



Département d'évaluation de la recherche

Document d'auto-évaluation (DAE) Unité de recherche pluri-équipes

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023

VAGUE C

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Nom de l'unité pour le contrat en cours : Institut de Mathématiques de Marseille

Acronyme pour le contrat en cours : I2M

Label et numéro : UMR 7373

Nombre d'équipes : 5

Domaine scientifique principal : ST Sciences et Technologie

Panels scientifiques par ordre décroissant d'importance :

Panel 1 ST1 Mathématiques

Panel 2 ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication

Directeur pour le contrat en cours : Peter Haïssinsky

Établissements et organismes de rattachement (tutelles) :

- Université d'Aix-Marseille
- CNRS
- École Centrale de Marseille (tutelle secondaire ou partenaire)

1 PRÉSENTATION DE L'UNITÉ

Historique, localisation de l'unité.

Structuration de l'unité (équipes) et thématiques scientifiques de l'unité et des équipes.

Taille et composition des équipes au 31/12/2021.

2 PROFIL D'ACTIVITÉS

Le profil d'activités peut être décliné à l'échelle de l'unité ou de ses équipes. Il permet à l'unité ou à ses équipes de se positionner selon sept grandes catégories d'activités. L'unité ou ses équipes dispose de 100 points à répartir sur les sept catégories d'activités.

Activités	Répartissez 0 à 100 sur ces 7 items
Administration de la recherche (responsabilité de pilotage de la recherche (VP, Direction d'Institut, DAS, ...) participation à des instances d'évaluation (CNU, CoNRS, CSS...), responsable de volet IdEx, direction de projets -ANR, Horizon Europe, ERC, CPER-, responsabilités éditoriales dans des revues ou collections nationales et internationales)	0
Dissémination de la recherche (partage de connaissances avec le grand public, médiation scientifique, interface science/société)	0
Encadrement de la recherche (implication au niveau D ainsi que dans le suivi de projets post-doctoraux)	0
Contribution à l'adossement d'enseignements innovants à la recherche (EUR, SFRI, etc.)	0
Expertise technique (pouvoirs publics aux niveaux national et régional, entreprises, instances internationales (FAO, OMS, ...))	0
Recherche	0
Valorisation, transfert, innovation	0

3 ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE

L'unité présente synthétiquement les structures de recherche et de valorisation dans lesquelles elle est impliquée, à l'échelle de l'établissement ou du site :

- contribution à un champ de recherche (pôle, institut, secteur, quartier, campus, etc.) et description de celui-ci;
- implication dans une structure créée par le PIA du type Idex, Isite, Labex, Equipex, EUR, IHU, etc.;
- appartenance à des fédérations de recherche, des plateformes, une MSH, un OSU, etc.;
- inscription dans des clusters régionaux;
- participation à des structures de valorisation et de transfert (incubateurs, SATT, IRT, ITE, etc.);
- implication dans le continuum entre laboratoires de recherche et structures de soins.

4 PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'unité présente de façon synthétique les actions entreprises pour mettre en œuvre les recommandations de la précédente évaluation à l'échelle de l'unité et de ses équipes.

DOCUMENT D'AUTOÉVALUATION

Le document d'autoévaluation est construit sur la base du référentiel d'évaluation. La direction de l'unité renseigne les informations demandées pour l'ensemble des domaines d'évaluation. Toutefois, si certaines références ou critères ne sont pas pertinents en regard du profil d'activités de l'unité et de ses missions, la direction de l'unité inscrit la mention « sans objet ». L'échelle d'évaluation considérée pour les Domaines 1 - Profil, ressources et organisation de l'unité et 2 - Attractivité est celle de l'unité, tandis que pour les Domaines 3 - Production scientifique et 4 - Inscription des activités de recherche dans la société, l'appréciation des activités se fait, selon les critères, au grain de l'unité ou de l'équipe. Selon les domaines d'évaluation, l'unité appuie son argumentation sur :

- les données fournies dans les deux fichiers Excel : « Données de caractérisation » et « Données de production et d'activités » ;
- les éléments sélectionnés pour la constitution du portfolio (cf. appendice).

Domaine d'évaluation 3 : Production scientifique

Une autoévaluation synthétique se rapportant au domaine 3 est rédigée à l'échelle de l'unité. Puis les références et les critères sont abordés à l'échelle de l'équipe, à l'exception de la référence 2 critère C2 et de la référence 3, qui sont, elles, renseignées à l'échelle de l'unité.

Unité

Équipe : Analyse, Géométrie, Topologie (AGT)

Référence 1. La production scientifique de l'équipe satisfait à des critères de qualité.

L'équipe AGT (Analyse/Géométrie/Topologie) regroupe trois sous-équipes dont les bilans et projets sont présentés en détail ci-dessous.

- La sous-équipe Topologie/Singularités : Son effectif de permanents est actuellement 5 MCF et 5 PR émérites (dont 2 départs à la retraite en 2021).
Thèses (2016-2021) 1, Doctorant.e.s actuels 2.
- La sous-équipe Analyse Complexe : Son effectif de permanents est actuellement 3 PR, 4 MCF et 3 PR émérites.
Thèses (2016-2021) 6, Doctorant.e.s actuels 1.
- La sous-équipe Géométrie Complexe et Réelle : Son effectif de permanents est actuellement 5 PR, 1 MCF et 1 PR émérite (2 départs de PR et 2 arrivés PR en 2021 et 2022, 1 départ de MCF en 2020).
Thèses (2016-2021) 6, Doctorant.e.s actuels 4.

Les principes et le niveau d'exigence que l'équipe AGT poursuit pour assurer le caractère irrécusable de ses résultats sont basés sur les critères standards de la communauté mathématiques internationale : publication dans des revues internationales reconnues soumis à un processus de référé anonyme, présentation des résultats dans des colloques internationaux reconnus, séminaires, etc. Les résultats sont soumis à l'examen critique de la communauté.

