonnée par Edouard Geffray, directeur général de l'enseignement scolaire (Dgesc), Caroline Pascal, doyenne de l'inspection générale (Igé), Stanislas Dehaene, président du conseil scientifique de l'éducation nationale (Csen), et Gilles Halbout, recteur de l'académie d'Orléans-Tours. Ils « rendront leurs propositions sous huit semaines pour une première mise en œuvre dès septembre 2024 ». Le Collectif ne souhaite pas s'inscrire dans cette précipitation et continue à mener une réflexion approfondie en dehors de ce calendrier. Nous ne savons pas si les événements tragiques récents, apportant d'autres préoccupations et priorités, sont suscep-

2. Voir sur le site de l'Insmi : <https://www.assises-des-mathematiques.fr/apres-les-assises-les-actes/les-actes-des-assises>.

tibles de retarder le travail de la nouvelle mission. Souhaitons néanmoins que les contributions que le Collectif a déjà apportées lui seront utiles et rencontreront de la part du ministre une oreille plus favorable que celle de ses prédécesseurs au MEN.

Il est rappelé aux personnes qui souhaitent faire apparaître un résumé de leur thèse ou de leur HdR que celui-ci ne doit pas dépasser 400 mots ou 3000 caractères. Le non-respect de cette contrainte conduira à une réduction du résumé (pas forcément pertinente) par le rédacteur en chef, voire à un refus de publication.

HABILITATIONS À DIRIGER DES RECHERCHE

► *Habilitation soutenue par* : **Marianne BESSEMOULIN-CHATARD**

Construction et analyse de schémas numériques pour des modèles issus de la physique

Soutenue le 12 juillet 2023

Laboratoire de Mathématiques Jean Leray

Résumé :

Les travaux présentés portent sur le développement et l'analyse de schémas numériques de type volumes finis pour des EDP, qui apparaissent notamment dans des modèles issus de la physique. Un intérêt particulier est porté à la préservation au niveau discret de propriétés du modèle continu : comportements asymptotiques (en temps long, à la limite de diffusion) et conservation de quantités physiques entre autres. Une attention spécifique est accordée aux discrétisations, qui sont construites de sorte à pouvoir adapter au cadre discret les outils d'analyse du cadre continu, et ainsi proposer une étude mathématique rigoureuse des méthodes numériques obtenues. La première partie concerne la construction et l'étude de schémas

numériques pour des modèles de semi-conducteurs. D'une part, la convergence en temps long à taux exponentiel d'une discrétisation du système de dérive-diffusion vers l'équilibre thermique est établie. D'autre part, des schémas volumes finis pour le modèle de transport d'énergie, compatibles avec sa structure entropique, sont construits et étudiés. La deuxième partie est dédiée à l'étude de la convergence vers la limite de diffusion de schémas numériques pour des systèmes hyperboliques avec termes sources. Tout d'abord, la limite de diffusion d'un schéma AP pour le p-système avec amortissement est obtenue rigoureusement grâce à une méthode d'entropie relative adaptée au cadre discret. Dans un second temps, la consistance à la limite de diffusion de discrétisations du système de Saint-Venant avec friction de Manning est établie formellement à l'aide de développements de Chapman-Enskog. Enfin, la troisième partie se focalise sur l'analyse numérique de schémas pour des équations cinétiques unidimensionnelles. D'une part, l'hypo-coercivité et la préservation de la limite de diffusion d'un schéma volumes finis pour des équations cinétiques linéaires sans champ électromagnétique sont établies. D'autre part, une étude de stabilité et de convergence de discrétisations conservatives du système de Vlasov-Poisson écrit sous forme d'un système hyperbolique à l'aide de polynômes de Hermite est proposée.

THÈSES DE DOCTORAT D'UNIVERSITÉ

- ▶ *Thèse soutenue par* : **Mocia AGBALESSI**
- ▶ *Sous la direction de* : Miguel A. Fernandez (Inria Paris) et Damiano Lombardi (Inria Paris).

State estimation in fluid-structure interaction from 4D-flow MRI data

*Soutenue le 3 avril 2023
Sorbonne Université*

Résumé :

Cette thèse est dédiée au développement d'algorithmes d'estimation d'état FSI en utilisant des données d'IRM de flux 4D. Elle est motivée par la demande croissante de simulations d'écoulement sanguin patient-spécifique pour l'évaluation de paramètres prédictives calculés à partir du Wall-Shear Stress (WSS). Cependant, les simulations patient-spécifiques soulèvent des difficultés techniques majeures comme l'imposition des conditions aux bords de flux entrants/sortants. Dans le premier chapitre, nous proposons une méthode d'extraction du déplacement et de la vitesse de la paroi du vaisseau, en utilisant un filtrage de Kalman. Le but est de tirer profit au maximum de la richesse des données contenues dans les IRM 4D pour réaliser une reconstruction non-statique et semi-automatique de la paroi de l'aorte dans son mouvement. Un filtre de Kalman est conçu pour corriger une prédiction du mouvement de la paroi issue d'un modèle dynamique simplifié avec des observations provenant d'un opérateur d'observation de position et des données de vitesse de l'IRM 4D. L'observation de position est complétée par les données de vitesse locale sur les images IRM 4D. L'estimation du déplacement de la paroi du vaisseau et de sa vitesse est appliquée à la reconstruction du mouvement d'une vésicule immergée dans un fluide visqueux, pour laquelle des données imitant l'IRM 4D ont été générées. Une application au tracking de la paroi de l'aorte d'un patient est finalement présentée, sous forme d'une segmentation semi-automatique et non-statique de la paroi de l'aorte à partir d'IRM 4D. Les second et troisième chapitres traitent de l'estimation d'état FSI sur un cas académique, celui de la propagation d'une onde de pression dans un tube. Nous proposons une approche

nouvelle pour estimer l'état FSI sans imposer des conditions aux bords en entrée et en sortie de la géométrie. Dans le second chapitre, on suppose que l'onde de pression provoque des variations infinitésimales du tube et avec des approximations cinématiques bien choisies, le problème FSI est réduit à un problème sur domaine fixe, dans lequel la variation de déformation solide est exprimée au moyen des variables d'état fluides. Un premier algorithme d'estimation FSI est alors présenté, basé uniquement sur une méthode de continuation unique en utilisant les mesures de vitesse du fluide. L'algorithme d'estimation d'état FSI est formulée comme une optimisation de l'écart en norme L2 entre la simulation et les données mesurées, sous d'une équation différentielle partielle. Sans spécifier les conditions de flux entrant ou sortant, le problème est mal posé, et la solvabilité est assurée au niveau discret par des termes de stabilisation faiblement consistants. On se ramène ainsi à la résolution d'un système en variables primales et duales. Un second algorithme d'estimation FSI, très similaire à un observateur d'état de Luenberger, est proposée en utilisant le premier algorithme d'estimation d'état FSI pour estimer des conditions aux bords non paramétriques de flux entrants et sortants. Des études numériques illustrent la performance des 2 algorithmes sur domaine fixe. Dans le troisième chapitre, l'estimateur d'état FSI combinant l'étape d'estimation des conditions de flux entrants et sortant par continuation unique et l'observateur de Luenberger est étendue à des problèmes FSI sur domaine mobile. Au lieu d'une résolution monolithique, on utilise des solveurs fluide et solide partitionnés et couplés via des conditions d'interface. En profitant de mesures de déplacement et de vitesse de la paroi du tube, un dernier algorithme est proposé. Une série de tests numériques est effectuée pour illustrer le potentiel de ces nouvelles méthodes.

► *Thèse soutenue par* : **Louna AL SOUKI**

► *Sous la direction de* : Laurent Duval (IFPEN), Rami El-Haddad (université St Joseph de Beyrouth), Clément Marteau (université Claude Bernard Lyon 1)

Régression de données fonctionnelles avec prédiction et interprétabilité : inférence de propriétés en chimiométrie par moindres carrés partiels (PLS) parcimonieux.

Soutenue le 15 juin 2023

Institut Camille Jordan, Université Claude Bernard Lyon 1

Résumé :

La chimie analytique est essentielle pour l'identification, la quantification et la caractérisation de substances chimiques complexes, notamment le pétrole, qui est une partie intégrante de la vie moderne. Leurs propriétés physico-chimiques sont essentielles et peuvent influencer la qualité des produits dérivés, cependant, leur extraction est coûteuse et nécessite beaucoup de ressources. La spectroscopie est une méthode d'analyse rapide largement utilisée qui fournit un profil de signal représenté par des données fonctionnelles pour caractériser les mélanges. Les techniques de chimiométrie peuvent créer des modèles qui prédisent les propriétés, représentées par le vecteur y , en utilisant des spectres d'analyse rapides, représentés par la matrice X . Les deux principaux objectifs de cette thèse sont les suivants : prédire les propriétés physico-chimiques de nouveaux mélanges à partir de mélanges de référence et fournir des informations supplémentaires sur les parties les plus pertinentes du signal. Elle s'inscrit dans un contexte de régression linéaire traitant des données de grande dimension. Cette thèse utilise des données chimiométriques réelles et propose un algorithme de simulation pour générer des données imitant. Une technique de division en calibration et validation appelée CalValXy a été conçue pour l'évaluation des prédictions. Elle met l'accent sur l'exploitation des informations à la fois des variables prédictives X et des variables de réponse y . Des techniques de réduction de dimension, telles que les moindres carrés partiels (PLS) et le lasso, sont explorées. Une nouvelle approche appelée Dual Sparse Partial Least Squares est proposée, combinant les avantages des deux techniques pour une interprétation améliorée et une précision de prédiction accrue. La méthode utilise une norme duale de pénalités sélectionnées, avec quatre types de normes suggérées. Des tests comparatifs démontrent une meilleure interprétation et une prédiction précise. Pour faciliter la mise en œuvre, un package R appelé *dual.spls* comprend tous les algorithmes développés au cours de cette thèse.

- ▶ *Thèse soutenue par* : **Sinda AMMOUS**
- ▶ *Sous la direction de* : Jérôme Dedecker (université Paris Cité) et Céline Duval (université de Lille).

U-statistiques et statistique non paramétrique pour données dépendantes

*Soutenue le 17 mars 2023
MAP5, Université Paris Cité*

Résumé :

Dans cette thèse, on s'intéresse à trois problèmes distincts issus de la statistique non paramétrique pour des données dépendantes : le tests de corrélation de Kendall pour données dépendantes, l'estimation adaptative de densité pour des suites α -mélangeantes et la concentration de la mesure empirique pour la distance de Wasserstein. L'objectif a été d'étendre certains résultats existants pour des données indépendantes dans un cadre dépendant.

- ▶ *Thèse soutenue par* : **Matthias BEAUPÈRE**
- ▶ *Sous la direction de* : Laura Grigori (Inria Paris).

