

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LIX – Laboratoire d'informatique de l'École
polytechnique

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

École polytechnique / Institut Polytechnique de Paris
– EC Polytechnique

Centre national de la recherche scientifique – CNRS

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E



Au nom du comité d'experts :

Thierry Denoeux, président du comité

Pour le Hcéres :

Coralie Chevallier, présidente

En application des articles R. 114-15 et R. 114-10 du code de la recherche, les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts sont signés par les présidents de ces comités et contresignés par la présidente du Hcéres.

Pour faciliter la lecture du document, les noms employés dans ce rapport pour désigner des fonctions, des métiers ou des responsabilités (expert, chercheur, enseignant-chercheur, professeur, maître de conférences, ingénieur, technicien, directeur, doctorant, etc.) le sont au sens générique et ont une valeur neutre.

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président :	M. Thierry Denoeux, Université de technologie de Compiègne
Vice-présidente :	Mme Anne Laurent, Université de Montpellier – EPE Mme Valérie Berthé, CNRS, Paris (représentante du CoNRS) Mme Raphaëlle Chainé, Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne M. Guillaume Fertin, Université de Nantes (représentant du CNU)
Experts :	M. Lyes Khoukhi, École nationale supérieure d'ingénieurs de Caen – ENSICAEN Mme Violaine Louvet, CNRS, Saint-Martin-d'Hères (personnel d'appui à la recherche) M. Jérôme Malick, CNRS, Grenoble Mme Sophie Tison, Université de Lille (professeur émérite)

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Nicolas Dobigeon

REPRÉSENTANTS DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES TUTELLES DE L'UNITÉ DE RECHERCHE

M. Kees van der Beek, Directeur de la Recherche, adjoint du Directeur de l'Enseignement et de la Recherche, École Polytechnique
M. Olivier Serre, Directeur scientifique adjoint à l'Institut Science Informatique, CNRS
M. Bertrand Thirion, Délégué scientifique du centre Inria-Saclay-Île de France, Inria

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire d'informatique de l'École polytechnique
- Acronyme : LIX
- Label et numéro : UMR 7161
- Nombre de pôle et d'équipes : deux pôles et quatorze équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. Gilles Schaeffer, Directeur

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et technologies

ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication – STIC

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le LIX est une unité de recherche en informatique. Les activités de ses membres relèvent de la section 27 du CNU et des sections 2 et 3 (anciennement sections 6 et 7) du CoNRS. Les travaux menés visent à résoudre des problèmes fondamentaux et appliqués et couvrent un large spectre de la discipline, incluant, entre autres, l'apprentissage automatique, le traitement de grandes masses de données, le traitement du langage naturel, l'informatique théorique, l'optimisation, la cryptographie, les réseaux, l'optimisation, l'informatique graphique. Les recherches sont menées selon quatre axes principaux : 1/ fondements de l'informatique et des sciences de l'information, 2/ efficacité, fiabilité et sécurité des systèmes d'information, 3/ modélisation et 4/ sciences du calcul pour l'analyse des données et l'intelligence artificielle.

L'unité est organisée en cinq pôles, comprenant chacun deux à trois équipes :

1. Pôle Proofs and Algorithms (P&A) composé des équipes Algorithms and complexity (Alco), Abstract interpretation and topological methods for numerical, distributed and cyberphysical systems (Cosynys) et Proof Automation and RepresentATion: a fOundation of compUTation and deducTion (Partout) ;
2. Pôle Computer Mathematics (CM) composé des équipes Combinatorial models (Combi), Algebraic modeling and symbolic computation (MAX) et OptimiX ;
3. Pôle Modelisation, Simulation, Learning (MSL) composé des équipes Geometry-driven Numerics (GeomeriX), Visual Worlds: Temporal Analysis, Animation and Authoring (VISTA) et Algorithms and Models for Integrative Biology (AMiBio) ;
4. Pôle Data Analytics and Machine Learning (DAML) composé des équipes Rich Data Analytics at Cloud Scale (Cedar), Privacy, Fairness and Robustness in Information Management (Comete) et Data Science and Mining (DaSciM),
5. Pôle Efficient and Secure Communications (ESC) composé des équipes Grace et Network.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le LIX, seule unité d'informatique de l'École polytechnique, a été créé en 1988. Il a été associé au CNRS en 1990. L'unité est hébergée sur le campus de l'École polytechnique, dans le bâtiment Alan Turing géré par Inria et partagé avec le centre Inria Saclay.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Les deux tutelles du LIX sont le CNRS, au sein duquel l'unité est rattachée à l'institut CNRS Sciences Informatiques, et l'École polytechnique (EP), dont elle est la composante recherche du département d'informatique (DIX). L'EP est une composante de l'Institut polytechnique de Paris (IPP), avec cinq autres écoles : l'ENSTA Paris, l'École nationale des ponts et chaussées, ENSAE Paris, Télécom Paris, et Télécom SudParis. Au sein de l'IPP, le LIX est l'un des membres fondateurs du département d'Informatique, de Données et d'IA (IDIA), regroupant 650 personnes dont 230 enseignants-chercheurs et chercheurs permanents. Par ailleurs, le LIX héberge cinq équipes-projets Inria, qui ont dans l'unité le même statut que les autres équipes.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	16
Maîtres de conférences et assimilés	15
Directeurs de recherche et assimilés	13
Chargés de recherche et assimilés	16
Personnels d'appui à la recherche	18
Sous-total personnels permanents en activité	78
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	7
Personnels d'appui non permanents	9
Post-doctorants	23
Doctorants	97
Sous-total personnels non permanents en activité	136
Total personnels	214

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2023. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Nom de l'employeur	EC	C	PAR
EC Polytechnique	30	0	8
CNRS	0	14	2
Autres	1	15	8
Total personnels	31	29	18

AVIS GLOBAL

Le LIX est une unité de rang mondial en informatique, couvrant un large spectre de l'informatique fondamentale à l'interface avec les mathématiques, jusqu'aux applications en traitement des données, informatique graphique, communications, modélisation, etc. Le niveau scientifique est excellent dans toutes les équipes, et même exceptionnel dans certaines thématiques incluant le calcul formel, l'IA, le traitement numérique de la géométrie, la cryptographie. Des résultats marquants concernent aussi l'étude de propriétés combinatoires de structures fondamentales, comme les grandes triangulations aléatoires couplées à un modèle d'Ising dont le comportement asymptotique a été établi (Trans. Amer. Math. Soc. 2021), ou la multiplication en temps $O(n \log n)$ pour les entiers de taille n (Annals of Mathematics 2021).