Pendant la période d'évaluation l'équipe AGT a publié 151 articles dans des revues internationales de bon et très bon niveau (55 sous-équipe Topologie/Singularités, 47 sous-équipe Analyse

Complexe, 49 sous-équipe Géométrie Complexe et Réelle), 23 articles dans les actes de colloques (8,9,6), 3 monographies (1,1,1) et il y a actuellement 58 prépublications (15,22,21) pas encore publiées. Une très grande partie des publications et d'origine de collaborations internationales avec des chercheurs d'universités étrangères ce qu'il souligne le rayonnement scientifique de l'équipe : Allemagne, Belgique, Brésil, Canada, Chili, Danemark, Ecosse, Espagne, Etats-Unis, Grèce, Japon, Italie, Pologne, Russie, Suisse et Turquie.

Ce rayonnement est également reflété par l'organisations de de 21 colloques internationales (CIRM ou à l'étrangers) et de 2 mois thématiques au CIRM. En outre Erwan Rousseau a co-organisé la chaire Morlet au 1. semestre 2020 "Foliation Theory and Complex Geometry" avec Jorge Vitorio Pereira (IMPA Rio de Janeiro). Erwan était aussi membre junior de l'institut universitaire de France entre 2016 et 2021. De plus, Nizar Demni est en train de finaliser un projet de chaire Jean Morlet avec Benoit Collins (Université de Kyoto) pour le deuxième semestre 2024. Par ailleurs des membres de l'équipe ont participé à 5 contrats ANR et 3 autres contrats.

L'équipe entretient actuellement 3 séminaires hebdomadaires ou bimensuels sur deux sites : le séminaire de géométrie (à la FRUMAM, organisé avec l'équipe GDAC), le séminaire de topologie (FRUMAM) et le séminaire de d'analyse (CMI, Château-Gombert). (Un séminaire de singularités est entretenu par l'équipe GDAC en raison de changement d'équipe de plusieurs collègues pendant la période d'évaluation).

Certains membres de l'équipe AGT occupent des responsabilités importantes :

Création et co-direction de l'institut Archimède par Xavier Roulleau.

Résponsabilité de la deuxième année du Master Mathématiques et Applications, parcours mathématiques fondamentales par Christophe Pittet.

Résponsabilité de la première année du Master Mathématiques et Applications par Benjamin Audoux.

SOUS-ÉQUIPE TOPOLOGIE/SINGULARITÉS

La Topologie et les Singularités sont des thèmes historiques des mathématiques fondamentales à Marseille. Les travaux des topologues du groupe AGT concernent essentiellement la topologie de dimensions 3 et 4 avec des ouvertures vers les dimensions supérieures. Sur la période évaluée, l'équipe a confirmé son spectre large sur des thématiques au cœur de sujets très vivants, partagées avec les membres topologues de l'équipe GDAC : théories des entrelacs classique et welded en lien avec l'étude des surfaces nouées, chirurgie de Dehn en dimension 3, théorie de Chern–Simon et volume des représentations dans les groupes de Lie de dimension ≥ 3 , propriétés virtuelles des variétés de dimension 3. Le recrutement de Delphine Moussard en 2019 a permis de lancer une nouvelle dynamique collaborative sur des thématiques porteuses, invariants de type fini et trisections de variétés de dimension 4, dont la communauté est particulièrement active sur la scène mondiale.

Parmi les résultats les plus marquants obtenus ces dernières années on peut citer : une généralisation des invariants de Milnor pour des sous-variétés nouées de codimension 2 en toute dimension (B. Audoux - J.B. Meilhan - A. Yasuhara); une théorie des invariants de type fini pour les noeuds nul homologues dans les sphères d'homologie rationnelles de dimension 3 (D. Moussard); la détermination d'un invariant des noeuds dans les sphères d'homologie qui soit universel pour les invariants de type fini (B. Audoux - D. Moussard); un théorème de finitude pour l'ensemble des volumes des représentations du groupe fondamental d'une variété fermée dans un groupe de Lie connexe réel en dimension supérieure (P. Derbez - Y. Liu - H. Sun - S. Wang); une borne supérieure (en terme du genre) pour la distance entre la longitude et une pente de chirurgie exceptionnelle pour un noeud

quelconque dans une sphère d'homologie entière (D. Matignon) ; la rigidité profinie au sens de Grothendieck des groupes fondamentaux de variétés de dimension 3, compactes, irréductibles et de caractéristique d'Euler nulle (M. Boileau - F. Friedl). On peut noter aussi une application notable des outils topologiques à la théorie des codes correcteurs quantiques. Un doctorant G. Gandolfi a présenté en 2020 sa thèse (co-dirigée par B. Audoux et P. Bellingeri), sur les invariants de type fini pour les tresses virtuelles et/ou singulières. Un second doctorant B. Colombari (encadré par B. Audoux) est sur le point de terminer sa thèse sur des problèmes de classification en théorie welded.

Les projets futurs s'inscrivent dans le prolongement des travaux effectués, avec un tropisme plus marqué vers les dimensions supérieures (≥ 4). Un projet dans le cadre de l'ANR SyTriQ, coordonnée par D. Moussard, porte sur le développement d'une théorie des multisections des variétés lisses en toutes dimensions, généralisant les scindements de Heegaard en dimension trois et les trisections en dimension quatre (B. Audoux - D. Moussard). Un doctorant R. Dissler (co-encadré par B. Audoux et D. Moussard) travaille sur les trisections d'espaces fibrés. Une autre direction concerne des problématiques plus géométriques, ouvertes par le programme de Thurston et sa réalisation, comme la recherche de résultats de rigidité pour les applications entre variétés dans un cadre riemannien avec des hypothèses de courbures, ou dans un cadre plus algébrique en dimension 3, à l'aide des variétés de caractères dans $PSL(2, C)$ (P. Derbez, M. Boileau).