Algorithmes parallèles pour le calcul des décompositions de rang faible des matrices et tenseurs

*Soutenue le 23 mars 2023
Sorbonne Université*

Résumé :

Les matrices et tenseurs figurent parmi les outils les plus répandus de représentation et d'exploitation de l'information. Certaines sources produisent de grandes quantités de données, et déterminer l'information précise présente dans ces données est primordial au sein d'un grand nombre de domaines. D'une autre façon, les simulations numériques produisent parfois des objets très grands comparés à la quantité d'information réelle présente dans le système simulé, comprimer cette information permettrait alors d'effectuer une simulation efficace et peu coûteuse. Pour mettre en place cette simplification, nous considérons les méthodes d'algèbre linéaire telles que

la décomposition en valeurs singulières (SVD) ainsi que la décomposition QR. Elles s'appliquent sur tout type de matrices et fournissent des indices sur l'organisation de l'information, ainsi que des outils efficaces pour les manipuler, comme l'approximation de rang faible. L'approximation de rang faible permet de compresser des matrices de grande taille dans un format réduit, avec ou sans perte. Elle représente la matrice d'entrée comme un produit de matrices plus petites, pouvant être vues comme la projection de la matrice dans un sous-espace, selon deux principes : le sous-espace est de faible dimension ; l'information perdue lors de la projection est moindre. La perte d'information correspond ici à l'erreur entre la matrice originale et son approximation. Ces deux principes antagonistes conduisent au double problème de minimisation sous-jacent : d'une part en fixant la taille du sous-espace et en minimisant l'erreur ; d'autre part en fixant une contrainte d'erreur et en minimisant la taille du sous-espace. Si ces méthodes sont facilement applicables à une échelle raisonnable au moyen d'un ordinateur moderne, elle deviennent difficiles à utiliser sur des matrices de grande tailles, en particulier dépassant l'espace mémoire de l'ordinateur. De nos jours, il est de plus en plus courant de manipuler de telles matrices en sciences des données ou en simulation, et un grand nombre de méthodes des deux dernières décennies permettent de s'y adapter. De telles méthodes suggèrent la division de la matrice (ou du tenseur) sur plusieurs processeurs associés en centre de calcul, et le calcul de l'approximation en parallèle. Le but est alors d'obtenir avec plusieurs ordinateurs une décomposition qui ressemble au mieux à celle calculée par un unique ordinateur. L'échange d'information est autorisé entre les nœuds, mais devrait rester minimal car la communication est la principale cause de ralentissement lors du passage à grande échelle. Cette thèse vise à présenter de nouvelles méthodes parallèles diminuant plus encore le coût des calculs et des communications. Ces nouvelles méthodes permettent de manipuler des matrices de grande taille plus efficacement, économisant de l'espace de stockage et du temps. De plus, elles résument l'information contenue dans une matrice, fournissant une vue interne et découvrant la structure des données. Pour beaucoup d'applications, les données sont fonction de nombreuses variables, alors représentées par un tableau multidimensionnel, un tenseur. Ce document développe cet aspect en orientant une partie de l'étude vers le domaine tensoriel.

- ▶ *Thèse soutenue par* : Etienne BENNEQUIN
- ▶ *Sous la direction de* : Marc Aiguier (MICS, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay).

Challenges of Real-Life Few-Shot Image Classification

Soutenue le 19 septembre 2023

CentraleSupélec, Université Paris-Saclay

Résumé :

In 2015, while deep neural networks achieved super-human performance in large-scale image recognition, we started observing that this performance could not be reproduced with small volumes of data. Deep learning algorithms showed weak results when asked to classify images among classes for which there were given only a handful of examples. In contrast, the ability to recognize new concepts from very few examples was deemed to be a signature ability of human beings. As a result, a new field emerged in the Machine Learning landscape : Few-Shot Learning i.e., the ability to learn from a few examples, or shots. In this new field, we rapidly developed specific algorithms, designed specific benchmarks, and drew many rules and restrictive settings to evaluate Few-Shot Learning methods.

While this abstraction process was very useful for easy comparison and rapid iterations and led to many interesting findings, it also restricted Few-Shot Learning research to the resolution of a toy problem. We find that this artificially created problem is, in many ways, not representative of the real industrial use cases that we encountered at Sicara. In this thesis, we highlight several divergences between academic research and the real use cases for Few-Shot Learning and propose counter-measures to bridge this gap.

Firstly, the standard Few-Shot Image Classification setting uses the assumption that the few available example images (the support set) are drawn from the same distribution as the images we intend to classify (the query set). In reality, this assumption often breaks, when the support set corresponds to images acquired in a controlled environment (e.g., the catalog of an online marketplace) while query images are taken more chaotically (e.g., photos uploaded by individual users). We formalize this problem as Few-Shot Learning under Support-Query Shift and provide specific benchmarks, evaluation processes, and a baseline to quickstart the efforts towards its solving.

Secondly, in many applications of Few-Shot Learning, we cannot enforce that query images do indeed belong to the classes defined in the support

set. This problem, known in the literature as Few-Shot Open-Set Recognition, was already addressed by a handful of previous works. However, the convoluted methods that were designed for this specific problem fail to improve on naive baselines. In this thesis, we leverage the query set through a simple and principled solution to achieve usable performance in Few-Shot Open-Set Recognition.

Finally, we observed that the most popular academic benchmarks presented an important bias, resulting in models being evaluated on few-shot classification tasks that are not representative of real-life applications. Indeed, with those benchmarks, we tend to ask the model to classify between classes that correspond to very distant concepts e.g., distinguishing a pie from a snake. In contrast, most applications involve a distinction between very similar concepts e.g., bacteria from bacteria, tools from tools, food from food, or electronic parts from electronic parts. In this thesis, we propose a new benchmarking method to combat this bias in our evaluation process.

► *Thèse soutenue par* : **María CABRERA CALVO**

► *Sous la direction de* : Katharina Schratz (Sorbonne Université).

Numerical analysis of oscillatory dispersive equations at low regularity

Soutenue le 20 mars 2023

Sorbonne Université

Résumé :

Dans cette thèse, nous étudions trois équations aux dérivées partielles dans le contexte des approximations uniformément exactes. Nous proposons tout d'abord une nouvelle classe de méthodes de splitting uniformément exactes pour l'équation de Benjamin-Bona-Mahony qui convergent uniformément en le paramètre de dispersion ε . Les schémas proposés sont en outre asymptotiquement convergents et préservent la limite KdV. Nous conduisons une analyse rigoureuse de la convergence des schémas de splitting en exploitant les propriétés de régularisation du système. Cela nous permettra d'établir de meilleures bornes d'erreur avec un gain soit en régularité (pour les solutions non lisses) soit en le paramètre dispersif ε , le dernier cas étant intéressant dans les régimes de petit paramètre dispersif. Nous montrerons en particulier que, dans le cas classique BBM où $P(\partial x) = \partial x$, le schéma de Lie splitting

ne requiert aucune régularité spatiale, c'est-à-dire que la convergence temporelle du premier ordre se vérifie dans H^r pour les solutions dans H^r sans aucune perte de dérivée. Cette estimation est uniforme en ε . Dans des régimes régularisants $\varepsilon = O(1)$, nous gagnons même une dérivée avec notre discrétisation temporelle au prix d'une perte en termes de $1/\varepsilon$. Nous traitons ensuite un problème hautement oscillatoire qui nécessite des schémas numériques ciblés. Nous proposons une nouvelle classe de méthodes numériques uniformément exactes pour l'équation de Klein-Gordon qui capturent les régimes classiques $c = 1$ ainsi que les régimes non-relativistes hautement oscillatoires $c \gg 1$ et, en même temps, permettent des approximations de régularité faible. Plus particulièrement, les schémas convergent avec un ordre en τ et τ^2 , respectivement, sous des hypothèses de régularité plus faibles que celles requises par les schémas classiques. Les nouveaux schémas préservent en outre la limite vers l'équation non linéaire de Schrödinger (NLS) au niveau discret. Plus précisément, nous concevons nos schémas de telle sorte que dans la limite $c \rightarrow \infty$ ils convergent vers une classe récemment introduite d'intégrateurs de faible régularité pour NLS. En appliquant les concepts développés ici, nous présentons une classe de méthodes numériques, asymptotiquement consistantes de type exponentiel pour des systèmes de Klein-Gordon-Schrödinger qui capturent tous les régimes depuis le régime classique de variation lente jusqu'au régime limite non relativiste hautement oscillatoire. Nous obtenons une convergence d'ordre un et deux qui est uniforme en c sans aucune restriction de taille du pas de temps. En particulier, nous établissons une relation explicite entre le gain en termes de puissances négatives du paramètre potentiellement grand c dans la constante d'erreur et la perte en dérivée. Enfin, en sus de l'approximation uniforme de régularité réduite, nous introduisons une classe d'intégrateurs en temps pour les équations dispersives qui nous permettent de reproduire la dynamique de la solution depuis le régime classique $\varepsilon = 1$ jusqu'au régime limite des ondes longues $\varepsilon \ll 1$ à l'échelle de temps naturelle de l'EDP $t = O(1/\varepsilon)$. Plus particulièrement l'erreur globale de nos nouveaux schémas est d'ordre $\tau\varepsilon$ (pour le schéma du premier ordre) et $\tau^2\varepsilon$ (pour le schéma du second ordre) sur des intervalles de temps de longueur $O(1/\varepsilon)$. Pour les quatre schémas que nous proposons, nous illustrerons nos résultats théoriques par des simulations numériques.

► *Thèse soutenue par* : **Stefania CHOUNTA**

► *Sous la direction de* : Rodrigue Allodji (CESP-Université Paris-Saclay, UVSQ, Inserm), Véronique Letort et Sarah Lemler (MICS, FdM CNRS, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay).

Prise en compte de la distribution de la dose d'irradiation au cœur à la prédiction d'une valvulopathie radio-induite : application aux données des survivants des cancers pédiatriques

Soutenue le 30 juin 2023

Hôpital Gustave Roussy

Résumé :

Le taux moyen de guérison des cancers de l'enfant atteint aujourd'hui 70 à 80%. La radiothérapie est l'un des traitements les plus préconisés, mais elle peut provoquer, à long terme, des effets iatrogènes importants, notamment des valvulopathies radio-induites. Des modèles identifiants les patients les plus à risques pourraient permettre de personnaliser les protocoles de suivi et d'identifier précocement ces effets indésirables. Actuellement, les modèles de prédiction de ces effets sont encore peu fiables et utilisent principalement la dose moyenne de radiations reçues au niveau des organes, omettant ainsi les effets potentiels de la forte hétérogénéité spatiale des doses reçues. Nos travaux explorent l'intégration de nouvelles variables et de nouveaux types de modèles pour une caractérisation plus fine des patients à risque. À l'aide des données de la cohorte French Childhood Cancer Survivors Study (FCCSS), nous avons montré que le risque de valvulopathie, estimé via un modèle à risques proportionnels de Cox, dépendait de l'histogramme dose-volume : il augmente pour des doses élevées mais également, bien que de manière moins significative, pour des doses de 5 à 20 Gy reçues sur plus de 90% du volume du cœur. Dans un second temps, nous avons exploité les récents développements des dosiomics pour extraire des informations agrégées des matrices de doses. Nous avons ainsi montré que lorsque les variables cliniques sont disponibles, la dose moyenne au cœur pourrait être un prédicteur suffisant mais que la sélection d'indicateurs dosiomics était une bonne alternative pour des populations ayant reçu une dose au cœur non-homogène. Enfin, nous avons évalué nos approches sur une deuxième cohorte, la cohorte européenne PanCare. Les résultats fournis contribueront à améliorer les recommandations internationales pour la surveillance des survivants du cancer chez l'enfant pour le risque de valvulopathie.

- ▶ *Thèse soutenue par* : **Matthieu DOLBEAULT**
- ▶ *Sous la direction de* : Albert Cohen (Sorbonne Université).