L'unité est structurée en cinq pôles comprenant chacun deux ou trois équipes. Cette organisation constitue un net progrès en termes de lisibilité et de coordination des activités de recherche, par rapport à la période d'évaluation précédente.

Les ressources propres du LIX sont importantes et ont augmenté de manière très significative pendant la période d'évaluation, ce qui montre un très grand dynamisme. Les sources de financement sont diversifiées et équilibrées entre appels nationaux et européens (dont trois financements ERC) d'une part, et contrats industriels (dont plusieurs chaires) d'autre part.

L'attractivité du LIX est excellente. Plusieurs membres ont un rayonnement scientifique exceptionnel, et les recrutements effectués pendant la période d'évaluation sont d'excellent niveau. Le comité regrette cependant l'absence de recrutement de chercheurs CNRS, ce qui constitue un point à améliorer. L'unité est attractive pour les doctorants ; le comité note un fort recrutement international, favorisé par le caractère international des équipes. L'accueil et l'encadrement de ces doctorants, en progrès, doivent encore être améliorés dans certaines équipes.

La production scientifique du LIX est de qualité exceptionnelle. Un grand nombre d'articles, surtout ceux concernant des travaux théoriques, sont publiés dans les meilleures revues et conférences des domaines concernés. Les taux de publications sont bien répartis entre les membres et entre les équipes.

L'unité développe des applications dans des domaines stratégiques à forts enjeux sociétaux et scientifiques (santé, mobilité urbaine, énergie, finance, défense), et a de nombreuses collaborations avec des partenaires du monde socio-économique (grandes entreprises, start-up, fondations, musées, hôpitaux, médias). Par exemple, le LIX développe depuis plusieurs années des recherches sur l'ingénierie des systèmes complexes avec de grands industriels des domaines de l'aéronautique et de la défense (dans le cadre des chaires industrielles « Ingénierie des Systèmes Complexes », financée par Dassault Aviation, la DGA, Naval group et Thalès, puis « Architecture des Systèmes Complexes » impliquant AID, Dassault Aviation, Dassault Systèmes, Naval group et Nexter/KNDS). Les travaux du LIX sur la détection de propagande et la lutte contre la désinformation (en particulier, le logiciel StatCheck) ont donné lieu à des collaborations avec de grands médias nationaux et régionaux (Le Monde, Ouest France, Radio France, AEF Info).

Le LIX a une importante activité de développement de logiciels libres, et mène des actions de médiation scientifique en direction du grand public.

La trajectoire de l'unité est clairement définie avec trois axes scientifiques principaux : fondements de l'informatique, modèles et algorithmes efficaces, fiables et sûrs, et intelligence artificielle. L'effectif du LIX est amené à croître dans les prochaines années, puisqu'il bénéficiera de l'affectation de plusieurs postes en cybersécurité et en IA. Cet apport de moyens, ainsi que la création de la nouvelle équipe PhiQus sur l'informatique quantique, commune entre le LIX, Inria, et le Centre de Physique Théorique (unité mixte CNRS-École Polytechnique) sont des opportunités uniques pour renforcer la position du LIX comme acteur majeur, au niveau mondial, dans ces domaines.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le précédent rapport pointait un manque d'organisation de l'unité qui pouvait à moyen terme engendrer un impact négatif sur ses activités, et recommandait de créer du « liant » entre les équipes. L'unité a répondu à cette préoccupation en se structurant en cinq pôles, chacun comprenant plusieurs équipes. Cette nouvelle structuration a eu un impact positif en termes de visibilité et de coordination des activités de recherche. Le comité a noté, par exemple, que les pôles P&A et DAML ont fait le choix d'organiser chacun un séminaire au niveau du pôle.

En ce qui concerne le suivi des doctorants, le précédent rapport préconisait d'anticiper les problèmes pour limiter les abandons, et de mieux intégrer les doctorants à la vie de l'unité. L'unité a répondu au second point en instituant une journée d'accueil pour les doctorants et en incluant des représentants des doctorants au conseil de laboratoire (ce qui est une obligation pour les unités associées au CNRS). Concernant le premier point, le comité constate encore, notamment dans les pôles DAML et ESC, des taux relativement élevés d'abandon de thèse (respectivement, 18 % et 15 %, contre 7 % globalement au niveau de l'unité).

Le précédent rapport recommandait de pérenniser le recrutement d'une personne en charge de l'administration de l'unité, et de réorganiser les services administratifs dans la transparence, en concertation avec le personnel en place. Le recrutement d'une administratrice a permis une amélioration de la gestion administrative en termes d'efficacité, de traçabilité et de coordination. Après une période de sous-effectif critique ayant engendré de graves difficultés dans le fonctionnement de l'unité, des recrutements effectués en 2024 ont permis de reconstituer une équipe administrative complète au sein de laquelle règne désormais une bonne ambiance de travail.

Le précédent rapport recommandait que les membres du LIX prennent conscience de l'importance de s'impliquer dans les tâches communes. Les différents comités actifs pendant la période d'évaluation (vie au LIX, parité hommes-femmes, affectation des bureaux, développement durable) ainsi que les nombreux séminaires organisés aux niveaux des équipes, des pôles et de l'unité montrent qu'une partie au moins des membres du LIX est impliquée dans la vie de l'unité.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Les recherches menées au sein de l'unité couvrent un large spectre en informatique, de la théorie aux applications (IA, informatique graphique, communication, modélisation, etc.). Le comité relève un très bon équilibre entre recherche fondamentale et appliquée. Le niveau scientifique est excellent, et même exceptionnel dans certaines thématiques (dont le calcul formel, l'IA, le traitement numérique de la géométrie, la cryptographie). La localisation du LIX sur le plateau de Saclay et son appartenance au département Informatique, Data et IA (IDIA) de l'institut polytechnique de Paris lui permettent d'interagir de manière très riche avec son environnement (séminaires communs avec d'autres laboratoires, participation à différents centres interdisciplinaires). L'approche ascendante de la définition des objectifs scientifiques et l'organisation en petites équipes favorisent l'adaptation aux évolutions de la discipline informatique et l'émergence de nouvelles thématiques (p. ex. l'informatique quantique).