Les travaux des singularistes du groupe AGT portent depuis longtemps sur la topologie et la structure géométrique locale des singularités des variétés analytiques complexes et plus généralement sur les propriétés locales et globales d'espaces singuliers. Un séminaire en commun a lieu avec les singularités A. Pichon et G. Rond membres jusqu'à récemment de AGT. Correspondant à leur statut d'émérites, Jean-Paul Brasselet, Lê Dung Trang et David Trotman ont effectué des travaux de haut niveau de diffusion scientifique. Lê Dung Trang est éditeur de la nouvelle série Handbook of Geometry and Topology of Singularities (Springer). Pour ce Handbook il a écrit des textes définitifs sur la topologie des fibrations de Milnor avec Nuno-Ballesteros et J. Seade et aussi un texte détaillé sur le théorème de Lefschetz pour des sections hyperplanes (avec H. Hamm). Ses articles récents portent à la fois sur la géométrie algébrique complexe (groupes de Picard) et sur les fibrations de Milnor et les polyèdres évanescents Jean-Paul Brasselet a écrit deux textes importants pour le Handbook, l'un sur l'homologie d'intersection des espaces singuliers, et l'autre sur les classes caractéristiques des variétés singulières complexes. Ses articles récents portent sur les classes de coïncidences homologiques, et des appréciations historiques des travaux de spécialistes éminents : M. H. Schwartz, W.-T. Wu et E. Brieskorn.

David Trotman a écrit un texte sur la théorie des stratifications pour le Handbook. Ses articles portent sur des espaces stratifiés réels et s'étendent aux ensembles définissables des structures o-minimales. Les travaux de Claudio Murolo ont porté sur une résolution de la conjecture de fibration de Whitney dans le cas lisse avec Trotman et du Plessis. Comme conséquence ils obtiennent la densité des applications fortement stables, améliorant un théorème de Mather. Camille Plénat a effectué des collaborations suivies avec Meral Tosun et avec Houssein Mourtada, sur les schémas de jets et résolutions toriques des singularités à points rationnels doubles, et sur le problème de Nash plongé des singularités à points rationnels triples.

Les projets futurs s'inscrivent dans le prolongement des travaux effectués : Continuer à travailler dans le domaine des singularités et des stratifications régulières pour établir des résultats rendant les théories de l'homologie et de la cohomologie représentées par des cycles et des cocycles de Whitney plus complètes d'interprétations géométriques. Démontrer l'existence d'une triangulation de Whitney de toute stratification de Whitney. Rédaction d'un livre sur la théorie des stratifications. (Murolo, Trotman)

Construire les résolutions de singularités abstraites à partir des arcs pour les hypersurfaces. (Plénat)

SOUS-ÉQUIPE ANALYSE COMPLEXE

Les thématiques de l'équipe d'analyse sont orientées vers l'analyse complexe en une et plusieurs variables, l'analyse harmonique, la théorie des opérateurs et les probabilités. Les recherches menées par les membres de l'équipe pendant les dernières années éclairent les liens profonds entre elles. Ces liens sont par exemple illustrés par le rôle essentiel joué par la notion de noyaux reproduisants d'espaces de Hilbert de fonctions holomorphes ou polyanalytiques en théorie du signal et du contrôle, et dans l'étude des équations de Sturm-Liouville ou de Schrödinger. Ils apparaissent très naturellement en théorie de l'approximation, en particulier à travers le problème de Newman-Shapiro énoncé en 1966, et motivé par la théorie des opérateurs sur l'espace de Fock. Ce problème a été résolu en 2017 par Belov-Borichev.

Autour de l'étude des propriétés géométriques des familles de noyaux reproduisants gravitent celles des opérateurs de Toeplitz et de Hankel, la théorie spectrale des opérateurs non-autoadjoints, et l'interpolation de Nevanlinna-Pick. Cette dernière est parallèlement étudiée pour ses applications en analyse matricielle, notamment aux problèmes de Schäffer et de Kreiss (Borichev, Rigat, Youssfi). Par ailleurs, la dynamique linéaire de ces opérateurs est aussi indépendamment étudiée pour elle-même par des membres de l'équipe. On mentionne à ce propos l'étude de l'hypercyclicité et de ses différentes variantes en lien avec la théorie ergodique (Charpentier). Un autre aspect de nature géométrique de cette dernière est présent dans l'équipe (Pittet) à travers l'étude de la représentation quasi-régulière des réseaux de groupes de Lie semi-simples non compacts agissant sur la frontière de Furstenberg-Poisson.

L'approximation polynômiale ou rationnelle est également au cœur des recherches de certains membres de l'équipe, comme source d'outils puissants pour aborder des problèmes d'interpolation, de théorie des fonctions, ou de théorie des opérateurs (Borichev, Charpentier, Wielonsky).

Enfin, certains aspects probabilistes continuent à se développer au sein de l'équipe d'analyse complexe. Ils se manifestent par exemple par le recours aux techniques d'analyse complexe dans l'étude des séries aléatoires (Borichev) et par les interactions récentes de certains membres de l'équipe avec des collègues de l'équipe de probabilités-statistiques autour de l'approche probabiliste au théorème de Nyman-Beruling. D'autres nouveaux aspects comme les processus déterminantaux provenant d'espaces de fonctions polyanalytiques, les fonctionnelles de mouvements Browniens horizontaux et les probabilités libres figurent parmi les thématiques de recherche de N. Demni recruté en 2020.