Échantillonnage optimal et réduction de modèle

Soutenue le 14 juin 2023

Sorbonne Université

Résumé :

Cette thèse porte d'une part sur la conception de modèles réduits qui approchent optimalement des classes complexes de fonctions, et d'autre part sur l'utilisation de ces modèles réduits pour reconstruire des fonctions à partir d'un nombre limité de mesures, en particulier d'évaluations ponctuelles. La partie I de la thèse traite de deux thématiques en réduction de modèle linéaire et non linéaire. Dans le chapitre 2, nous construisons des modèles réduits linéaires pour des EDP elliptiques paramétriques avec diffusion à fort contraste. Nous prouvons qu'un taux de décroissance exponentiel peut être obtenu dans ce cadre avec un modèle réduit linéaire, à la fois pour la simulation directe et pour les problèmes inverses, et ce malgré la dégénérescence des coefficients. Dans le chapitre 3, nous introduisons un cadre général pour la résolution de problèmes inverses avec des modèles réduits non linéaires, avec en particulier une application à la reconstruction de fonctions régulières par morceaux à partir de valeurs moyennes sur chaque maille. La partie II de la thèse aborde le problème fondamental de l'approximation d'une fonction à partir de ses valeurs ponctuelles en des positions prédéfinies, en mettant l'accent sur les stratégies aléatoires et déterministes de sélection optimales de ces points. Le chapitre 4 étudie les problèmes numériques posés par la manipulation de la densité d'échantillonnage optimale, et propose des méthodes multi-niveaux de complexité algorithmique réduite, avec une analyse approfondie du cas de l'approximation par des polynômes multivariés dans des domaines généraux. Dans le chapitre 5, nous améliorons la stratégie d'échantillonnage aléatoire en ramenant la taille de l'échantillon au même ordre que la dimension du modèle réduit. Le chapitre 6 étudie un cadre déterministe, en supposant que la classe de fonctions est incluse dans la boule unité d'un espace de Hilbert à noyau reproduisant. Enfin, le chapitre 7 fait de nouvelles avancées dans le contexte aléatoire, en atteignant un ratio de sur-échantillonnage minimal, ce qui aboutit à de nouvelles estimées d'interpolation.

► *Thèse soutenue par* : **Ouassim FELIACHI**

► *Sous la direction de* : Julien Barré (université d'Orléans) et Freddy Bouchet (École normale supérieure).

Grandes déviations dans les limites cinétiques et hydrodynamiques

Soutenue le 6 juillet 2023

Institut Denis Poisson, Université d'Orléans

Résumé :

Comprendre comment décrire un système avec des équations macroscopiques, qui sont généralement déterministes, en partant d'une description microscopique, qui peut être stochastique est le problème fondamental de la physique statistique. Souvent, cette tâche implique au moins deux limites : une limite "grand N " et une limite "d'équilibre local". La première permet de décrire un système de N particules par une fonction de distribution dans l'espace des phases, tandis que la seconde reflète la séparation des échelles de temps entre l'approche rapide de l'équilibre local et l'évolution lente des modes hydrodynamiques. En supposant ces deux limites, on obtient une description macroscopique déterministe. Pour des raisons à la fois théoriques et de modélisation (N est grand mais pas infini, la séparation des échelles de temps n'est pas parfaite), il est parfois important de comprendre les fluctuations autour de cette description macroscopique. L'hydrodynamique fluctuante fournit un cadre pour décrire l'évolution des champs macroscopiques tout en prenant en compte les fluctuations induites par le nombre de particules finies dans la limite hydrodynamique. Cette thèse traite de la dérivation de l'hydrodynamique fluctuante à partir de la description microscopique de la dynamique des particules. La dérivation de l'hydrodynamique fluctuante se fait en deux étapes. Premièrement, la limite "grand N " doit être affinée pour prendre en compte les fluctuations au-delà du comportement moyen du système. Pour ce faire, nous utilisons la théorie des grandes déviations pour établir des principes de grandes déviations qui décrivent la probabilité de tout chemin d'évolution pour le système de particule au-delà du chemin le plus probable décrit par l'équation cinétique. Ensuite, nous dérivons la l'hydrodynamique fluctuante en étudiant la limite hydrodynamique du principe de grande déviation cinétique, ou l'équation cinétique fluctuante associée. Ce manuscrit contient l'explication de ce programme et son application à divers systèmes physiques allant du gaz dilué aux particules actives.

Mots-clés : Grandes déviations, théorie cinétique, limites hydrodynamiques, hydrodynamique fluctuante, matière active.

- ▶ *Thèse soutenue par* : **María FUENTE RUIZ**
- ▶ *Sous la direction de* : Damiano Lombardi (Inria Paris) et Virginie Ehrlacher (CERMICS-Pont ParisTech).

Adaptive tensor methods for high dimensional problems

Soutenue le 26 avril 2023

Inria Paris

Résumé :

Cette thèse vise à trouver des méthodes numériques pour approximer des fonctions multivariées. Elle couvre trois perspectives différentes : une méthode d'approximation de tenseur (Somme de Tensor Trains), une méthode d'approximation de tenseur locale basée sur le regroupement (HOSVD local), et une méthode basée sur l'apprentissage profond pour approximer une solution d'une EDP de convection diffusion. La première partie du travail propose une méthode pour approximer un tenseur en tant que somme de Tensor Trains, basée sur un algorithme gourmand et le TT-SVD. La seconde partie propose une méthode d'approximation de tenseur locale qui récupère une solution approximée au format HOSVD local, basée sur le regroupement et une recherche entre les combinaisons de partitions possibles pour minimiser la mémoire nécessaire pour stocker l'approximation. Les résultats montrent un bon taux de compression par rapport à HOSVD.

- ▶ *Thèse soutenue par* : **Anatole GAUDIN**
- ▶ *Sous la direction de* : Sylvie Monniaux (Aix-Marseille Université).

Espaces de Sobolev et Besov homogènes sur des demi-espaces

Soutenue le 11 juillet 2023

Institut de Mathématiques de Marseille

Résumé :

Cette thèse s'attèle principalement au problème de réalisation des espaces de Besov et Sobolev homogènes sur l'espace entier, et certains demi-espaces. Ce problème de réalisation des espaces de fonctions apparaît naturellement lors de l'étude du caractère bien posé global en temps et des problèmes de régularité de certaines équations paraboliques dans les domaines non-bornés. Les constructions proposées dans cette thèse étendent celles initiées par Bahouri, Chemin, Danchin, Hieber, Mucha et Tolksdorf au cours de différents articles et monographies.

On passera en revue principalement les résultats de densité, d'interpolation réelle et complexe, ainsi que les résultats de trace sur le bord. Une difficulté majeure vient du fait que certains des espaces vectoriels normés considérés ne peuvent pas être complets, ni complétés au risque de ne plus être constitués d'éléments identifiables à des distributions.

Le manque de complétude pour certains espaces requiert alors une nouvelle construction des outils afin de pouvoir exploiter la théorie des opérateurs et en particulier la régularité maximale parabolique globale en temps dans les espaces de Lebesgue. Une reconstruction de la théorie de l'interpolation et des opérateurs homogènes a été effectuée par Danchin, Hieber, Mucha et Tolksdorf, afin d'obtenir dans ce cadre des estimées globales en temps pour une régularité maximale du type Da Prato-Grisvard pour des équations paraboliques issues d'opérateurs sectoriels injectifs, non-inversibles. On se sert de ce cadre afin d'établir un nouveau type de régularité maximale globale en temps, avec une estimation de trace adaptée, où l'on remplace l'espace de Lebesgue en temps par un espace de Sobolev homogène.

La théorie revisitée de l'interpolation et des opérateurs homogènes en combinaison avec notre construction des espaces homogènes et leurs propriétés sont appliqués à l'étude du Laplacien de Hodge sur le demi-espace plat en dimension arbitraire. On déduit de cette analyse la décomposition de Hodge/Helmholtz, pour tout degré de formes différentielles, des espaces de Sobolev et Besov homogènes qui se trouve être essentiellement optimale du point de vue de la régularité. En outre, cela nous permet de déduire de nombreux résultats de régularité maximale pour divers systèmes d'évolution de Stokes ou Maxwell assujettis à diverses conditions au bord. Ceux-ci peuvent être d'un intérêt certain en mécanique des fluides et en électromagnétisme. Enfin, on se concentrera sur la construction et la réalisation des espaces de fonctions homogènes sur les ouverts qui sont des épigraphes de fonctions uniformément lipschitziennes à valeurs réelles. On proposera également une construction des espaces homogènes sur le bord, ainsi qu'un théo-

rème de trace essentiellement optimal du point de vue de la régularité avec des estimées homogènes du point de vue des normes.

► *Thèse soutenue par* : **Léo GRILL**

► *Sous la direction de* : Yousri Slaoui (université de Poitiers), David Nörte-rhauser (Orange), Stéphane Le Masson (Orange).

Optimisation of Energy Consumption of Data Center using Artificial Intelligence

Soutenue le 23 juin 2023

Laboratoire de Mathématiques et Applications, Université de Poitiers

Résumé :

Cette thèse explore la manière dont l'intelligence artificielle peut diminuer l'énergie consommée dans les centres de données. L'intelligence artificielle est un vaste domaine de recherche très populaire. Ce domaine est souvent idéalisé, mais comment les nouveautés de la recherche peuvent-elles être appliquées à des cas d'utilisation réels? Entre considérations physiques, théories mathématiques et technologies informatiques, cette thèse utilise différents domaines pour aider à déployer et améliorer les technologies récentes afin de répondre aux défis énergétiques actuels.

La première partie de la thèse évalue les problèmes énergétiques et les technologies déployées dans les centres de données et les bâtiments de télécommunications. Les infrastructures d'information et de communication sont de gros consommateurs d'énergie et nécessitent des systèmes de climatisation spécifiques en raison des conditions de travail du matériel informatique. L'optimisation des systèmes de climatisation et de leur consommation est une préoccupation majeure dans la réduction de la consommation d'énergie. La deuxième partie de la thèse explore l'apprentissage statistique et probabiliste pour optimiser la consommation d'énergie. Elle se concentre principalement sur les modèles d'apprentissage par renforcement profond (Deep Reinforcement Learning) pour la prise de décision automatisée basée sur la méthode axée sur les données. L'apprentissage profond est flexible dans la modélisation et peut s'adapter à de nombreux problèmes, ce qui est pratique lorsqu'une méthode doit être généralisée.

La dernière partie décrit la mise en œuvre et l'application dans des environnements simples afin de soulever et de traiter les problèmes courants et de

discuter de la manière d'adapter le modèle à la réalité. On sait qu'un grand nombre de projets de science des données sont très prometteurs mais ne sont pas mis en œuvre. Ce travail vise à faire un pas en avant dans l'introduction de l'IA dans des environnements sensibles tels que les centres de données.

► *Thèse soutenue par* : **Anatole GUÉRIN**

► *Sous la direction de* : Valeria Banica (Sorbonne Université) et Nicolas Burq (Université Paris-Saclay).

Résultats dispersifs et focalisants pour l'équation de Schrödinger et applications au flot binormal

*Soutenue le 9 juin 2023
Université Paris Saclay*

Résumé :

Cette thèse s'articule autour de l'équation de Schrödinger, dans le cas avec non-linéarité cubique ainsi que dans le cas linéaire avec un potentiel. Le premier travail, dans le cas cubique en dimension 1, permet la construction d'une nouvelle classe de solutions à régularité limite par rapport au changement d'échelle laissant l'équation invariante, c'est à dire avec une transformée de Fourier dans L^∞ et dans H^s pour tout $s < -1/2$. Ce travail est motivé par l'étude des tourbillons filamenteux dont la dynamique est modélisée par le flot binormal. C'est en s'appuyant sur la transformation de Hasimoto (permettant de relier directement les solutions de Schrödinger à celles du flot binormal) que dans un deuxième travail, il a été établi une nouvelle preuve de la formation de singularités pour les tourbillons, plus simple que les précédentes sous réserve de satisfaire des hypothèses plus fortes. Enfin, pour le cas linéaire, nous présentons les premiers éléments qui permettront d'obtenir une estimation de dispersion en présence d'un potentiel $V = -a/|x|^2$ en dimension plus grande que 3, en s'appuyant sur des arguments dus à Ginibre ensuite adaptés dans les espaces de Lorentz.