Appréciation sur les ressources de l'unité

Les ressources propres du LIX sont importantes et ont augmenté significativement pendant la période d'évaluation. Elles proviennent de projets nationaux (dont ANR), européens (dont ERC), internationaux et industriels (dont plusieurs chaires). Cette évolution traduit un grand dynamisme de l'unité et un bon équilibre entre les sources de financements publiques et privées. Le LIX a su profiter des programmes ambitieux au niveau national et européen.

L'accueil des doctorants, dont le nombre a fortement augmenté pendant la période d'évaluation, s'est amélioré mais il reste perfectible, notamment concernant les étudiants étrangers. Le taux d'abandon reste assez élevé dans certaines équipes, du fait d'une procédure de recrutement à améliorer et d'un encadrement insuffisant par manque de proximité.

La politique de mutualisation des moyens est peu ambitieuse, ce qui a pour conséquence une insuffisance des ressources informatiques et humaines communes affectées à leur gestion.

Après une période de sous-effectif critique, l'organisation de l'équipe administrative s'est améliorée suite au recrutement d'une responsable et à de nouveaux recrutements effectués en 2024.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

L'unité mène une politique active d'animation scientifique, se traduisant notamment par l'organisation de séminaires à tous les niveaux (équipes, pôles, unité, internes et externes), de journées industrielles annuelles et d'événements scientifiques ponctuels.

L'unité est sensibilisée à la problématique du développement durable et contribue à la réflexion sur ce thème par l'organisation d'un séminaire mensuel coorganisé avec le département d'informatique de l'EP, et par la mise en place d'un comité dédié.

L'unité a mis en œuvre des actions en matière d'égalité entre les femmes et les hommes, notamment en prenant des mesures visant à prévenir tout biais dans les procédures de recrutement.

1/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques pertinents.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité se donne pour ambition de développer des recherches fondamentales et appliquées en informatique, au meilleur niveau international. Le large spectre couvert par ces recherches (englobant des domaines aussi différents que l'IA, le calcul quantique, la cryptologie, l'informatique graphique, le calcul formel, etc.) est un point fort car il offre la possibilité d'une fertilisation croisée entre différents domaines des sciences de l'information. L'équilibre entre recherche fondamentale, à l'interface avec les mathématiques, et recherche appliquée (en science des données, réseaux informatiques, modélisation, etc.) est un point fort de l'unité. La structuration des équipes en cinq pôles, adoptée durant la période d'évaluation, est une évolution positive car elle permet une meilleure coordination des recherches menées dans l'unité, comme le montre l'organisation de séminaires par les pôles P&A et DAML. La politique scientifique « ascendante », consistant à laisser émerger de nouvelles problématiques à partir de la perception qu'ont les chercheurs de l'évolution de leur discipline, ainsi que l'organisation en équipes de petite taille ont l'avantage de permettre une certaine agilité face à l'évolution rapide de certains domaines de l'informatique (p. ex. modèles génératifs en IA, et informatique quantique).

L'environnement scientifique de l'unité est exceptionnel. Sa localisation sur le plateau de Saclay facilite la collaboration avec des unités de recherche d'autres établissements, comme le montre l'organisation de séminaires conjoints : COMBI et AMIBio avec le Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences de Numérique (LISN, CNRS, université Paris-Saclay, Inria et CentraleSupélec), séminaire de topologie appliquée commun à l'équipe Geomerix et à l'équipe Inria Dataspace, séminaire « Algorithmique du Plateau de Saclay » avec le LISN et le laboratoire Méthodes Formelles (LMF, université Paris-Saclay, CNRS, ENS Paris-Saclay, Inria et CentraleSupélec). L'appartenance au département Informatique, Data et IA (IDIA) de l'institut polytechnique de Paris (IPP), regroupant l'école polytechnique, l'ENSTA Paris, Télécom Paris, Télécom SudParis, l'école nationale des ponts et chaussées et l'ENSAE, est également source de nombreuses opportunités, comme le montre l'implication du LIX dans différents centres interdisciplinaires sein de l'IPP : le cluster IA Hi! Paris (commun à l'IPP et HEC Paris), le Centre Interdisciplinaire d'Études pour la Défense et la Sécurité (CIEDS), le centre Energy4Climate (E4C), etc.

Points faibles et risques liés au contexte

L'approche ascendante de la définition des objectifs scientifiques peut faire courir un risque de dispersion et de « parcellisation » si elle n'est pas régulée par une politique scientifique au niveau des équipes, des pôles et de l'unité.

La multiplicité des sollicitations auxquelles sont soumis les membres de l'unité du fait de la richesse de l'environnement scientifique et institutionnel impose de faire des choix. À ce jour, les processus de décision aux différents niveaux d'organisation de l'unité ne semblent pas suffisamment clairs et transparents pour assumer une réelle stratégie face à ces nombreuses sollicitations.

2/ L'unité dispose de ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche et les mobilise.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le comité souligne une grande diversité des ressources propres de l'unité, ainsi qu'une croissance forte et continue au cours de la période d'évaluation. Ainsi, le montant des financements européens (dont ERC) et internationaux est passé de 778 k€ en 2018 à 2054 k€ en 2023 ; le montant des financements nationaux (dont ANR) est passé de 552 k€ en 2018 à 2689 k€ en 2023, et le montant des contrats industriels a été multiplié par quatre, passant de 395 k€ en 2018 à 1583 k€ en 2023. Cette évolution est incontestablement la marque d'un grand dynamisme de l'unité, avec un bon équilibre entre financements publics et privés.

Concomitamment à cette augmentation des ressources, le comité observe une augmentation importante du nombre de doctorants (62 en 2018 contre 111 en 2023) et, dans une moindre mesure, des chercheurs en contrat post-doctoral (18 en 2018, 25 en 2023). Le nombre de chercheurs et enseignants-chercheurs permanents et, lui, passé de 60 à 65. En particulier, le nombre de chercheurs Inria est passé de 11 à 15.

L'unité est hébergée dans un bâtiment offrant un environnement de très bonne qualité par la mise à disposition de vastes espaces communs et de nombreuses salles de réunion. L'affectation des locaux est décidée collégialement par une « commission bureaux ».