Parmi les projets futures des analystes sont : Recherche portant sur les zéros des fonctions dans des classes lisses, sur les intervalles singuliers pour les Hamiltoniens qui engendrent des systèmes canoniques réguliers, et les processus ponctuels déterminantaux en lien avec l'interpolation dans les espaces correspondants. (A. Borichev)

Prolongement de l'étude des paires de Heisenberg en lien avec les paires de Lax (outil développé par A. Fokas) et la rédaction d'un ouvrage sur les distributions ainsi qu'un autre rassemblant de nombreuses pages de cours du niveau agrégation. (S. Rigat)

Un produit tensoriel projectif de deux espaces de fonctions continues sur des compacts dénombrables est-il un sous-espace de fonctions continues sur un compact dénombrable ? Caractériser les espaces de Banach injectifs relatifs au produit tensoriel projectif avec les espaces de fonctions continues sur des compacts dénombrables. (C. Samuel)

Recherche sur les méthodes de construction des semi-groupes dynamiques et de Dirichlet-Neumann. (V. Zagrebnov)

Déterminer explicitement la mesure de Brown de la compression d'un mouvement Brownien unitaire libre par une projection orthogonal libre et les moments du processus de Jacobi libre comme limites de ceux de son analogue matriciel. Trouver des analogues de l'ansatz de Laughlin (Jellium) pour des

surfaces de Riemann autres que le plan complexes et utiliser le processus de Jacobi Hermitien pour répondre à des questions d'entropie en information quantique. Rédaction d'un livre décrivant des aspects probabilistes de sous-Laplaciens associés à des fibrations complexes et quaternioniques est en cours (avec F. Baudoin et J. Wang). (N. Demni)

Démontrer des théorèmes ergodiques, en lien avec les représentations unitaires des réseaux des groupes algébriques semi-simples, les relations d'orthonormalité de Schur généralisées, la propriété Rapid Decay (RD). (Pittet)

SOUS-ÉQUIPE GÉOMÉTRIE COMPLEXE ET RÉELLE

La recherche de la sous-équipe géométrie du groupe AGT porte sur un spectre varié de thématiques. Nous travaillons sur quelques problèmes fondamentaux de géométrie complexe (notamment problèmes de classification de variétés complexes et des structures remarquables sur ces variétés, mais aussi sur les interactions de la géométrie complexe avec la géométrie différentielle, la théorie des nombres, la théorie de jauge et la théorie des catégories.

Une thématique traditionnelle de la composante est la classification des surfaces complexes algébriques (Roulleau, parti à Angers) et non-algébriques (Dloussky (émérite), Teleman) et l'étude des propriétés géométriques de ces surfaces. En contexte algébrique les résultats portent par exemple sur problèmes d'existence de surfaces algébriques à invariants donnés et construction explicites de surfaces remarquables (Roulleau) et en contexte non-algébrique sur la classification des surfaces de la classe VII et leurs propriétés (Dloussky, Teleman). On a initié des nouvelles méthodes et on a mis en évidence des interactions avec la théorie de jauge et la théorie des singularités.

Une autre direction de recherche traditionnelle porte sur la construction de nouvelles classes de variétés complexes compactes non-kähleriennes de dimension ≥ 3 . Nos méthodes de construction utilisent la théorie des nombres et la méthode de Schottky (Oeljeklaus).

Une nouvelle thématique du groupe est la théorie d'hyperbolicité en géométrie complexe algébrique (Rousseau, maintenant parti à Brest). Sa recherche se concentre sur l'hyperbolicité au sens de Kobayashi, différentielles de jets, jets de Deligne-Mumford, structures orbifoldes, différentielles de jets orbifoldes, variétés spéciales, feuilletages, courants d'Ahlfors.

Une autre direction de recherche du groupe porte sur un sujet très actif et compétitif : la K-stabilité, existences des métriques à courbure scalaire constante, le J -flot de Donaldson (Keller, parti à l'Université de Montréal).

Quelques articles récents de la composante portent sur des thématiques nouvelles qui dépassent le cadre de la géométrie complexe, par exemple les problèmes d'homogénéité en géométrie différentielle et théorie des connexions sur les fibrés principaux et catégories dérivées (Teleman).

Une ouverture intéressante porte sur la théorie de feuilletages (Meignez) ; on envisage des interactions avec la théorie des feuilletages holomorphes.

La classification des surfaces algébriques réelles et des variétés de dimension 3 enrichit une thématique classique de l'équipe. (Mangolte)

Les thématiques du sous-équipe ont été récemment élargies par la géométrie symplectique et modèles intégrables (Klimcik), notamment il s'agit des constructions de modèles intégrables dans les dimensions finies tout comme infinies. Les relations entre les modèles intégrables et la géométrie complexe sont multiples, les modèles intégrables dit "sigma" sont souvent associées aux variétés complexes, puis leur dynamiques exprimées dans le formalisme de Lax exploitent la structure d'une autre variété complexe dite la "courbe spectrale" et aussi leur structure symplectique est parfois celle de Kähler.

Parmi les projets futures des géomètres sont : Classification des surfaces de la classe VII : Description géométrique explicite des espaces de modules introduits dans l'article "Instantons and holo-

morphic curves on class VII surfaces" (Annals of Mathematics 172, 1749-1804, 2010). Développement d'une théorie générale des espaces de modules de fibrés holomorphes sur les variétés complexes non-algébriques en utilisant la notion de "famille bornée" de faisceaux cohérents en contexte complexe non-algébrique. (Telesman).

Classification des surfaces non-kähleriennes munies d'une involution anti-holomorphe. Une généralisation du théorème de Bryant sur les surfaces à courbure moyenne constante 1 dans l'espace hyperbolique. Les espaces de modules de fibrés holomorphes affines sur les variétés projectives. (Telesman, Yeganehfar)

Construction de nouvelles familles de variétés non-kähleriennes compactes. Classification des surfaces de Stein admettant une action holomorphe presque libre du groupe \mathbb{C} . Démontrer une version globale presque homogène de la conjecture de Lipman-Zariski. (Oeljeklaus)

Faire avancer la conjecture de Haefliger-Thurston sur la connectivité de l'espace classifiant de Haefliger $B\Gamma$. Dans cette direction, établir la nullité de divers cycles qui apparaissent naturellement dans l'homologie de $B\Gamma$. (Meigniez)

Construire et étudier les propriétés d'une vaste famille de modèles intégrables du type "many-body particle interaction" qui représenteraient une généralisation des E-modèles intégrables de la théorie de cordes. (Klimcik)

Topologie des solides de Fano réels : la classification des variétés algébriques réelles de dimension 3 i.e. l'étude de la dernière classe de variétés uniréglées réelles pour lesquelles la classification n'est pas connue. Classification des involutions birationnelles dans le groupe de Cremona réel. Recherche sur la topologie du lieu réel des surfaces ouvertes dont la \mathbb{Q} -homologie du lieu complexe est celle du plan complexe. (Mangolte)

Référence 2. La production scientifique est proportionnée au potentiel de recherche de l'équipe et répartie entre ses personnels.