- ▶ *Thèse soutenue par* : **Lu LI**
- ▶ *Sous la direction de* : Alain Miranville (université de Poitiers) et Rémy Guillevin (CHU Poitiers).

Modèles de type EDP pour la croissance de tumeurs gliales

Soutenue le 10 mars 2023

Laboratoire de Mathématiques et Applications, Université de Poitiers

Résumé :

Cette thèse vise à approfondir les applications des modèles de type Cahn-Hilliard en biologie et en traitement d'images. Dans la première partie, nous étudions dans un premier temps un modèle de Cahn-Hilliard pour les cellules gliales, nous prouvons l'existence d'une solution biologiquement pertinente et une stricte séparation des états purs en 1D et 2D. Nous considérons ensuite un modèle de Cahn-Hilliard-Oono et en déduisons des conclusions similaires. De plus, nous étudions un modèle couplé pour la transition proliférative à invasive des cellules de gliome hypoxiques, nous considérons les équations de type Cahn-Hilliard dans trois cas, et prouvons principalement l'existence de solutions globales en temps, en particulier, nous étudions la permanence de la tumeur, et donnons quelques simulations numériques dans certains cas. Dans la deuxième partie, nous étudions un modèle de Cahn-Hilliard pour la segmentation d'images, le caractère bien-posé a été abordé, étant donné que la solution pourrait être non bornée quand le temps tend vers l'infini, nous considérons un modèle de Cahn-Hilliard-Oono pour pouvoir effectuer des simulations numériques qui illustrent les résultats théoriques. Nous étudions ensuite le comportement asymptotique des modèles de type Cahn-Hilliard-Oono à terme non linéaire cubique et terme non linéaire logarithmique, plus précisément, l'existence d'attracteurs de dimension finie.

- ▶ *Thèse soutenue par* : **Kang LIU**
 - ▶ *Sous la direction de* : Laurent Pfeiffer (CentraleSupélec et Inria), Frédéric Bonnans (CentraleSupélec et Inria).
-

Analyse numérique et méthodes pour les problèmes d'optimisation de type champ moyen

Soutenue le 5 octobre 2023
CMAP, Ecole Polytechnique

Résumé :

Cette thèse traite de l'analyse numérique et des méthodes pour les problèmes d'optimisation et les jeux potentiels impliquant un grand nombre d'agents. Nous considérons des modèles asymptotiques obtenus par une approximation de champ moyen ; ils présentent des propriétés de convexité d'un grand intérêt.

Nous nous concentrons sur les problèmes d'optimisation agrégative de grande dimension, pour lesquels la fonction coût dépend d'un terme d'agrégat, qui est la somme des contributions des agents à un bien commun. Nous nous concentrons également sur des modèles potentiels de jeux à champ moyen (MFG), qui sont des modèles asymptotiques pour les jeux différentiels. La thèse comporte quatre contributions.

Nous proposons une relaxation de type champ moyen pour les problèmes d'optimisation agrégative, obtenue par randomisation. Une estimation d'ordre $\mathcal{O}(1/N)$ du saut de relaxation est démontrée, où N représente le nombre d'individus. Nous développons et prouvons la convergence d'une variante stochastique de l'algorithme de Frank-Wolfe, appelée algorithme SFW, pour résoudre le problème agrégatif original.

Nous formulons une classe générale de problèmes d'optimisation impliquant un ensemble de distributions de probabilités avec une marginale prescrite, égale à m . Nous les appelons problèmes d'optimisation à champ moyen (MFO).

Notre cadre contient les problèmes agrégatifs relaxés ainsi que certains MFGs potentiels en formulation lagrangienne. Nous démontrons un résultat de stabilité par rapport à une perturbation de m . Nous en déduisons une estimation d'erreur pour une méthode numérique reposant sur une discrétisation de m et l'algorithme SFW.

Nous introduisons un nouveau schéma de différences finies, appelé *thêta-schéma*, pour résoudre les MFG monotones du second ordre. Nous donnons un résultat de convergence précis pour le thêta-schéma, d'ordre $\mathcal{O}(h^r)$, où h est le pas de discrétisation en espace et $r \in (0, 1)$ est lié à la continuité de Hölder de la solution du problème continu et de certaines de ses dérivées. Nous considérons la résolution de MFGs potentiels du second ordre avec

l'algorithme de Frank-Wolfe généralisé, combiné avec le θ -schéma. Nous prouvons des taux de convergence sous-linéaire et linéaire pour cet algorithme. Plus important encore, ces taux possèdent la propriété d'indépendance au maillage, c'est-à-dire que les constantes de convergence sont indépendantes des paramètres de discrétisation.

► *Thèse soutenue par* : **Léo MEYER**

► *Sous la direction de* : Magali Ribot-Barré (université d'Orléans).

Modélisation et analyse des modèles pour la distribution en taille des adipocytes

Soutenue le 9 octobre 2023

Institut Denis Poisson, université d'Orléans

Résumé :

Le tissu adipeux est un tissu conjonctif responsable du stockage de l'énergie sous forme de gouttelettes lipidiques à l'intérieur des cellules adipeuses. Ces cellules, également appelées adipocytes, changent de taille de façon dynamique en fonction de deux processus : le stockage des acides gras du sang à l'intérieur de la cellule, appelé lipogenèse, et la libération active des acides gras dans le sang pour une utilisation énergétique, appelée lipolyse. Cette thèse porte sur la modélisation de la dynamique de ces changements de taille pour une population de cellules adipeuses. Une caractéristique frappante des données de distribution de taille des adipocytes, recueillies sur diverses espèces animales, est leur bimodalité bien conservée : les distributions ont deux maxima locaux. Nous partons d'une loi de conservation scalaire non linéaire qui décrit la dynamique des échanges de masse entre les cellules (macroparticules) et les lipides (monomères), inspirée du système de Lifschitz-Slyozov dans la théorie du grossissement. Ce premier modèle est exclu pour expliquer les données, car son état stationnaire ne peut pas être une distribution bimodale lisse. Deux extensions diffusives sont alors envisagées. La première est heuristique et consiste à ajouter un opérateur de diffusion constant. La seconde, appelée modèle de Lifshitz-Slyozov de second ordre, implique un opérateur de diffusion dépendant du temps et de la taille qui est motivé par la version discrète du modèle de Lifshitz-Slyozov, à savoir le système ODE infini donné par les équations de Becker-Döring. Nous prouvons un nouveau résultat de convergence des équations

de Becker-Döring vers les équations de Lifshitz-Slyozov qui soutient l'extension du second ordre. Nous introduisons également deux modèles stochastiques non linéaires équivalents respectivement aux équations de Becker-Döring et aux équations de Lifshitz-Slyozov diffusives du second ordre, qui nous permettent de montrer un résultat de convergence du premier modèle vers le second. La simulation numérique de tous ces modèles est réalisée grâce à des méthodes numériques adaptées, notamment un schéma 'well-balanced' et l'algorithme de Gillespie. Les deux extensions diffusives du modèle de Lifshitz-Slyozov sont capables de retrouver la bimodalité à partir de leurs solutions stationnaires, et dans les deux cas, en effectuant une estimation des paramètres sur des données provenant de rats, nous retrouvons les paramètres impliqués dans la lipogenèse et la lipolyse avec des ordres de grandeur similaires.

Cette thèse contient également un travail réalisé lors de l'école d'été CEM-RACS 2022. Nous avons utilisé un schéma numérique issu de la cinétique des écoulements multifluides pour étudier la croissance d'un biofilm. Le biofilm est vu comme trois composants interagissant ensemble : les cellules, la matrice extracellulaire, et le milieu environnant. Chaque composant est décrit par sa fraction volumique et sa vitesse, ce qui conduit à la contrainte naturelle que la somme des trois fractions volumiques soit égale à un. Ce nouveau schéma permet de valider cette contrainte sur le système au niveau numérique. Nous obtenons le phénomène d'onde progressive attendu et ajoutons divers substrats qui jouent potentiellement un rôle dans la croissance du biofilm.

Mots-clés : EDP, modélisation, analyse numérique, probabilités.

► *Thèse soutenue par :* **Thibault MODESTE**

► *Sous la direction de :* Clément Dombry (Université de Franche-Comté), Anne-Laure Fougère (Université Lyon 1)

**Évaluation et construction des prévisions probabilistes :
score et calibration dans un cadre dynamique**

Soutenue le 22 juin 2023

Institut Camille Jordan, Université Claude Bernard Lyon 1

Résumé :

La prédiction est un domaine central en statistique. Pour prendre en compte toutes les incertitudes qui lui sont associées, la prédiction prend la forme d'une mesure de probabilité aléatoire, appelée prévision probabiliste. Plusieurs scénarios sont prédits, associés à chaque fois à une probabilité de réalisation. Évaluer la qualité d'une prévision probabiliste est une tâche délicate. Il faut comparer une prévision, mesure aléatoire, à une observation, qui sont deux objets différents. Parmi les différentes prévisions probabilistes, l'une d'entre elles se démarque. Il s'agit de la distribution conditionnelle. Elle correspond à la prévision parfaite sachant une certaine information. Le premier outil étudié est le score. Il compare de manière directe et quantitative la mesure et la réalisation du phénomène que l'on souhaite prédire. Nous montrerons que le score permet de discriminer la prédiction parfaite dans un cadre séquentiel sans hypothèse de stationnarité. La seconde approche est plus qualitative. L'idée de la calibration est de définir plusieurs propriétés que doit vérifier une prévision de bonne qualité. Nous proposons de nouveaux tests basés sur les arbres de régression pour déterminer si une prévision est parfaite ou non.

Cette prévision particulière peut être approchée de manière classique par des moyennes pondérées des observations. Nous prolongeons le résultat du Théorème de Stone concernant l'estimation de l'espérance conditionnelle. Nous montrons que la distribution conditionnelle estimée par moyenne pondérée est consistante pour la distance de Wasserstein.

Cette distance sera la vedette de la dernière partie de cette thèse, où nous construirons de nouvelles distances qui lui seront topologiquement équivalentes. Cette construction sera basée sur la théorie des noyaux reproduisants en plongeant l'espace des mesures dans un espace de Hilbert.

► *Thèse soutenue par* : **Théo MOINS**

► *Sous la direction de* : Stéphane Girard et Julyan Arbel (Inria).