Points faibles et risques liés au contexte

Un sous-effectif critique de l'équipe administrative à la fin de période d'évaluation, dû à des départs et des difficultés de recrutement, a gravement perturbé le fonctionnement de l'unité. Ce problème est en voie de résolution à la suite du recrutement en 2024 de nouvelles gestionnaires et à la réorganisation de l'équipe administrative par sa responsable.

L'accueil des doctorants est perfectible. En particulier, les étudiants étrangers sont insuffisamment accompagnés dans les démarches administratives, ce problème ayant été aggravé par la pénurie de personnels pendant la période d'évaluation. Le taux d'abandon des thèses, qui s'élève à 7,4 %, reste relativement important. Il atteint même 18 % dans le pôle DAML, et 15 % dans le pôle ESC. Ce problème est dû pour partie à une procédure de recrutement inadaptée (en particulier, concernant les doctorants étrangers) et à un encadrement insuffisant par manque de proximité, certains membres du LIX étant peu présents dans les locaux. La direction de l'unité a pris conscience de ces problèmes.

L'unité ne dispose que d'un seul ingénieur système, assisté ponctuellement par une ingénieur CNRS affectée à l'équipe MAX. Il en résulte notamment des difficultés rencontrées par les membres de l'unité pour accéder à certaines ressources communes, comme les imprimantes.

Le matériel informatique est principalement acquis et géré au niveau des équipes. Il y a peu de matériel commun, ce qui s'explique en partie par la diversité des besoins des équipes. Le mésocentre de l'École Polytechnique, dédié au calcul scientifique, a été peu utilisé, en partie du fait de l'impossibilité d'affecter un nombre suffisant d'heures d'ingénieur à sa maintenance.

La politique de mutualisation de l'unité est peu ambitieuse. Elle consiste essentiellement à redistribuer différenciellement aux équipes, en fonction de leurs besoins, les crédits de soutien de base de l'unité et à négocier au cas par cas avec les porteurs de projet une contribution au budget des équipes ou de l'unité. Les crédits prélevés par l'École Polytechnique sur les contrats et reversés à l'unité à hauteur de 4 % ne sont pas mis en commun. Ce faible niveau de mutualisation doit être mis en regard avec l'insuffisance des ressources informatiques communes et des ressources humaines pour en assurer la maintenance.

3/ Les pratiques de l'unité sont conformes aux règles et aux directives définies par ses tutelles en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement, de protocoles éthiques et de protection des données ainsi que du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

La direction de l'unité est assistée par un conseil de direction, composé du directeur de l'unité, de son administratrice, des responsables des cinq pôles et du président du Département d'Informatique de l'X (DIX), se réunissant toutes les semaines, et du conseil de laboratoire dont la composition est définie par le règlement intérieur de l'unité. De plus, une assemblée générale de l'unité est réunie deux fois par an.

La vie scientifique de l'unité est rythmée par un séminaire mensuel (s'ajoutant aux séminaires d'équipes et de pôles), des journées industrielles (industry days) et différents événements scientifiques organisés occasionnellement sur des sujets particuliers tels que l'IA ou l'informatique quantique.

L'unité a mis en place un comité « développement durable » dont une des missions sera d'évaluer son empreinte carbone. Elle a également instauré un séminaire mensuel sur le développement durable, commun avec le DIX.

L'unité affiche une politique de promotion de l'égalité entre les femmes et les hommes. Pour chaque comité de sélection, deux « référents parité » sont désignés avec pour mission de veiller à la prévention des biais ou discriminations, et de rédiger un rapport en fin de session. Les membres de l'unité sont encouragés à suivre des formations de sensibilisation à la parité organisées par l'IPP.

L'administratrice de l'unité a été nommée à la fonction d'assistant de prévention. La direction porte une attention particulière à la prévention des risques psycho-sociaux et à la résolution des situations conflictuelles.

Points faibles et risques liés au contexte

Des mesures de contrôle des accès et de protection des données ont été prévues mais n'ont pas été menées à bien pendant la période d'évaluation, du fait de l'absence de moyens humains. Ce retard fait potentiellement courir des risques liés à d'éventuelles failles de sécurité.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

Plusieurs membres de l'unité ont un rayonnement scientifique exceptionnel, se traduisant par de nombreux prix et distinctions, l'appartenance à des sociétés savantes prestigieuses, des invitations comme orateur invité dans les meilleures conférences, des responsabilités éditoriales importantes.

L'unité a recruté pendant la période d'évaluation des enseignants-chercheurs et des chercheurs Inria d'excellent niveau. Cependant, les départs de chercheurs CNRS n'ont été compensés par aucun recrutement, du fait de l'absence d'une politique incitative volontariste en direction de candidats potentiels. L'unité est attractive pour les doctorants, ce qui se traduit par un fort recrutement international, favorisé par le caractère international des équipes.

La forte attractivité du LIX se manifeste également par l'accueil de chercheurs invités de renom, et par un succès impressionnant aux appels à projets les plus sélectifs (ERC, Innovative Training Networks, chaires IA, etc.). L'excellence de l'unité et son ancrage dans les applications, dont certaines avec de forts enjeux sociaux, contribuent à son attractivité.

1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et s'insère dans l'espace européen de la recherche.

2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accompagnement des personnels.

3/ L'unité est attractive par la reconnaissance de ses succès à des appels à projets compétitifs.

4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences techniques.

Points forts et possibilités liées au contexte pour les quatre références ci-dessus

Plusieurs membres de l'unité ont un rayonnement exceptionnel : le comité note par exemple une médaille de bronze du CNRS, un membre de l'Académie des Sciences et de l'ACM SIGGRAPH Academy, deux ACM fellows et des récipiendaires de plusieurs prix prestigieux tels que le prix Dov Gabbay récompensant des travaux de qualité exceptionnelle en logique, ainsi que les prix Karp et De Bruijn pour des contributions remarquables en mathématiques. Le comité note également 90 conférences plénières invitées, 138 exposés invités et 50 prix du meilleur article au cours de la période.