1/2 page

La qualité et la quantité de la production scientifique de l'équipe AGT sont tout à fait remarquables. Les membres permanents et les professeurs émérites ont publiés durant la période 2016-2021 151 articles de revues internationales de haut et très haut niveau à comité de rédaction avec référent anonyme. À l'exception de deux collègues, qui appartiennent à l'équipe, mais qui sont thématiquement très éloignés, tous les membres permanents ont publié dans la période évaluée. Les professeurs émérites (dont deux très actifs partis à la retraite en 2021) ont également contribué de façon significative. Les jeunes docteur(e)s ayant effectué leurs thèses au sein de l'équipe AGT et les post-doctorants ont tous, sans exception, publié, parfois déjà plusieurs articles, ainsi que les docteurant(e)s en fin de thèse. Cela correspond aux standards exigés par le I2M et par l'école doctorale ED 184.

Durant la période évaluée, l'équipe a connu plusieurs changements : 1) mouvements :

a) 2020 départ Fabien Priziac, arrivé Nizar Demni ; b) 2021 départ Erwan Rousseau, arrivé Gaël Meigniez ; c) 2022 départ Xavier Roulleau, arrivé Frédéric Mangolte ; d) 2017 départ Laurent Manivel ; e) 2018 départ Rachid Zarouf.

2) Recrutement : 2019 Delphine Moussard.

3) Retraites : 2016 Georges Dloussky, 2017 Bernard Coupet, 2020 Patrick Iglesias, 2021 Michel Boileau et David Trotman.

C1. La production scientifique est en adéquation avec le potentiel de recherche de l'équipe. Elle ne sacrifie pas la qualité de la recherche à la quantité.

En regard de ses effectifs, l'équipe analyse le volume de sa production et spécifie les règles partagées qui lui permettent de s'assurer de la prééminence de la qualité.

C3. Tous les chercheurs et enseignants-chercheurs permanents contribuent à la production scientifique de l'équipe.

L'équipe évalue l'engagement de chaque chercheur et enseignant-chercheur permanent dans l'activité de production scientifique. Elle précise, le cas échéant, la politique d'accompagnement mise en place pour combler le déficit de production.

C4. Tous les doctorants et les post-doctorants participent à la production scientifique de l'équipe.

L'équipe souligne la teneur et l'intensité de la production scientifique apportée par ces deux catégories de chercheurs.

Synthèse de l'autoévaluation

L'équipe évalue ses forces et faiblesses au regard des références de ce domaine d'évaluation.

Domaine d'évaluation 4 : Inscription des activités de recherche dans la société

Une autoévaluation synthétique se rapportant au domaine 4 est rédigée à l'échelle de l'unité. Puis les références et les critères sont abordés à l'échelle de l'équipe.

Unité

Équipe : Analyse, Géométrie, Topologie (AGT)

Référence 1. L'équipe se distingue par la qualité de ses interactions non-académiques.

C1. L'équipe établit des partenariats conventionnés avec des acteurs du monde non-académique et développe des projets collaboratifs de recherche avec les industriels.

C2. Dans ses réponses aux demandes des acteurs du monde non-académique, l'équipe se saisit de sujets à haute valeur scientifique et technologique, en cohérence avec sa politique de recherche.

C3. Les partenariats non-académiques à l'initiative desquels se trouve l'équipe permettent de relever des défis technologiques, environnementaux ou sociétaux.

C4. L'équipe encourage l'accueil de professionnels et la mise à disposition de ses personnels au sein de structures non-académiques.

C5. L'équipe accueille des doctorants dont la recherche est financée en totalité ou en partie par des partenaires non-académiques.

C6. L'équipe bénéficie de conventions pour la formation continue des acteurs du monde non-académique.

En s'appuyant sur le fichier Excel « Données de production et d'activités », l'équipe évalue sa stratégie de partenariat avec les acteurs du monde non-académique en précisant le cas échéant notamment le continuum scientifique et technologique entre

les programmes de recherche de l'équipe et les objectifs d'innovation des entreprises ou de la filière ciblée, le positionnement de l'équipe sur les différentes étapes du processus d'innovation, l'adéquation des niveaux de maturation (TLR) atteints avec les attentes des entreprises et le processus de transfert technologique. Elle en explicite les déclinaisons opérationnelles suivant les critères C1 à C6 de la référence 1. Elle analyse le retour sur investissement et la création de ressources pour l'équipe liées à ses activités de transfert.

C7. L'équipe est engagée dans des activités de science participative.

L'équipe explicite sa politique concernant les activités de science participative et les projets qu'elle conduit.

Référence 2 : L'équipe développe des produits à destination du monde socio-économique.

C1. L'équipe développe des ressources scientifiques et technologiques valorisées au plan économique. Elle mène une politique active de protection de la propriété intellectuelle, et notamment de demande de dépôts de brevets.

C2. L'équipe est à l'origine de la création de start-up. Elle concourt, le cas échéant, à la création d'emplois et à l'amélioration de la compétitivité des entreprises.