Méthodes bayésiennes computationnelles pour l'estimation de quantiles extrêmes à partir de données environnementales

Soutenue le 19 septembre 2023

Laboratoire Jean Kuntzmann, Université Grenoble Alpes

Résumé :

Cette thèse se situe à l'intersection de deux domaines de recherche : la statistique des valeurs extrêmes et la statistique bayésienne. L'objectif principal est d'utiliser des méthodes bayésiennes pour l'estimation de quantiles extrêmes de données environnementales. L'utilisation du point de vue bayésien est motivée par différentes problématiques liées à l'estimation des quantiles extrêmes. Tout d'abord, cela permet de directement prendre en compte différentes sources d'incertitudes dans un estimateur ponctuel, par exemple en utilisant des lois dites prédictives. Ensuite, cela permet d'accéder à des intervalles de crédibilité pour quantifier la marge d'erreur autour de l'estimation. Enfin, un dernier objectif est de fournir des éléments de réponse quant à la quantification des limites de crédibilité d'extrapolation, c'est-à-dire de déterminer jusqu'où il est raisonnable d'extrapoler la queue de distribution pour l'estimation de quantiles par exemple. La première contribution de cette thèse porte sur l'amélioration de méthodes bayésiennes computationnelles par la reparamétrisation de modèles d'extrêmes. En particulier, l'étude met en évidence deux avantages à l'utilisation d'une paramétrisation dite orthogonale. D'abord, elle améliore significativement la convergence d'algorithmes MCMC. Ensuite, elle facilite le calcul de la loi a priori de Jeffreys pour le modèle d'extrêmes caractérisé par un processus de Poisson, et permet de démontrer la propriété de la loi a posteriori associée. Cette analyse est complétée par l'utilisation d'un a priori semi-informatif appelé PC prior, qui est également calculé à partir de la vraisemblance du processus de Poisson. La deuxième contribution concerne l'amélioration du diagnostic de Gelman-Rubin noté R-hat pour la convergence des algorithmes MCMC. Une nouvelle version est proposée, basée sur une version localisée qui permet d'identifier un problème de convergence sur un quantile donné de la loi cible. Sa construction repose sur une étude théorique qui permet, entre autre, d'associer un seuil à partir duquel on estime que les chaînes MCMC n'ont pas convergé à un niveau de confiance fixé. Le cas multivarié est également traité, et des simulations sur des modèles bayésiens viennent compléter la proposition. La troisième contribution de la thèse consiste en des résultats préliminaires sur le comportement de différents estimateurs bayésiens à taille d'échantillon fini. L'objectif est de comprendre comment les estimateurs se comportent dans la queue, en prenant en compte l'incertitude associée à l'estimation des paramètres. Les résultats portent sur le domaine d'attraction des lois prédictives (a priori et a posteriori), ainsi que sur un équivalent asymptotique de deux méthodes pour estimer un niveau de retour extrême, dans le cas d'une loi *a priori*

uniforme sur le paramètre de forme. Enfin, la dernière contribution de cette thèse est l'application du modèle et de tout les résultats précédents à des séries de données environnementales. Cela permet une estimation de niveaux de retour centennaux, millénaux et décamillénaux de débits de rivières et de vitesses de vents, ainsi que d'apporter des éléments de réponse sur les limites d'extrapolation dans la queue de distribution.

► *Thèse soutenue par* : **Constantin PHILIPPENKO**

► *Sous la direction de* : Aymeric Dieuleveut et Eric Moulines (CMAP, École polytechnique).

Compression bidirectionnelle pour l'apprentissage fédéré hétérogène

Soutenue le 18 septembre 2023

CMAP, École polytechnique

Résumé :

Les deux dernières décennies ont été marquées par une augmentation sans précédent de la puissance de calcul et du volume de données disponibles. En conséquence, les algorithmes d'apprentissage automatique ont évolué pour s'adapter à cette nouvelle situation. En particulier, beaucoup d'applications modernes utilisent désormais des réseaux de clients pour stocker les données et calculer les modèles : un apprentissage efficace dans ce cadre est plus difficile, en particulier en raison des contraintes de communication. C'est pourquoi, une nouvelle approche, l'apprentissage fédéré, a été développée au cours de ces dernières années : les données sont conservées sur leur serveur d'origine et un serveur central orchestre l'entraînement. Cette thèse vise à aborder deux aspects fondamentaux de l'apprentissage fédéré. Le premier objectif est d'analyser les compromis de l'apprentissage distribué sous contraintes de communication ; le but étant de réduire le coût énergétique et l'empreinte environnementale. Le second objectif est d'aborder les problèmes résultant de l'hétérogénéité des clients qui complexifie la convergence de l'algorithme vers une solution optimale. Cette thèse se concentre sur la compression bidirectionnelle et résume mes contributions à ce domaine de recherche.

Dans notre première contribution, nous nous concentrons sur l'effet entremêlé de la compression et de l'hétérogénéité (statistique) des clients. Nous

introduisons un framework d'algorithmes, appelé Artemis, qui s'attaque au problème des coûts de communication de l'apprentissage fédéré dans le cadre de clients statistiquement hétérogènes. Dans notre deuxième contribution, nous mettons l'accent sur les boucles de rétroaction afin de réduire l'impact de la compression. Nous introduisons un algorithme, MCM, qui s'appuie sur Artemis et propose un nouveau paradigme qui préserve le modèle central lors de la compression descendante. Ce mécanisme permet d'effectuer une compression bidirectionnelle tout en atteignant asymptotiquement des taux de convergence identiques à ceux de la compression unidirectionnelle. Dans notre troisième contribution, nous allons au-delà de l'hypothèse classique du pire cas sur la variance et fournissons une analyse fine de l'impact de la compression dans le cadre de la régression des moindres carrés. Dans cette configuration, nous mettons en évidence les différences de convergence entre plusieurs schémas de compression sans biais ayant pourtant la même variance.

► *Thèse soutenue par* : **Alexiane PLESSIER**

► *Sous la direction de* : Bruno Després (Sorbonne Université) et Stéphane Del Pino (CEA).

Implicit semi-Lagrangian schemes for compressible gas dynamics

Soutenue le 4 mai 2023

Sorbonne Université

Résumé :

Cette thèse s'inscrit dans le cadre général de la dynamique des gaz. Le projet à long terme est d'étudier les interactions fluide-structure en considérant une structure fine en formalisme semi-Lagrangien. Pour approcher les équations traduisant le mouvement des fluides, on utilise traditionnellement des schémas explicites qui pour être stables sont sujets à une condition CFL. Dans le cas qui nous intéresse, l'épaisseur de la structure peut-être très fine et la vitesse du son très grande. Il est donc nécessaire, pour satisfaire cette condition CFL, de prendre un pas de temps très petit. Par conséquent, il est difficile d'obtenir de bons résultats numériques à faibles coûts. Pour remédier à ce problème, l'idée est d'utiliser localement des schémas implicites. Néanmoins, des difficultés techniques majeures apparaissent, notamment celle de montrer que le schéma est bien défini (la solution au temps suivant

existe et est unique). Nous proposons ici un schéma implicite non linéaire pour la partie hydrodynamique qui résout les équations d'Euler compressibles multi-D écrites en formalisme semi-Lagrangien. Ce schéma implicite non linéaire est basé sur une méthode de prédiction-correction : la phase de prédiction résout les équations d'Euler isentropiques, et la conservation de l'énergie totale est restaurée en phase de correction. On prouvera, dans un cadre défini ultérieurement, un Théorème d'existence et d'unicité d'une solution à la phase de prédiction. On démontrera également la stabilité inconditionnelle du schéma au travers d'inégalités entropiques. Plusieurs résultats numériques 1D et 2D seront ensuite présentés attestant de la précision et de la robustesse de ce schéma implicite. Une attention particulière sera apportée à la définition et à la simulation d'un couplage implicite-explicite dans le cas de bi-fluides. Enfin, une partie de ce travail est consacrée à l'étude du trafic routier. Ce problème 1D présente un intérêt non négligeable puisqu'il permet premièrement d'appliquer le théorème d'existence et d'unicité à une autre classe de schémas implicites, et deuxièmement de tester plusieurs algorithmes au niveau numérique.

► *Thèse soutenue par* : **Hugo PARADA**

► *Sous la direction de* : Emmanuelle Crépeau (Université Grenoble Alpes) et Christophe Prieur (CNRS).

Contrôle et stabilisation d'EDP sur des réseaux

Soutenue le 5 juillet 2023

Laboratoire Jean Kuntzmann, Université Grenoble Alpes

Résumé :

Dans cette thèse, nous étudions des problèmes de stabilisation de l'équation de Korteweg-de Vries dans un domaine borné et dans une structure de réseau étoilée. Plus spécifiquement, l'objectif de cette thèse est d'analyser les cas où les termes de feedback incluent du retard et de la saturation. Dans le chapitre 3, nous traitons la stabilisation interne de l'équation non linéaire de KdV posée sur un réseau étoilé lorsque les termes de feedback incluent des retards. À l'aide de techniques de Lyapunov et d'une inégalité d'observabilité, nous avons réussi à montrer la stabilité exponentielle du système. Dans le chapitre 4, nous étudions la stabilisation interne saturée de l'équation de KdV sur un réseau étoilé. Dans ce cas, nous montrons d'abord un

résultat de caractère bien posé global en utilisant un système linéaire approprié et la propriété de régularisation de Kato. Puis via un argument de contradiction et une inégalité d'observabilité, nous montrons la stabilité exponentielle. Dans le chapitre 5, l'analyse de la stabilité de l'équation de KdV sur un domaine borné en présence de saturation à la frontière est étudiée. En utilisant la théorie des semi-groupes non linéaires et des arguments de points fixes, nous montrons le caractère bien posé de l'équation. La stabilité exponentielle est prouvée en utilisant des idées de compacité pour obtenir une inégalité d'observabilité. Dans le chapitre 6, nous considérons l'analyse de la stabilité de l'équation de KdV sur un domaine borné avec un retard dépendant du temps dans le feedback frontière ou interne. Nous étudions le caractère bien posé à l'aide de la théorie des semi-groupes qui dépendent du temps. La stabilité exponentielle est dérivée en utilisant la théorie de Lyapunov. Finalement, le chapitre 7 présente quelques commentaires et des possibles pistes de recherche futures.

Mots-clés : Stabilisation, Feedback retardé, Équations aux dérivées partielles, Saturation.

► *Thèse soutenue par :* **Victor PELLEGRIN**

► *Sous la direction de :* Céline Hudelot (MICS, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay).

Harnessing the Power of Multimodal and Textual Data in Industry

4.0

Soutenue le 4 juillet 2023

Université Paris-Saclay

Résumé :

In the ever-evolving landscape of Industry 4.0, this thesis addresses two critical challenges aimed at enhancing fault diagnosis : effective interpretation of multimodal data from diverse sensors and smart exploitation of the information contained in scarce, specialized maintenance reports.

The first challenge involves the synthesis of data streams from various modalities into an expressive representation that can adapt to dynamic system conditions. This necessitates the development of innovative strategies to process complex data in a time and memory-efficient manner.

The second challenge focuses on extracting valuable information from the limited number of expert-written maintenance reports. This task is made complex due to the highly specialized industry-specific vocabulary these reports possess.

In response to these challenges, the thesis presents a unique deep learning architecture that handles long, unaligned multimodal data streams. Furthermore, it proposes an innovative transductive method for textual few-shot learning, which leverages the limited available labeled data for improved prediction performance, while ensuring confidentiality of sensitive information.

Divided into two parts, the first addresses multimodal learning for fault diagnosis, and the second targets few-shot learning in NLP for textual data analysis.

► *Thèse soutenue par* : **Anaïs RAT**

► *Sous la direction de* : Marie Doumic (École polytechnique) et Magali Tournus (Institut de Mathématiques de Marseille) .

**Dynamiques de populations structurées :
théorie, analyse asymptotique et numérique.
Application aux populations avec taux de croissance hétérogènes
et à la sénescence répllicative**

*Soutenue le 31 mai 2023
Institut de Mathématiques de Marseille*

Résumé :

La variabilité est un phénomène très étudié en biologie (comment apparaît-elle? est-elle avantageuse?). Intrinsèque au vivant, elle émerge au sein de n'importe quelle population cellulaire, même clonale. À travers deux applications, nous nous pencherons sur les effets et sources de certains types de variabilité inter-cellulaire.