Les membres de l'unité ont une importante activité d'animation de la recherche au niveau international : par exemple, une vingtaine de conférences internationales de très bon niveau (dont 35th International Conference on Computer Aided Verification - CAV 2023, IEEE ICDE 2018 conference, 14th ACM SIGGRAPH Conference on Motion, Interaction and Games – MIG 2021) ont eu pour président de comité de programme un membre du LIX au cours de la période. Le comité note par ailleurs plusieurs organisations d'écoles thématiques (Hi!Paris Summer School in AI for Science and Business en 2023, Logic and higher structures en 2022, etc.) ainsi que de workshops et colloques internationaux (International Workshop on Deep Learning for Graphs and Structured Data Embedding en 2019, Nordic Congress of Mathematicians en 2023, AAAI Workshop on Privacy-Preserving Artificial Intelligence en 2023, etc.). Plusieurs membres ont des responsabilités éditoriales importantes : certains sont rédacteurs en chef ou managing editor de revues scientifiques internationales (ACM SIGMOD Record, Algorithms for Molecular Biology, Combinatorial Theory, Applicable Algebra in Engineering, Communication and Computing).

L'attractivité de l'unité est également reflétée par la qualité des recrutements (21 jeunes chercheurs et enseignants-chercheurs d'excellent niveau ont été recrutés durant la période). Ses membres ont été impliqués dans 242 thèses de doctorat, dont 130 ont été soutenus au cours de la période. Avec une parenthèse pendant la période de la Covid-19, l'unité a accueilli des chercheurs invités pour de courts séjours (33 séjours dont neuf effectués par des personnalités scientifiques de tout premier plan provenant, par exemple, de Universidad Nacional Autónoma de México, Tsinghua University, University of Michigan), ainsi que quinze post-doctorants et 88 doctorants étrangers.

La réussite de l'unité dans les appels à projets compétitifs est remarquable. Le comité note en particulier l'obtention de trois financements ERC (sur la protection de la vie privée, l'analyse des données structurées et les risques induits par le déploiement de l'IA), et la participation à sept projets PIAs (DynaRNA, Hi!Paris Project, ArboRNA, LOST2DNN, SAIF, SparseWars, et Metatracs). Le succès aux appels à projets de l'ANR est important, et croissant : d'un projet obtenu en 2018, l'unité est passée à huit projets en 2022 et sept en 2023, pour un total de 29 projets obtenus au cours de la période (dont dix-neuf coordonnés). La participation de l'unité à l'Institut Carnot Télécom & Société Numérique lui apporte une source de financement proportionnelle au volume de contrats industriels réalisés, ce qui lui a permis de financer trois années d'ingénieur.

Points faibles et risques liés au contexte pour les quatre références ci-dessus

Les départs de cinq chercheurs CNRS n'ont été compensés par aucun recrutement, faisant passer le nombre de chercheurs CNRS de 21 à 16 pendant la période d'évaluation. L'unité ne met pas en œuvre une démarche suffisamment volontariste pour inciter d'excellents candidats à postuler aux concours de recrutement du CNRS.

Le comité note un pourcentage assez faible de polytechniciens parmi les doctorants (environ 8 %), du fait de la forte concurrence pour le recrutement de ces jeunes diplômés.

L'organisation de grandes conférences internationales sur le site de l'unité est difficile par manque de soutien logistique.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique du LIX est exceptionnelle, tant en qualité qu'en quantité. Un grand nombre d'articles, surtout ceux concernant des travaux théoriques, sont publiés dans les meilleures revues et conférences des domaines concernés. La politique de publication de l'unité, privilégiant la qualité, est pertinente.

Les taux de publications sont assez bien répartis entre les membres et entre les équipes. Beaucoup de publications sont cosignées avec des doctorants.

L'unité contribue à la science ouverte en déposant environ les deux tiers de ses publications sur la plateforme HAL ; ce taux pourrait être plus élevé. Le laboratoire n'a pas de stratégie coordonnée concernant la mise à disposition des logiciels et des données en accès libre, l'initiative en étant laissée aux équipes.

1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.

2/ La production scientifique de l'unité est proportionnée à son potentiel de recherche et correctement répartie entre ses personnels.

3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte. Elle est conforme aux directives applicables dans ce domaine.

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

La production scientifique du LIX est de qualité exceptionnelle. Sur 596 publications en revues, environ 80 % ont été publiées dans les meilleures revues en informatique. Le comité note également un nombre élevé de publications dans les meilleures conférences des différents domaines abordés par l'unité. Par exemple, en apprentissage automatique et vision par ordinateur, l'unité a publié dix-neuf articles dans les actes de NeurIPS et seize dans ceux de CVPR. Le comité note également, par exemple, 52 articles dans GECCO pour les algorithmes évolutionnistes, et seize articles dans DISC pour le calcul distribué. L'unité privilégie explicitement la qualité par rapport à la quantité des publications.

Les publications couvrent des domaines très variés, dans un large spectre allant de la recherche théorique (mathématiques, informatique théorique) à la recherche appliquée (intelligence artificielle, informatique graphique, biologie, réseaux informatiques et communication), jusqu'aux applications industrielles. Dans chacun de ces domaines, l'unité a publié dans les meilleures revues comme, par exemple, Annals of Mathematics, Complexity, Evolutionary Computation, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, et IEEE Transactions on Automatic Control. Le comité note également la publication de huit ouvrages (hors actes de conférences).

Le réseau dense de relations internationales de l'unité se traduit par un grand nombre de publications cosignées avec des auteurs étrangers : ainsi, des travaux ont été publiés avec des auteurs de 37 pays et membres d'institutions prestigieuses (p. ex. RIKEN, National University of Singapore, University of Oxford, Massachusetts Institute of Technology, etc.).

Le comité observe un assez grand nombre de publications rédigées avec des doctorants (153/596 revues, 300/756 conférences). Les doctorants sont encouragés à publier avec leurs directeurs de thèse ou, en fin de thèse et dans certaines équipes, sans leurs directeurs de thèse pour montrer leur autonomie scientifique.

L'unité a également une importante activité de développement de logiciels libres : on peut citer, par exemple, les outils de calcul symbolique Mathemagix and SageMath développés par l'équipe MAX, et les outils de preuve formelle développés par les équipes AICO et PARTOUT. Le LIX contribue également au transfert d'expertise et de résultats vers le monde industriel par le développement de logiciels (par exemple, développement du langage de programmation OCaml financé par Nomadic Labs).