En s'appuyant sur le fichier Excel « Données de production et d'activités », l'équipe analyse la façon dont elle satisfait aux critères C1 et C2 de la référence 2. Elle explicite notamment sa contribution au développement de projets structurants dans la filière d'intervention, l'impact des travaux de l'équipe sur la position économique, sociale ou culturelle des partenaires économiques, et la valorisation de ses actifs.

C3. L'équipe a une activité de diffusion de ses résultats auprès des acteurs du monde socio-économique.

C4. L'équipe contribue à la rédaction de normes, de procédures, de recommandations, de référentiels, reconnus par des instances compétentes (ISO, AFNOR, HAS, etc.).

C5. L'équipe, par ses expertises ou ses recommandations, documente des acteurs sociaux : instances internationales, personnalités politiques, administrations publiques, associations de consommateurs, associations de patients, etc.

En s'appuyant sur le fichier Excel « Données de production et d'activités », l'équipe analyse la façon dont elle satisfait aux critères C3, C4 et C5 de la référence 2.

Référence 3. L'équipe partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

C1. L'équipe met ses compétences scientifiques au service de l'organisation de manifestations destinées au grand public (expositions, biennales, installations, concerts, spectacles, etc.).

C2. Les membres de l'équipe, en lien avec leurs compétences scientifiques, intègrent la médiation scientifique. Ils interviennent dans les médias, sur internet ou sur les réseaux sociaux dans le respect de l'intégrité scientifique et de la déontologie.

C3. L'équipe organise des actions de sensibilisation à destination des jeunes (élèves, collégiens, lycéens).

En s'appuyant sur des éléments factuels qui peuvent prendre la forme de listes fournies en annexe du DAE, l'équipe explicite les orientations qu'elle privilégie pour le partage de ses connaissances avec le grand public et analyse comment elle satisfait aux critères C1, C2 et C3 de la référence 3.

Synthèse de l'autoévaluation

L'équipe évalue ses forces et faiblesses au regard des références de ce domaine d'évaluation.

APPENDICE

Le portfolio

B. Audoux et D. Moussard : *Toward universality in degree 2 of the Kriker lift of the Kontsevich integral and the Lescop equivariant invariant*, Internat. J. Math. 30 (2019), No 5, 37pp.

Cet article porte sur le problème de la détermination d'un invariant des nœuds nul homologues dans les sphères d'homologie rationnelles qui soit universel pour les invariants de type fini et de l'équivalence de l'invariant de Kriker et de l'invariant de Lescop, qui tous deux découlent de l'intégrale de Kontsevich, le premier par des méthodes combinatoires et le second en calculant directement des intégrales dans des espaces de configuration. C'est le cas particulier des invariants de degré 2 qui est traité dans cet article et qui prélude au cas général que les deux auteurs sont entrain de rédiger. C'est un résultat important pour l'étude des invariants de type fini des noeuds dans une sphère d'homologie.

B. Karadeniz, H. Mourtada, C. Plénat, M. Tosun : *The embedded Nash problem of birational models of rational triple singularities*, J. Singul. 22 (2020), 337–372.

Cet article étudie le problème de construire une résolution plongée des singularités d'une variété affine algébriques X à partir des composantes irréductibles des espaces de jets centrés sur le lieu singulier de X . Bien que cela ne soit pas possible en général, il est montré que la réponse est positive pour la famille de singularités d'hypersurfaces dont les normalisations sont des points triples rationnels, appelées singularités RTP. Pour ces singularités, les schémas de jets sont utilisés pour construire et décrire concrètement des résolutions toriques plongées. Il s'agit là d'une construction difficile et exhaustive pour une classe intéressante de singularités.

P. Derbez, Y. Liu, H. Sun, S. Wang, *Volume of representations and mapping degree*, Adv. Math. 351 (2019), 570-613.

Cet article contient, dans un cadre très général (qui couvre des exemples d'espaces symétriques et non symétriques), une constructions et un théorème de finitude important pour les volumes des représentations dans des groupes de Lie de dimension supérieur. Ce résultat n'était connu jusque là que dans quelques cas très spéciaux. Il a pour conséquence des résultats sur les degrés d'applications entre variétés modelées sur des groupes de Lie semi-simples, qui sont les premiers de ce type.

A.Borichev, A.Kononova, M.Sodin : *Notes on the Szegő minimum problem, I. Measures with deep zeroes, II. Singular measures*, Israel Journal of Mathematics 240 (2020) 725-743, 745-767.

Dans l'approximation polynomiale, le théorème classique de Szegő dit que les polynômes sont denses dans l'espace $L^2(\rho)$, où ρ est un mesure sur le cercle unité, si et seulement si l'intégrale logarithmique de la densité de ρ diverge. Dans la première partie de cet article on étudie une version quantitative du théorème de Szegő dans le cas particulier où la divergence de l'intégrale logarithmique est causée par des zéros profonds de la mesure ρ sur un sous-ensemble suffisamment rare du cercle. Dans la deuxième partie, on établie plusieurs résultats quantitatifs concernant le problème de Szegő pour des classes de mesures sur le cercle unité concentrées sur de petits sous-ensembles. Comme un co-produit, on réfute une conjecture de Nevai de 1985 sur l'asymptotique relative de Szegő.

E.H. Youssfi. *A covariance equation*, Journal of Geometric Analysis, 30 (2020), 3398-3412.

Cet article résout une équation de covariance dans un cadre abstrait très général. Étant donné un semi-groupe commutatif et unitaire d'élément neutre, un compact Γ dans l'espace complètement régulier \mathbb{S} des fonctions multiplicatives non-identiquement nulles sur \mathbb{S} muni de la topologie de la convergence simple et une fonction continue F sur Γ , cet article caractérise les mesures de Borel complexes sur Γ dont le support est contenu dans la réunion de l'ensemble des zéros de F et d'un élément de Γ . Comme conséquence on obtient la solution à une question posée par El Fallah, Kellay, Klaja, Mashregui et Ransford (CAOT, 2016). D'autres conséquences de ce résultat sont données. Certaines illustrent l'aspect probabiliste du problème étudié et d'autres établissent des propriétés extrémales des noyaux analytiques.