À l'aide du formalisme des équations de croissance-fragmentation (analyse asymptotique, problème aux valeurs propres, approximation numérique...) nous nous intéresserons d'abord à l'évolution, en population, de cellules soumises à de la croissance, à des taux variables d'une cellule à l'autre, et à de la division. Nous présenterons des résultats qualitatifs et quantitatifs

sur l'influence de la variabilité des taux de croissance sur la dynamique en temps long. Le nombre de cellules augmente-il plus rapidement ? La distribution des tailles dans la population est-elle perturbée ? Cela dépend-il de la façon dont sont hérités les taux de croissance à la naissance (conditions de mélange), et si oui comment ?

Nous étudierons ensuite les dynamiques de mort cellulaire (ou sénescence) induite par le raccourcissement des télomères, situés à l'extrémité des chromosomes, au cours des divisions. L'observation de lignées cellulaires individuelles révèle de nombreux types d'hétérogénéité (durées de cycle cellulaire, générations et temps d'arrêt, « phénotypes » d'entrée en sénescence, etc.). Si les origines de l'hétérogénéité ont été en partie identifiées par l'analyse en lignée, ses effets en population (compétition, sélection) sont moins bien caractérisés, du fait notamment d'un manque de mesures directes. L'élaboration d'un modèle à l'échelle de la population, tenant compte de l'état de chaque cellule (longueur de ses télomères comprise) au cours des divisions et calibré sur la base des données de lignées, permettra par la simulation, de mieux comprendre les dynamiques complexes en jeu au sein de population sénescentes et d'en tirer des informations clés qui auraient échappé aux observations expérimentales.

► *Thèse soutenue par* : **Zahraa TAHA**

► *Sous la direction de* : Alain Miranville (université de Poitiers) et Rémy Guillevin (CHU Poitiers).

Mathematical Modeling and Analysis of Biological Growth and Spread Models

Soutenue le 17 octobre 2023

Laboratoire de Mathématiques et Applications, Université de Poitiers

Résumé :

This thesis is divided into two independent parts. The first part is situated in the context of the theoretical and numerical analysis of some generalizations of the Cahn-Hilliard and Allen-Cahn equations. First, we consider a Cahn-Hilliard equation with a proliferation term and endowed with Neumann boundary conditions. Such a model has, in particular, applications in biology. We start by taking a regular nonlinear term. We prove the existence

and uniqueness of local (in time) solution to the problem. Then, we consider a logarithmic nonlinear term. We prove the existence of a local (in time) biologically relevant solution to the problem. Furthermore, we give a condition which ensures the existence of a global (in time) solution. We give some numerical simulations which confirm the theoretical results. Next, we study an Allen-Cahn equation based on a microforce balance and unconstrained order parameter, we add a source term to the equation. We first consider the source term, $g(s) = \beta s$, and obtain the existence, uniqueness and regularity of solutions. We prove that, on finite time intervals, the solutions converge to those of the Cahn-Hilliard-Oono equation as a small parameter goes to zero and then to those of the original Cahn-Hilliard equation as $\beta \rightarrow 0+$. Then, we consider another source term and obtain similar results. In this case, we prove that the solutions converge to those of a Cahn-Hilliard equation on finite time intervals as a small parameter goes to zero. We finally give some numerical simulations which confirm the theoretical results.

In the second part of this thesis, three stochastic mathematical models are developed for the spread of the coronavirus disease (COVID-19). These models take into account the known special characteristics of this disease such as the existence of infectious undetected cases and the different social and infectiousness conditions of infected people. Two of these models are discrete time–discrete state space models (one is simplified and the other is complete) while the third one is a continuous time–continuous state space stochastic integro-differential model obtained by a formal passing to the limit from the proposed simplified discrete model. From a numerical point of view, the particular case of Lebanon has been studied and its reported data have been used to estimate the complete discrete model parameters, which can be of interest in estimating the spread of COVID-19 in other countries. The obtained simulation results have shown a good agreement with the reported data. Moreover, a parameters' analysis is presented in order to better understand the role of some of the parameters. This may help policy makers in deciding on different social distancing measures.

► *Thèse soutenue par* : **Sébastien TRAN TIEN**

► *Sous la direction de* : Frédéric Lagoutière (Université Claude Bernard Lyon 1)

Équations d'agrégation-diffusion : asymptotiques et approximations

Soutenue le 3 juillet 2023

Institut Camille Jordan, Université Claude Bernard Lyon 1

Résumé :

Cette thèse s'intéresse aux équations d'agrégation-diffusion, qui apparaissent dans la modélisation de mouvement collectifs. Nous nous étudions les solutions mesures de ces équations, qui sont connues pour développer des singularités en temps fini en l'absence de diffusion. Dans ce cadre, l'étude de l'existence globale de solutions est délicate et requiert une définition précise du champ de vitesse. La construction et l'analyse de schémas numériques doivent aussi prendre en compte la présence possible de masses de Dirac.

Dans le cadre non diffusif, nous donnons un cadre général à l'analyse de convergence de schémas de type volumes finis pour les solutions mesures. Nous montrons que des estimations de convergence peuvent être obtenues dans certains cas en passant par l'équation de Burgers.

Nous nous intéressons ensuite à la limite de diffusion en dimension quelconque. Avec des arguments de transport optimal, nous montrons la convergence des solutions diffusives vers la solution de l'équation d'agrégation avec le bon champ de vitesse lorsque le coefficient de diffusion tend vers 0 ainsi que la convergence des états stationnaires vers le Dirac. Dans les deux cas, nous donnons des estimations de convergence en distance de Wasserstein.

Enfin, nous étudions un système de relaxation à la Jin-Xin pour l'équation d'agrégation unidimensionnelle pour lequel nous prouvons également des estimations de convergence lorsque le paramètre de relaxation tend vers 0. Nous proposons également deux schémas numériques dont nous montrons qu'ils préservent cette asymptotique.

► *Thèse soutenue par* : **Anh-Tuan VU**

► *Sous la direction de* : Michel Mehrenberger (Aix-Marseille Université), Mihai Bostan (Aix-Marseille Université).

Etude mathématique des équations de Vlasov-Poisson

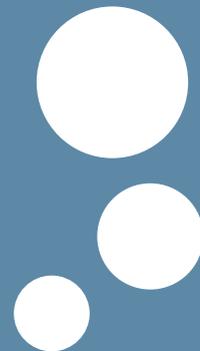
avec champ magnétique intense*Soutenue le 4 juillet 2023**Institut de Mathématiques de Marseille***Résumé :**

Ma thèse porte sur l'étude de quelques modèles cinétiques utilisés pour décrire une variété de phénomènes dans différents domaines, d'une dynamique de la physique à la biologie, et apparaissent naturellement lorsque l'on considère une description statistique d'un grand système de particules/agents évoluant dans le temps. Plus précisément, on s'intéresse à différents problèmes d'analyse asymptotique et numérique de modèles cinétiques et hydrodynamiques provenant de la physique des plasmas et de la modélisation des mouvements collectifs dans les populations animales. Le premier problème est de dériver des modèles de fluides pour le modèle cinétique en swarming et le deuxième problème est consacré à l'étude du comportement en temps long des plasmas sous l'action d'un champ magnétique intense.

Dans un premier temps, nous nous intéressons à la dérivation des modèles fluides pour des particules interagissant par des forces d'auto-propulsion et de frottement, d'alignement et de bruit où la force d'alignement est choisie afin de préserver la quantité de mouvement totale. Nous dérivons des approximations du premier et du second ordre qui correspondent à deux approximations du développement de Hilbert. Enfin, nous effectuons une analyse détaillée pour formuler les équations macroscopiques sous une forme plus simple.

Dans un second temps, nous nous consacrons à l'étude mathématique des équations de Vlasov-Poisson avec champ magnétique intense. Nous nous concentrons sur le comportement asymptotique du système de Vlasov-Poisson avec un fort champ magnétique externe, lorsque la fréquence des collisions n'est pas négligée. Nous dérivons un modèle fluide : les densités de particules limites sont des équilibres Maxwelliens, paramétrés par la concentration des particules et justifions le comportement asymptotique vers les solutions lisses de ce régime. Dans trois dimensions d'espace, nous devons faire face à des difficultés supplémentaires, contrairement au cas bidimensionnel, car une contrainte se produit le long de la direction parallèle. Pour éliminer le multiplicateur de Lagrange correspondant, nous effectuons une moyenne le long des lignes magnétiques. Dans le travail suivant, le système de Vlasov-Poisson bidimensionnel, avec un champ magnétique

intense sans courbure mais variant régulièrement en position, a été traité. Enfin, du point de vue numérique, nous souhaitons compléter ce travail de modélisation par des simulations. On s'oriente vers les méthodes semi-Lagrangiennes, combinées à des techniques de splitting pour résoudre le système bidimensionnel de Vlasov-Poisson avec un fort champ magnétique externe uniforme. Dans ce cadre, nous développons et analysons une méthode numérique qui permet d'assouplir la contrainte habituelle très sévère sur le pas de temps, imposée par la forte intensité du champ magnétique, les résultats numériques viennent confirmer la pertinence de cette approche.



par :

Thomas HABERKORN¹ – Université d'Orléans,
Responsable de la rubrique « Annonces de colloques »

NOVEMBRE 2023

- ▶ CONFERENCE ON CONTROL OF PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS
du 6 au 8 Novembre 2023, à Valenciennes
<https://cpdehdf-23.sciencesconf.org>
- ▶ CONFÉRENCE EN PHYSIQUE-MATHÉMATIQUE SUR LES PROCESSUS DE BRANCHEMENT
(GdR BRANCHEMENT)
du 6 au 10 Novembre 2023, à Toulouse
<https://indico.math.cnrs.fr/event/9437>
- ▶ CONFERENCE ON OPTIMAL TRANSPORT THEORY AND HYDRODYNAMICS, FROM EULER TO MONGE AND VICE VERSA (OBERWOLFACH SEMINAR)
du 12 au 17 Novembre 2023, à Bedlewo (Pologne)
https://www.mfo.de/occasion/2346b/www_view
- ▶ RESEARCH SCHOOL ON MODEL REDUCTION AND APPROXIMATION : PROJECTION-, TENSOR- AND DATA-BASED METHODS
du 12 au 17 Novembre 2023, à Oberwolfach (Allemagne)
<https://www.mfo.de/occasion/2346a>

1. thomas.haberkorn@univ-orleans.fr

► INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING FLUID STRUCTURE INTERACTION (ICEFSI23)
du 13 au 15 Novembre 2023, à Bejaia (Algérie)

<https://icefsi23.sciencesconf.org>

► WINTER SCHOOL : SOUND AND FURY OF MODELING
du 13 au 17 Novembre 2023, à Arpino (Italie)

<http://www.memocsevents.eu/wordpress/cossevilla/winter-school-arpino-2023/>

► COLLOQUE ANALYSE APPLIQUÉE ET MODÉLISATION (EN MÉMOIRE DE E. ZAHROUNI)
du 15 au 17 Novembre 2023, à Monastir (Tunisie)