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

Le nombre de publications par ETP et par an est assez bien réparti entre les équipes, mais révèle quand même des disparités (0.7 pour Networks contre 2.9 pour Alco, soit un rapport de 1 à 4).

Si l'unité encourage ses membres à déposer leurs publications sur des sites d'archivage en ligne, et si la totalité des publications du laboratoire est référencée dans HAL, seulement 67 % des publications sont déposées au format PDF. Ce taux est plutôt modeste compte tenu des pratiques usuelles des communautés scientifiques concernées.

De même, bien que les membres de l'unité soient incités à partager les données et leurs logiciels, l'unité n'a pas de politique unifiée ni formalisée en matière de production et publication de logiciels, ni en ce qui concerne la mise à disposition des données. L'initiative en est laissée aux équipes, avec potentiellement une perte d'efficacité.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

L'unité a de nombreuses collaborations avec des partenaires du monde socio-économique (grandes entreprises, start-up, fondations, musées, hôpitaux, médias). Le comité relève en particulier plusieurs chaires industrielles, dont certaines ont été renouvelées, ce qui montre la qualité et la pertinence du partenariat.

L'unité développe des applications dans des domaines stratégiques à forts enjeux sociétaux et scientifiques (santé, mobilité urbaine, énergie, finance).

Les travaux de l'équipe CEDAR sur la vérification des faits ont un fort impact sociétal. L'équipe Crypto/Grace est fortement impliquée dans des instances de normalisation.

L'unité a une importante activité de développement de logiciels qu'elle met à disposition du monde non-académique, et mène des actions de médiation scientifique en direction du grand public.

La valorisation économique des travaux menés au LIX sous forme de création d'entreprises innovantes est en retrait.

1/ L'unité se distingue par la qualité et la quantité de ses interactions avec le monde non-académique.

2/ L'unité développe des produits à destination du monde culturel, économique et social.

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

Points forts et possibilités liées au contexte pour les trois références ci-dessus

L'unité a des contrats industriels avec de grandes entreprises telles que Uber, ALSTOM, CISCO, EDF, Dassault Systèmes, and Crédit Agricole. Par exemple, le montant des contrats industriels s'est élevé à 1583 k€ pour la seule année 2023. Le comité souligne également plusieurs chaires industrielles financées par Cisco, le Crédit Agricole, la SNCF, Uber, Cap Gemini, Nokia. Plusieurs de ces chaires ont été renouvelées, quelquefois dans une configuration un peu différente (par exemple : la chaire « Ingénierie des Systèmes Complexes », financée par Dassault Aviation, la DGA, Naval group et Thalès, a été suivie de la chaire « Architecture des Systèmes Complexes » impliquant AID, Dassault Aviation, Dassault Systèmes, Naval group et Nexter/KNDS). L'unité a signé également seize conventions Cifre avec, par exemple, Dassault Systèmes, Orange, Siemens Mobility, Thalès.

L'unité a choisi des domaines stratégiques à la fois importants pour leurs enjeux sociétaux et fertiles d'un point de vue scientifique. On peut citer, par exemple, la santé, la mobilité urbaine, l'énergie et la finance. Les travaux

de l'équipe CEDAR sur la vérification des faits ont un fort impact sociétal et ont permis la mise à disposition d'outils logiciels par de grands médias (Le Monde, Radio France), l'Institut national d'études démographiques, les ministères des Armées et de l'Intérieur.

L'équipe Crypto/Grace est impliquée dans des activités de normalisation. Un membre de l'équipe préside des groupes de travail de l'association de normalisation de l'IEEE sur la sécurité des réseaux et la cryptographie post-quantiques.

Le LIX a une forte activité de médiation scientifique en direction du grand public. On note, par exemple, plusieurs articles publiés dans des journaux et revues tels que Le Monde, Science & Vie, Science et Avenir, des entretiens dans les médias (par exemple, à propos de résultats scientifiques majeurs tels que ceux sur la complexité de la multiplication des entiers, ou sur des outils de vérification des faits développés dans l'équipe CEDAR), et la participation à différents événements de médiation scientifique (Rencontres des Jeunes Mathématiciennes et Informaticiennes, ma thèse en 180 secondes).

Points faibles et risques liés au contexte pour les trois références ci-dessus

Le potentiel de création d'entreprises technologiques innovantes issues des travaux menés au LIX est peu exploité.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

En ce qui concerne la gouvernance, le prochain directeur du LIX prévoit de s'entourer de deux directeurs adjoints et de l'administratrice de l'unité au sein d'une direction élargie. Il propose de continuer à promouvoir l'excellence en recherche tout en améliorant la visibilité de l'unité, de poursuivre l'effort de structuration de l'unité en améliorant la communication interne et la formalisation des procédures, et d'accompagner la croissance de l'unité en stabilisant l'équipe administrative. Ces objectifs, pertinents, s'inscrivent dans la continuité des évolutions positives amorcées pendant le mandat du directeur actuel.

L'unité se donne une feuille de route claire s'articulant autour de trois axes scientifiques principaux : fondements de l'informatique, modèles et algorithmes efficaces, fiables et sûrs, et intelligence artificielle. La structure en cinq pôles est préservée tandis que le nombre d'équipes passe de quatorze à seize, avec la création d'une nouvelle équipe ORALIX (composée de deux anciens membres des équipes DASCIM et Optimix) sur les approches hybrides combinant l'intelligence artificielle et la recherche opérationnelle, et une nouvelle équipe PhiQus sur l'informatique quantique, commune entre Inria, le LIX et le Centre de Physique Théorique, unité mixte CNRS-École Polytechnique.

L'effectif du LIX est amené à croître dans les prochaines années, puisqu'il bénéficiera de l'affectation de dix postes (deux ingénieurs de recherche et 8 enseignants-chercheurs) sur la cybersécurité, à l'initiative du ministère des Armées, et de quatre postes sur l'intelligence artificielle. Cet apport de moyens est une opportunité unique pour renforcer la position du LIX comme acteur majeur, au niveau mondial, en cybersécurité et en IA. Cependant, le LIX devra gérer cette croissance et les risques associés à la multiplication et à la fragmentation des équipes.