Campana, Frédéric ; Darondeau, Lionel ; Rousseau, Erwan *Orbifold hyperbolicity* ; Compos. Math. 156 (2020), no. 8, 1664–1698.

L'article porte sur la généralisation de la théorie des jets-différentielles dans le cadre plus difficile des orbifolds. Les deux points de départ de l'article sont : la fameuse conjecture de Green–Griffiths–Lang sur les surfaces de type général et un théorème fondamental récent de Demailly qui affirme l'existence, sur toute variété de type général X , d'une jet-différentielle dont le lieu d'annulation est un diviseur ample. Le résultat de Demailly se généralise aux paires logarithmiques (X, Δ) . C'est important et naturel d'essayer d'éteindre

1. les résultats connus qui confirment (dans des cas particuliers) la conjecture Green–Griffiths–Lang,
2. le théorème de Demailly

aux orbifolds (X, Δ) . Le premier résultat de l'article (Theorem A) affirme que la conjecture de Green–Griffiths–Lang est vraie pour l'orbifold (\mathbb{P}^2, Δ) où Δ est la réunion de 11 droites en position générale munie de multiplicité 2. Le 2me résultat (Theorem B) est un théorème d'existence (dans l'esprit du théorème de Demailly) d'une jet-différentielle dont le lieu d'annulation est un diviseur ample sur une surface orbifold (X, Δ) avec K_X trivial, multiplicité de $\Delta \geq 5$ et $|\Delta|$ lisse avec $c_1(|\Delta|)^2 \geq 10c_2(X)$. Le 3me résultat (Theorem C) est un théorème de non-existence pour les jet-différentielles sur (\mathbb{P}^n, Δ) ou Δ est lisse de multiplicité $m \leq n$. Ceci montre que, dans le contexte des orbifolds, il faut renforcer la condition "type général" pour pouvoir démontrer l'existence des jet-différentielles globales, donc met en évidence une difficulté importante qui intervient dans la version orbifold de la théorie de Demailly.

N. Buchdahl, A. Teleman, M. Toma, *A continuity theorem for families of sheaves on complex surfaces*, with N. Buchdahl and M. Toma, Journal of Topology, Vol. 10, 4, 995-1028, 2017.

Un résultat fondamental de la théorie de Donaldson établit un homéomorphisme entre l'espace de modules d'instantons associé à un fibré différentiable E de rang 2 sur une surface complexe et l'espace de modules de fibrés holomorphes semi-stables qui sont différentiablement isomorphes à E . Ce théorème permet d'identifier deux objets définies dans deux cadres mathématiques totalement différents (théorie de jauge, respectivement géométrie complexe) et a été utilisé par Donaldson pour les premiers calcul des invariants de Donaldson.

Un fait important : les deux espaces de modules admettent des compactifications naturelles : la compactification de Donaldson-Uhlenbeck (définie avec des méthodes analytiques) pour l'espace de module d'instantons et la compactification de Gieseker pour l'espace de modules de fibrés holomorphes semi-stables. On a une application naturelle entre les deux compactifications. Le but de l'article est un (très général et précis) théorème de continuité pour cette application :

On démontre que toute famille plate $(\mathcal{F}_u)_{u \in U}$ de faisceaux sans torsion de type topologique fixé sur une surface de Gauduchon (paramétrisée par un espace complexe U) définit une application

continue définie sur le lieu semi-stable

$$U^{ss} := \{u \in U \mid \mathcal{F}_u \text{ est semi-stable}\} \subset U$$

à valeurs dans la compactification de Donaldson-Uhlenbeck de l'espace d'instantons correspondant. Dans le cas général (non-nécessairement kählerien) la compactification de Donaldson-Uhlenbeck n'est pas toujours un espace complexe et l'ensemble U^{ss} peut être un sous-ensemble "compliqué" (en général ni ouvert, ni fermé) de l'espace base U . Ce résultat fournit un outil efficace pour obtenir des descriptions explicites des compactifications de Donaldson-Uhlenbeck sur les surfaces de Gauduchon.

L'unité compose un portfolio permettant de compléter l'évaluation de ses productions. Ce portfolio comprend un ensemble d'éléments qu'elle juge représentatifs des activités de ses équipes, de ses missions et de son environnement de recherche.

Le portfolio fait l'objet d'une introduction qui justifie les choix opérés dans sa composition. Cette introduction n'excède pas la limite de 3 500 caractères (espaces comprises). Le nombre total d'éléments est conditionné à la taille de chacune des équipes, il s'élève par équipe à :

- équipe de très grande taille supérieure à 15 permanents : maximum sept éléments dont au minimum trois publications ;
- équipe de grande taille : entre 10 et 14 permanents : maximum cinq éléments dont au minimum deux publications ;
- équipe taille moyenne : entre 5 et 9 permanents : maximum quatre éléments dont deux publications ;
- équipe de petite taille moins de 4 permanents : maximum trois éléments dont une publication ; Pour les unités de recherche ayant plus de 15 équipes, la dimension du portfolio fera l'objet d'un échange avec le conseiller scientifique en charge de l'unité.