<http://dimenza.perso.math.cnrs.fr/zahrouni.html>

► COLLOQUE HYDROGÈNE DU SOUS-SOL : ÉTUDE INTÉGRÉE DE LA GENÈSE À LA MODÉLISATION MATHÉMATIQUE (GdR HYDROGEMM)

du 15 au 17 Novembre 2023, à Pau

<https://hydrogemm-2023.sciencesconf.org>

► AUTOMATES CELLULAIRES, SYSTÈMES DE PARTICULES, ET AUTO-ORGANISATION
le 16 Novembre 2023, à Rouen

<https://marcovici.perso.math.cnrs.fr/PEPS2023>

► MODÈLES DE FIABILITÉ ET SCIENCES DE L'INGÉNIEUR (MFSI)
du 19 au 20 Novembre 2023, à Béjaia (Algérie)

<https://mfsi2023.sciencesconf.org>

DÉCEMBRE 2023

► CONFERENCE ON OPTIMAL CONTROL THEORY AND RELATED FIELDS
du 4 au 7 Décembre 2023, à Valparaiso (Chili)

<https://matematica.usm.cl/WOpCoT>

JANVIER 2024

► CONFERENCE ON NUMERICAL METHODS FOR OPTIMAL TRANSPORT PROBLEMS, MEAN FIELD GAMES, AND MULTI-AGENT DYNAMICS

du 8 au 12 Janvier 2024, à Valparaiso (Chili)

<https://eventos.cmm.uchile.cl/num2otmfg>

► 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON VARIATIONAL ANALYSIS AND OPTIMIZATION

du 15 au 19 Janvier 2024, à Santiago (Chili)

<https://eventos.cmm.uchile.cl/mordukhovich2024>

► CONFÉRENCE PDE AND PROBABILITY IN INTERACTION : FUNCTIONAL INEQUALITIES, OPTIMAL TRANSPORT AND PARTICLE SYSTEMS

du 22 au 26 Janvier 2024, au CIRM (Marseille)

<https://conferences.cirm-math.fr/2988.html>

► JOURNÉE SUR LE TRAITEMENT DES SIGNAUX ET DES IMAGES, LA MODÉLISATION GÉOMÉTRIQUE, L'OPTIMISATION NON-LISSE ET MULTI-NIVEAU, ALGORITHME PROXIMAL, APPRENTISSAGE, PROBLÈMES INVERSES (JOURNÉE DES GROUPES THÉMATIQUES SIGMA ET MODE DE LA SMAI)

le 30 Janvier 2024, à l'INRIA Paris

► CONFERENCE ON DIVIDE, CONQUER AND COMBINE METHODS IN LARGE-SCALE SIMULATION AND ANALYTICS (DD28)

du 28 Janvier au 1er Février 2024, à Thuwal (Arabie Saoudite)

<http://dd28.kaust.edu.sa>

FÉVRIER 2024

► WORKSHOP ON OPTIMIZATION AND CONTROL (LAWOC)

du 26 Février au 1er Mars 2024, à Cordoba City (Argentine)

<https://lawoc.famaf.unc.edu.ar>

MARS 2024

► PROGRAMME "MATERIALS INFORMATICS"

du 4 Mars au 24 Mai 2024, à Chicago (USA)

<https://www.imsi.institute/activities/data-driven-materials-informatics>

► CONFERENCE ANALYSIS ON FRACTALS AND NETWORKS, AND APPLICATIONS

du 18 au 22 Mars 2024, au CIRM (Marseille)

<https://conferences.cirm-math.fr/2950.html>

► CONFÉRENCE SUR LES MATHÉMATIQUES DE L'OPTIMISATION ET DE LA DÉCISION
(JOURNÉES MODE)

du 27 au 29 Mars 2024, à Lyon

<http://smai.emath.fr/spip.php?article330>

JUIN 2024

► FRENCH GERMAN SPANISH CONFERENCE ON OPTIMIZATION (FGS 2024)

du 18 au 21 Juin 2024, à Gijon (Espagne)

<https://www.unioviedo.es/fgs2024>

Correspondantes et correspondants locaux

Amiens *Vivien Desveaux*
LAMFA
Univ. de Picardie Jules Verne
33 rue Saint Leu
80039 Amiens CEDEX 01
☎ 03 22 82 75 16
vivien.desveaux@u-picardie.fr

Angers *Frédéric Proia*
LAREMA
Univ. d'Angers
2 bd Lavoisier
49045 Angers CEDEX 01
☎ 02 41 73 50 28 – 📠 02 41 73 54 54
frederic.proia@univ-angers.fr

Antilles-Guyane *Célia Jean-Alexis*
Univ. des Antilles et de la Guyane
Campus de Fouillole - BP 250
97157 Pointe-à-Pitre Cedex
☎ (590) 590 48 30 88 📠 (590) 590 48 30 86
celia.jean-alexis@univ-ag.fr

Avignon *Terence Bayen*
Dépt de Mathématiques
Univ. d'Avignon
33 rue Louis Pasteur
84000 Avignon
terence.bayen@univ-avignon.fr

Belfort *Michel Lenczner*
Lab. Mécatronique 3M
Univ. de Technologie de Belfort-
Montbelliard
90010 Belfort CEDEX
☎ 03 84 58 35 34 – 📠 03 84 58 31 46
Michel.Lenczner@utbm.fr

Bordeaux *Lisl Weynans*
Institut de Mathématiques
Univ. Bordeaux I
351 cours de la Libération - Bât. A33
33405 Talence CEDEX
☎ 05 40 00 35 36
lisl.weynans@math.u-bordeaux1.fr

Brest *Piernicola Bettiol*
Laboratoire de Mathématiques de Bre-
tagne Atlantique,
Université Bretagne-Sud,
6 avenue Le Gorgeu, CS 93837,
29238 BREST cedex 3
☎ 02 98 01 73 86 – 📠 02 98 01 61 75
Piernicola.Bettiol@univ-brest.fr

Caen *Leonardo Baffico*
Groupe de Mécanique, Modélisation
Mathématique et Numérique
Lab. Nicolas Oresme
Univ. de Caen, BP 5186
14032 Caen CEDEX
☎ 02 31 56 74 80 – 📠 02 31 56 73 20
leonardo.baffico@unicaen.fr

Calais *Antoine Benoit*
LMPA
Centre Universitaire de la Mi-voix
50 rue F. Buisson, BP 699
62228 Calais CEDEX.
☎ 03 21 46 55 83
Carole.Rosier@lmpa.univ-
littoral.fr

Centrale Supélec*Anna*

Rozanova-Pierrat
Laboratoire MICCS, Centrale Supélec,
Batiment Bouygues,
3, rue Joliot Curie,
91190 Gif-sur-Yvette
anna.rozanova-
pierrat@centralesupelec.fr

Cergy*Elisabeth Logak*

Dép. de Mathématiques,
Univ. de Cergy-Pontoise / Saint-Martin
2 av. Adolphe Chauvin
95302 Cergy-Pontoise CEDEX
☎ 01 34 25 65 41 – 📠 01 34 25 66 45
elisabeth.logak@u-cergy.fr

Chine*Claude-Michel Brauner*

IMB, Université de Bordeaux I
351 cours de la Libération
Bât. A33
33405 Talence CEDEX
☎ 05 40 00 60 50
brauner@math.u-bordeaux.fr

Clermont-Ferrand*Arnaud Munch*

Laboratoire de Math. Blaise Pascal,
Université Clermont Auvergne,
Campus Universitaire des Cezeaux,
3, place Vasarely, 63178 Aubiere Cedex
☎ 04 73 40 79 65 – 📠 04 73 40 70 64
Arnaud.Munch@math.univ-bpclermont.fr

Compiègne*Antoine Zurek*

Laboratoire de Mathématiques
Appliquées de Compiègne
Univ. de Technologie, BP 20529
60205 Compiègne CEDEX
antoine.zurek@utc.fr

Dijon*Alexandre Cabot*

Institut de Mathématiques
Univ. de Bourgogne
BP 47870
21078 Dijon CEDEX
alexandre.cabot@u-bourgogne.fr

École Polytechnique*Aline*

Lefebvre-Lepot
CMAP, École Polytechnique
91128 Palaiseau
☎ 01 69 33 45 61 – 📠 01 69 33 46 46
aline.lefebvre@polytechnique.edu

ENS Cachan*Laure Quivy*

CMLA, ENS Cachan
61 av. du Président Wilson
94235 Cachan CEDEX
☎ 01 47 40 59 12
quivy@cmla.ens-cachan.fr

ENS Paris*Bertrand Maury*

DMA, Ecole Normale Supérieure
45 rue d'Ulm,
75230 Paris CEDEX
☎ 01 44 32 20 80
bertrand.maury@ens.fr

EHESS*Amadine Aftalion*

CAMS, EHESS
54, bd. Raspail,
75270 Paris CEDEX 06
☎ 01 49 54 20 84
amadine.aftalion@math.cnrs.fr

États-Unis*Rama Cont*

IEOR, Columbia University
316 S. W. Mudd Building
500 W. 120th Street, New York,
New York 10027 – Etats-Unis
☎ + 1 212-854-1477
Rama.Cont@columbia.edu

Evry*Stéphane Menozzi*

LPMA, Sorbonne Université
4, place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05
stephane.menozzi@univ-evry.fr

Evry Gépole*Laurent Denis*

Dpt de Math.
Univ. du Maine
72085 Le Mans
☎ 01 64 85 34 98
ldenis@univ-lemans.fr

Franche-Comté *Nabile Boussaid*

Lab. de mathématiques
UFR Sciences et Techniques
16 route de Gray
25030 Besançon CEDEX
☎ 03 81 66 63 37 – 📠 03 81 66 66 23
boussaid.nabile@gmail.com

Grenoble *Brigitte Bidegaray*

Laboratoire Jean Kuntzmann,
Université Grenoble Alpes,
Bâtiment IMAG, CS 40700,
38058 GRENOBLE CEDEX 9
☎ 04 76 57 46 10 – 📠 04 76 63 12 63
Brigitte.Bidegaray@univ-grenoble-
alpes.fr

Israël *Ely Merzbach*

Dept of Mathematics and Computer
Science
Bar Ilan University Ramat Gan.
Israel 52900
☎ + 972 3 5318407/8 – 📠 + 972 3 5353325
merzbach@macs.biu.ac.il

La Réunion *Philippe Charton*

Dép. de Mathématiques et Informatique
IREMIA
Univ. de La Réunion
BP 7151
97715 Saint-Denis Messag CEDEX 9
☎ 02 62 93 82 81 – 📠 02 62 93 82 60
Philippe.Charton@univ-reunion.fr

Rouen *Ioana Ciotir*

Laboratoire de Mathématiques / LMI
INSA Rouen Normandie
Avenue de l'Université
76801 Saint-Étienne-du-Rouvray
Ioana.Ciotir@insa-rouen.fr

Le Havre *Adnan Yassine*

IUT du Havre
Place Robert Schuman
BP 4006
76610 Le Havre.
☎ 02 32 74 46 42 – 📠 02 32 74 46 71
adnan.yassine@iut.univ-lehavre.fr

Le Mans *Alexandre Popier*

Dép. de Mathématiques
Univ. du Maine
Av. Olivier Messiaen
72085 Le Mans CEDEX 9
☎ 02 43 83 37 19 – 📠 02 43 83 35 79
Alexandre.Popier@univ-lemans.fr

Lille *Caterina Calgaro*

Lab. de Mathématiques Appliquées
Univ. des Sciences et Technologies de
Lille
Bat. M2, Cité Scientifique
59655 Villeneuve d'Ascq CEDEX
☎ 03 20 43 47 13 – 📠 03 20 43 68 69
Caterina.Calgaro@univ-lille1.fr