Le LIX est associé à une réflexion en cours sur la recherche de synergies entre les quatre unités sur le numérique actuellement rattachés à l'IPP : le LIX, le LCTI, SAMOVAR et U2IS. Cette réflexion pourrait aboutir à une restructuration visant à accroître l'impact et la visibilité des sciences du numérique au sein de l'IPP. Consultés par sondage interne, les membres du LIX sont pour l'instant majoritairement opposés à la fusion des quatre unités en une entité unique (15 % pour, 18 % neutres, 65 % contre), et sont en majorité favorables à la poursuite du LIX dans sa configuration actuelle, avec une mutualisation des moyens via une structure légère commune aux unités concernées (86 % pour, 11 % neutres, 3 % contre). Un risque de démotivation des chercheurs existe si une solution était imposée sans emporter l'adhésion des personnels impliqués. Un autre point de vigilance concerne la complexification des procédures administratives, qui va souvent de pair avec la création de nouvelles structures et qui doit absolument être évitée sous peine de nuire à l'efficacité de la recherche.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité

Dans une perspective de croissance de l'unité et de création de nouvelles équipes, il est recommandé de renforcer le rôle des pôles pour assurer la coordination scientifique et la fertilisation croisée entre les équipes. L'organisation par les pôles de séminaires et événements scientifiques devrait se généraliser.

La stabilisation de l'équipe administrative doit être poursuivie. Il est conseillé d'apporter une attention particulière à la gestion des ressources humaines dans cette équipe de manière à garantir à ses membres un environnement de travail valorisant et épanouissant.

Les démarches administratives que doivent accomplir les doctorants doivent être, dans la mesure du possible, simplifiées. Les étudiants étrangers, dont la plupart ne maîtrisent pas la langue française, doivent être mieux accompagnés dans ces démarches.

Il est recommandé d'améliorer les procédures de recrutement des doctorants, et plus particulièrement des doctorants étrangers. Les directeurs de thèse doivent être incités à être suffisamment présents physiquement au sein de l'unité pour assurer un bon encadrement de leurs doctorants, et à prendre toutes les mesures nécessaires pour éviter l'isolement de ceux-ci.

Le recrutement d'un second ingénieur système doit être considéré comme une priorité. Il est recommandé de renforcer la politique de mutualisation pour assurer à l'unité des crédits suffisants permettant de financer des ressources partagées (parc informatique, main d'œuvre pour la maintenance des équipements).

Toutes les mesures nécessaires doivent être prises au plus vite pour garantir une sécurité optimale des systèmes d'information de l'unité (contrôle des accès et protection des données).

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Il est recommandé de mettre en place une politique volontariste pour inciter d'excellents candidats à postuler aux concours de recrutement du CNRS, et les aider à préparer leur projet d'intégration de l'unité.

Le comité recommande à l'unité d'entreprendre des actions de communication pour renforcer l'attractivité du LIX auprès des élèves polytechniciens.

Le comité recommande à l'unité d'inciter ses membres à organiser des événements internationaux sur site afin d'augmenter le rayonnement de l'unité.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

La stratégie de publication consistant à privilégier la qualité par rapport à la quantité doit être poursuivie. Parallèlement, le comité recommande à l'unité d'encourager les équipes dont le volume de publications est plus modeste à tendre vers un niveau de publication en accord avec les forces en présence.

Pour contribuer à la diffusion au plus grand nombre des résultats de la recherche, le taux de dépôt des prépublications dans HAL doit être augmenté jusqu'à tendre vers 100 %. De même, la mise en accès libre des données de recherche doit être encouragée et, si possible, facilitée par la mise à disposition d'outils communs.

Il est conseillé de mettre en place une politique unifiée et formalisée en matière de production et publication de logiciels, en partageant des ressources et des pratiques entre les différentes équipes.

Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société

Il est recommandé d'évaluer le potentiel de création de start-up technologiques qui pourraient contribuer à la valorisation des travaux de recherche de l'unité. S'il se confirme que ce potentiel est sous-exploité, une politique incitative pourrait être mise en place, en s'appuyant sur les dispositifs existants à l'IPP (appel à projets prématuration de l'IPP, incubateur X-UP, etc.).

ÉVALUATION PAR PÔLE ET PAR ÉQUIPE

REMARQUE SUR LA GRANULARITÉ DE L'ÉVALUATION

Le comité a mené l'évaluation de l'unité équipe par équipe. Cette évaluation repose sur les documents produits par l'unité avant les entretiens qui faisaient mention explicitement des équipes (document d'auto-évaluation, données de caractérisation, production scientifique, éléments du portfolio). Elle s'appuie également sur les entretiens dont l'organisation a permis à chaque équipe de bénéficier d'une séquence dédiée (présentation et questions).

Les pôles Proofs and Algorithms (qui regroupe les équipes AICo, Cosynus et Partout) et Computer Mathematics (qui regroupe les équipes Combi, MAX et Optimix) ont émis le souhait que le comité formule des éléments d'évaluation relatifs à l'échelle des pôles. Par conséquent, pour ces deux seuls pôles, les évaluations des équipes les constituant sont précédées d'éléments appréciatifs synthétisant leur activité respective. Pour une évaluation détaillée de cette activité, le lecteur est invité à se référer aux évaluations par équipe.

Pôle P&A : Proofs and Algorithms

Nom du responsable : O. Bournez

THÉMATIQUES DU PÔLE

Le pôle *Preuves et algorithmes* vise à développer et utiliser des concepts mathématiques pour modéliser et analyser les systèmes et les programmes, et raisonner sur leurs propriétés, en particulier leur correction et leur efficacité. Si les résultats sont de nature fondamentale, l'approche est souvent verticale et les résultats portent à la fois sur la théorie (notamment théorie de la preuve, théorie de la complexité en lambda-calcul, modèles de calcul analogiques, théorie homotopique des types) et les applications (notamment vérification de systèmes analogiques et numériques, OCAML, contrôle par exemple dans les flottes de robots, algorithmes randomisés, IA sûre). Ils donnent souvent lieu à des développements logiciels.

EFFECTIFS DU PÔLE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	8
Maîtres de conférences et assimilés	5
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	5
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	20
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	4
Post-doctorants	2
Doctorants	21
Sous-total personnels non permanents en activité	28
Total personnels	48

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le pôle

Le pôle, très cohérent scientifiquement, a une activité au meilleur niveau mondial, que ce soit par ses résultats théoriques, par exemple en théorie de la preuve, en complexité, en vérification, en calculabilité, ou par ses contributions plus applicatives dans des domaines porteurs, comme l'IA et la robotique.