Le portfolio peut rassembler les éléments suivants :

- Des productions représentatives du positionnement scientifique de l'unité (front de connaissance, positionnement théorique, innovation méthodologique...) attestant notamment de leur niveau de reconnaissance : nationale, européenne, internationale (articles, ouvrages, créations artistiques...);
- Des éléments soulignant l'implication de l'unité dans les activités d'encadrement et de formation (initiale et à destination du monde professionnel) et témoignant des apports de l'activité scientifique de l'unité à la spécialisation de l'offre de formation de l'établissement (implication dans des projets EUR, d'Universités européennes ou d'alliances pour l'innovation, conception de formation à destination de secteurs professionnels spécifiques...);
- Des éléments présentant des dynamiques d'innovation sociale (co-production de recherche avec des acteurs non-académiques, collaboration de recherche avec des panels citoyens...);
- Des éléments illustrant des actions de valorisation, de transfert (actions de coopération avec les collectivités territoriales, participation à des actions de scouting technologique et autres partenariats public-privé...) et des contributions au développement socio-économique (note descriptive sur un contrat de R&D significatif, sur le contexte de création d'une start-up...);
- Des éléments soulignant des activités de dissémination de la recherche (mise en place d'évènements à destination du grand public, production de documents audio-visuels...);
- Tout autre élément que l'unité jugera pertinent pour apprécier des aspects singuliers de son profil d'activités comme de l'incidence de l'environnement de recherche sur sa définition.

L'unité compose un portfolio permettant de compléter l'évaluation de ses productions. Ce portfolio comprend un ensemble d'éléments qu'elle juge représentatifs des activités de ses équipes, de ses missions et de son environnement de recherche.

Le portfolio fait l'objet d'une introduction qui justifie les choix opérés dans sa composition. Cette introduction n'excède pas la limite de 3 500 caractères (espaces comprises). Le nombre total d'éléments est conditionné à la taille de chacune des équipes, il s'élève par équipe à :

— équipe de très grande taille supérieure à 15 permanents : maximum sept éléments dont au minimum trois publications ;

— équipe de grande taille : entre 10 et 14 permanents : maximum cinq éléments dont au minimum deux publications ;

— équipe taille moyenne : entre 5 et 9 permanents : maximum quatre éléments dont deux publications ;

— équipe de petite taille moins de 4 permanents : maximum trois éléments dont une publication ; Pour les unités de recherche ayant plus de 15 équipes, la dimension du portfolio fera l'objet d'un échange avec le conseiller scientifique en charge de l'unité.

Le portfolio peut rassembler les éléments suivants :

- Des productions représentatives du positionnement scientifique de l'unité (front de connaissance, positionnement théorique, innovation méthodologique...) attestant notamment de leur niveau de reconnaissance : nationale, européenne, internationale (articles, ouvrages, créations artistiques...);

- Des éléments soulignant l'implication de l'unité dans les activités d'encadrement et de formation (initiale et à destination du monde professionnel) et témoignant des apports de l'activité scientifique de l'unité à la spécialisation de l'offre de formation de l'établissement (implication dans des projets EUR, d'Universités européennes ou d'alliances pour l'innovation, conception de formation à destination de secteurs professionnels spécifiques...);

- Des éléments présentant des dynamiques d'innovation sociale (co-production de recherche avec des acteurs non-académiques, collaboration de recherche avec des panels citoyens...);

- Des éléments illustrant des actions de valorisation, de transfert (actions de coopération avec les collectivités territoriales, participation à des actions de scouting technologique et autres partenariats public-privé...) et des contributions au développement socio-économique (note descriptive sur un contrat de R&D significatif, sur le contexte de création d'une start-up...);

- Des éléments soulignant des activités de dissémination de la recherche (mise en place d'évènements à destination du grand public, production de documents audio-visuels...);

- Tout autre élément que l'unité jugera pertinent pour apprécier des aspects singuliers de son profil d'activités comme de l'incidence de l'environnement de recherche sur sa définition.

L'unité compose un portfolio permettant de compléter l'évaluation de ses productions. Ce portfolio comprend un ensemble d'éléments qu'elle juge représentatifs des activités de ses équipes, de ses missions et de son environnement de recherche.

Le portfolio fait l'objet d'une introduction qui justifie les choix opérés dans sa composition. Cette introduction n'excède pas la limite de 3 500 caractères (espaces comprises). Le nombre total d'éléments est conditionné à la taille de chacune des équipes, il s'élève par équipe à :

— équipe de très grande taille supérieure à 15 permanents : maximum sept éléments dont au minimum trois publications ;

— équipe de grande taille : entre 10 et 14 permanents : maximum cinq éléments dont au minimum deux publications ;

— équipe taille moyenne : entre 5 et 9 permanents : maximum quatre éléments dont deux publications ;

— équipe de petite taille moins de 4 permanents : maximum trois éléments dont une publication ; Pour les unités de recherche ayant plus de 15 équipes, la dimension du portfolio fera l'objet d'un échange avec le conseiller scientifique en charge de l'unité.

Le portfolio peut rassembler les éléments suivants :

- Des productions représentatives du positionnement scientifique de l'unité (front de connaissance, positionnement théorique, innovation méthodologique...) attestant notamment de leur niveau de reconnaissance : nationale, européenne, internationale (articles, ouvrages, créations artistiques...);
- Des éléments soulignant l'implication de l'unité dans les activités d'encadrement et de formation (initiale et à destination du monde professionnel) et témoignant des apports de l'activité scientifique de l'unité à la spécialisation de l'offre de formation de l'établissement (implication dans des projets EUR, d'Universités européennes ou d'alliances pour l'innovation, conception de formation à destination de secteurs professionnels spécifiques...);
- Des éléments présentant des dynamiques d'innovation sociale (co-production de recherche avec des acteurs non-académiques, collaboration de recherche avec des panels citoyens...);
- Des éléments illustrant des actions de valorisation, de transfert (actions de coopération avec les collectivités territoriales, participation à des actions de scouting technologique et autres partenariats public-privé...) et des contributions au développement socio-économique (note descriptive sur un contrat de R&D significatif, sur le contexte de création d'une start-up...);
- Des éléments soulignant des activités de dissémination de la recherche (mise en place d'évènements à destination du grand public, production de documents audio-visuels...);
- Tout autre élément que l'unité jugera pertinent pour apprécier des aspects singuliers de son profil d'activités comme de l'incidence de l'environnement de recherche sur sa définition.

Équipe : Analyse, Géométrie, Topologie (AGT)