Limoges *Samir Adly*

LACO
Univ. de Limoges
123 av. A. Thomas
87060 Limoges CEDEX
☎ 05 55 45 73 33 – 📠 05 55 45 73 22
adly@unilim.fr

Lorraine-Metz *Jean-Pierre Croisille*

Institut Élie Cartan de Lorraine,
Université de Lorraine - Metz,
3 rue Augustin Fresnel, BP 45112,
57073 Metz, Cedex 03
☎ 03 87 31 54 11 – 📠 03 87 31 52 73
jean-pierre.croisille@univ-
lorraine.fr

Lorraine-Nancy *Denis Villemonais*

Institut Élie Cartan de Lorraine
Université de Lorraine - Nancy,
BP 239
54506 Vandoeuvre-lès-Nancy
☎ 03 83 68 45 95 – 📠 03 83 68 45 61
denis.villemonais@univ-lorraine.fr

Lyon *Benoit Fabrèges*

Institut Camille Jordan,
Univ. Claude Bernard Lyon 1
43 b^d du 11 novembre 1918
69622 Villeurbanne CEDEX
fabreges@math.univ-lyon1.fr

Marne la Vallée *Alain Prignet*

Univ. de Marne-la-Vallée, Cité Descartes
5 b^d Descartes
77454 Marne-la-Vallée CEDEX
☎ 01 60 95 75 34 – 📠 01 60 95 75 45
alain.prignet@univ-mlv.fr

Maroc *Khalid Najib*

École Nationale de l'Industrie Minérale
B^d Haj A. Cherkaoui, Agdal
BP 753, Rabat Agdal 01000
Rabat
Maroc
☎ 00 212 37 77 13 60 – 📠 00 212 37 77 10 55
najib@enim.ac.ma

Marseille *Loïc Le Treust*

LATP
Université Paul Cézanne
Faculté des Sciences et Techniques de St
Jérôme, Case Cour A
Av. Escadrille Normandie-Niemen
13397 Marseille Cedex 20, France ☎ 04 91
28 88 40 – 📠 01 91 28 87 41
loic.le-treust@univ-amu.fr

Montpellier *Vanessa Lleras*

I3M, Dép. de Mathématiques,
Univ. Montpellier II, CC51
Pl. Eugène Bataillon
34095 Montpellier CEDEX 5
☎ 04 67 14 32 58 – 📠 04 67 14 35 58
vanessa.lleras@umontpellier.fr

Nantes *Anais Crestetto*

Université de Nantes
2, rue de la Houssinière - BP92208
44321 Nantes CEDEX 3
☎ 02 51 12 59 86
Anais.Crestetto@univ-nantes.fr

Nice *Claire Scheid*

Lab. Jean-Alexandre Dieudonné
Univ. de Nice, Parc Valrose
06108 Nice CEDEX 2
☎ 04 92 07 64 95 – 📠 04 93 51 79 74
claire.scheid@unice.fr

Norvège *Snorre Christiansen*

snorrec@math.uio.no

Orléans *Cécile Louchet*

Institut Denis Poisson
Univ. d'Orléans
BP 6759
45067 Orléans CEDEX 2
☎ 02 38 49 27 57 – 📠 02 38 41 71 93
Cecile.Louchet@univ-orleans.fr

Paris I *Philippe Bich*

Centre d'Économie de la Sorbonne UMR
8174
Univ. Paris 1 Pantheon-Sorbonne
Maison des Sciences Économiques
106 - 112 boulevard de l'Hôpital
75647 PARIS CEDEX 13
☎ 01 44 07 83 14 – 📠 01 44 07 83 01
philippe.bich@univ-paris1.fr

Paris Dauphine *David Gontier*

CEREMADE
Univ. Paris-Dauphine
PI du M^{al} de Lattre de Tassigny
75775 Paris CEDEX 16
☎ 01 44 05 47 26 – 📠 01 44 05 45 99
gontier@ceremade.dauphine.fr

Paris Descartes *Ellen Saada*

Lab. MAP 5 - UMR CNRS 8145
Univ. Paris Descartes
45 rue des Saints Pères
75270 Paris cedex 06
☎ 01 42 86 21 14 – 📠 01 42 86 41 44
ellen.saada@mi.parisdescartes.fr

Paris Est *Mickaël Dos Santos*

Univ. Paris Est Créteil
UPEC
61 av. du Général de Gaulle
94010 Créteil CEDEX PS
☎ 01 45 17 16 42
mickael.dos-santos@u-pec.fr

Paris Saclay *Benjamin Graille*

Mathématiques, Bât. 425
Univ. Paris Saclay
91405 Orsay CEDEX
☎ 01 69 15 60 32 – 📠 01 69 14 67 18
Benjamin.Graille@math.u-psud.fr

Paris XIII *Jean-Stéphane Dhersin*
 Univ. Paris XIII
 Département de Mathématiques Institut Galilée
 99, Avenue Jean-Baptiste Clément
 93430 Villetaneuse
 ☎ 01 45 17 16 52
 dhersin@math.univ-paris13.fr

Pau *Brahim Amaziane*
 Lab. de Math. Appliquées, IPRA,
 Univ. de Pau
 av. de l'Université
 64000 Pau
 ☎ 05 59 92 31 68/30 47 – 📠 05 59 92 32 00
 brahim.amaziane@univ-pau.fr

Portugal *Pedros Freitas*

 freitas@cii.fc.ul.pt

Perpignan *Oana Serea*
 Dépt de Mathématiques
 Univ. de Perpignan
 52 avenue de Villeneuve
 66860 Perpignan CEDEX
 ☎ 04 68 66 21 48
 serea@univ-perp.fr

Poitiers *Matthieu Brachet*
 LMA
 Univ. de Poitiers
 B^d Marie et Pierre Curie
 BP 30179
 86962 Futuroscope Chasseneuil CEDEX
 ☎ 05 49 49 68 78
 matthieu.brachet@math.univ-
 poitiers.fr

Reims *Stéphanie Salmon*
 Lab. de Mathématiques
 Univ. Reims
 Moulin de la Housse – BP 1039
 51687 Reims CEDEX 2
 ☎ 03 26 91 85 89 – 📠 03 26 91 83 97
 stephanie.salmon@univ-reims.fr

Rennes *Roger Lewandowski*
 Univ. Rennes 1
 IRMAR, Université Rennes 1,
 Campus Beaulieu, 35042 Rennes
 ☎ 02 23 23 58 64
 Roger.Lewandowski@univ-rennes1.fr

Rouen *Jean-Baptiste Bardet*
 LMRS
 Univ. de Rouen
 av. de l'Université - BP 12
 76801 Saint-Étienne-du-Rouvray
 ☎ 02 32 95 52 34 – 📠 02 32 95 52 86
 Jean-Baptiste.Bardet@univ-rouen.fr

Savoie *Stéphane Gerbi*
 Lab. de Mathématiques
 Univ. de Savoie
 73376 Le Bourget du Lac CEDEX
 ☎ 04 79 75 87 27 – 📠 04 79 75 81 42
 stephane.gerbi@univ-savoie.fr

Sorbonne Université *Nina Aguilon*
 Lab. Jacques-Louis Lions
 Boîte courrier 187
 Sorbonne Université
 4 place Jussieu
 75252 Paris CEDEX 05
 ☎ 01 44 27 91 67 – 📠 01 44 27 72 00
 aguillon@ann.jussieu.fr

Sorbonne Université *Noufel Frikha*
 LPMA, Sorbonne Université
 4 place Jussieu
 75252 Paris CEDEX 05
 ☎ 01 57 27 91 33
 frikha.noufel@gmail.com

Strasbourg *Emmanuel Franck*
 IRMA
 Univ. de Strasbourg
 7 rue René Descartes
 67084 Strasbourg CEDEX
 emmanuel.franck@inria.fr

Toulouse *Laurent Risser*
 IMT, Univ. Toulouse 3
 118 route de Narbonne
 31077 Toulouse CEDEX 4
 Laurent.Risser@math.univ-
 toulouse.fr

Tours *Vincent Perrollaz*
Institut Denis Poisson
Fac. Sciences et Technique de Tours
7 parc Grandmont
37200 Tours
vincent.perrollaz@lmpt.univ-
tours.fr

Troyes *Florian Blachère*
Institut Charles Delaunay
Université de Technologie de Troyes
12, rue Marie Curie
CS 42060 - 10004 TROYES CEDEX
florian.blachere@utt.fr

Valenciennes *Juliette Venel*
LAMAV
Univ. de Valenciennes
Le Mont Houy – ISTV2
59313 Valenciennes CEDEX 9
☎ 03 27 51 19 23 – 📠 03 27 51 19 00
juliette.venel@univ-valenciennes.fr

Versailles *Pierre Gabriel*
Université De Versailles St-Quentin-en-
Yvelines
Bâtiment Fermat 45 Avenue Des Etats
Unis
59313 Valenciennes CEDEX 9
☎ 01 39 25 30 68 – 📠 01 39 25 46 45
pierre.gabriel@uvsq.fr

TS PRODUCTIONS
PRÉSENTE



FESTIVAL DE CANNES
SÉLECTION OFFICIELLE

ELLA
RUMPF

JEAN-PIERRE
DARROUSSIN

CLOTILDE
COURAU

JULIEN
FRISON
DE LA COMÉDIE FRANÇAISE

LE THÉORÈME DE MARGUERITE



UN FILM DE
ANNA NOVION

AVEC SONIA BONNY MAURICE CHENG IDIR AZOUGLI CAMILLE DE SABLET

SCÉNARIO ANNA NOVION MATHÉO ROBIN MARIE-STÉPHANE THERY ET AGNÈS FÉVRIÈ ADAPTATION ANNA NOVION MATHÉO ROBIN ET ANNA NOVION PRODUIT PAR MILENA POYLO U GILLES SACUTO COPRODUIT PAR ALINE SCHMID ET ADRIAN BLASER MONTÉ PAR JACQUES GYRAULT MONTAGE ANNE SOURIHAU
COSTUMEUR MATHÉO GIBEAU SCÈNES ANNE SOURIHAU DÉCORSETS CASTING BRIGITTE MORGON ALBA FRANÇOIS GUICHARD ANNA NOVION MATHÉO ROBIN STÜBLER BEATRICE TRICK ROMAN DYMIY DIRECTION DE PRODUCTION SOPHIE LIXON PRODUCTIONS ASSOCIÉES CONSTANCE PEFFELMAN
UN ASSOCIATIF ENTRE FRANCE TÉLÉVISION SCÉNARIO ALAIN CLASSEY PRODUCTIONS MATHÉO ROBIN ANNA NOVION MATHÉO ROBIN MONTAGE ALBA FRANÇOIS MONTAGE MARIE GUERINELICK RÉGIE GÉNÉRALE ROMAIN SVANE DIRECTION DE POST PRODUCTION ALÉXANDRE PASSAULT TS PRODUCTIONS UN COPRODUIT PAR FRANCE 3
RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE DE SUISSE ET MONTREUX-LES-BAINS AVEC LA PARTICIPATION CNC - FRANCE TÉLÉVISION UN COPRODUIT PAR CANAL+ LA RÉGION ÎLE DE FRANCE AU PROGRAMME EUROPE CRÉATIVE MEDIA UN COPRODUIT EUROPÉEN EN LA PRODUCE ANGA UN COPRODUIT CULTUREL FÉDÉRAL DE LA RÉPUBLIQUE FÉDÉRALE DE SUISSE
UN FILM D'ART ET D'ESSAI