La production scientifique, équilibrée entre les trois équipes du pôle est remarquable avec un volume impressionnant de publications au meilleur niveau mondial et un développement logiciel important.

La visibilité internationale des équipes du pôle est excellente.

Les membres partagent une culture commune forte et un effort important d'animation scientifique a été fait avec la mise en place d'un séminaire de pôle très actif.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les membres du pôle partagent une culture commune sur les méthodes formelles et un objectif commun : l'utiliser et la développer pour concevoir des systèmes et des programmes corrects et efficaces, avec des domaines d'application comme les systèmes analogiques et numériques ou l'IA. Les trois équipes sont complémentaires et constituent un ensemble remarquable de compétences.

La production scientifique des trois équipes est qualitativement et quantitativement excellente, en termes, d'une part, de publications dans des revues de tout premier plan, dans des conférences du meilleur niveau et, d'autre part, de développements logiciels.

La visibilité internationale est remarquable.

Un effort important a été fait pour l'animation scientifique du pôle avec la mutualisation des séminaires d'équipes.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité ne note durant la période ni publication ni encadrement doctoral commun à deux équipes du pôle.

Même si deux des trois équipes participent à deux projets ANR communs, le comité ne note pas de projet rassembleur pour le pôle où chaque équipe pourrait apporter son point de vue.

Le séminaire de pôle est le seul événement partagé par les équipes.

Analyse de la trajectoire du pôle

La trajectoire du pôle est la juxtaposition des trajectoires des équipes.

RECOMMANDATIONS AU PÔLE

Le comité recommande au pôle de poursuivre les efforts entrepris pour renforcer l'animation du pôle avec, par exemple, une journée des doctorants.

Il encourage les équipes à réfléchir ensemble au montage de projets qui pourraient rassembler les équipes du pôle et permettre de tirer profit de la richesse et de la complémentarité des équipes.

Équipe AICo : Algorithms and complexity

Nom du responsable : O. Bournez

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'équipe AICo portent sur l'algorithmique et la complexité algorithmique au sens large.

On y retrouve, d'une part, des travaux concernant le développement et l'analyse d'algorithmes de résolution de problèmes difficiles, autour de l'approximabilité et des algorithmes évolutionnaires et, d'autre part, des travaux sur la calculabilité et la théorie de la complexité dans les modèles de calcul analogique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité avait recommandé à l'équipe les éléments suivants.

« L'équipe doit veiller à soutenir l'ensemble de ses membres dans leurs activités de recherche, dont en particulier la dissémination de leurs résultats par des publications. »

Tous les membres sont publiants, avec un nombre de publications qui reste toutefois hétérogène selon les membres de l'équipe. Le comité note également que certains membres HDR n'ont encadré aucune thèse au cours de la période.

« L'absence de séminaire récurrent sur les thèmes de l'équipe fait peser un risque sur sa cohésion, et sur la formation des doctorants. L'équipe devra veiller à se montrer pro-active pour la mise en place d'un séminaire d'équipe, potentiellement en lien avec d'autres équipes au sein du LIX ou présentes sur le plateau de Saclay. »

L'équipe a pris en compte cette recommandation en co-organisant un séminaire commun au niveau du pôle.

« Si l'équipe possède un potentiel scientifique important, lié à l'excellente qualité des recherches menées par chacun de ses membres, elle devrait tirer un meilleur profit de ce potentiel en définissant des axes de recherches susceptibles de renforcer la cohésion de l'équipe, et sa visibilité (en tant qu'équipe) en France et à l'étranger. »

Aucune réponse précise n'a été apportée par l'équipe sur ce point, pour lequel il n'y a pas d'évolution saillante.

« L'équipe pourrait se montrer plus active dans la participation à des projets nationaux du type Agence Nationale de la Recherche (ANR). »

Le comité note une amélioration sur ce point, via l'obtention de l'ANR *DIFFERENCE* dont un des membres de l'équipe est porteur.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	8
Total personnels	13

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Les activités de l'équipe AICo portent sur la théorie de la complexité dans les modèles de calcul analogique, les algorithmes d'optimisation et les processus stochastiques, avec une orientation vers l'IA.

La production scientifique de l'équipe est abondante et au meilleur niveau international : les membres de l'équipe publient dans des revues et conférences de tout premier plan.

La visibilité et le rayonnement international de l'équipe sont excellents, comme le montrent la participation à des comités éditoriaux et à des comités de programme de conférences, ainsi que des invitations dans des conférences de très haut niveau.

L'équipe a une bonne activité d'encadrement doctoral mais inégalement répartie entre ses membres.

Elle a une implication remarquable dans l'enseignement et la formation par la recherche. Certains membres de l'équipe sont très impliqués dans la vie de l'unité et l'environnement local.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les thématiques de recherche de l'équipe AICo, qui ont pour point commun le développement et l'analyse théorique d'algorithmes efficaces, se déclinent dans l'équipe autour des algorithmes d'approximation, des heuristiques de recherche aléatoire et des modèles de calcul analogiques. Ces recherches en conception d'algorithmes et informatique théorique demeurent plus que jamais d'actualité, en lien avec la massification des données, l'informatique frugale et l'apprentissage. Parmi les résultats récents obtenus par l'équipe, on peut citer l'analyse du temps d'exécution de l'algorithme NSGA-II (Artificial Intelligence 2023) ou la caractérisation des fonctions calculables en espace polynomial sur les réels (MFCS 2023).

La production scientifique de l'équipe est qualitativement excellente : l'équipe publie dans des revues de tout premier plan (p. ex. IEEE Transactions on Information Theory, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Journal of Complexity, Artificial Intelligence), et il en va de même pour les conférences (par exemple, STOC, ICALP, GECCO, AAI, IJCAI, ESA).

Quantitativement, la production scientifique de l'équipe est impressionnante en proportion de son potentiel de recherche, qui est de trois ETP recherche par an : plus de 60 revues et 100 conférences, un ouvrage.

La visibilité et le rayonnement international de l'équipe sont également excellents : activité éditoriale (IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Artificial Intelligence), comités de programme de conférences (GECCO, IJCAI, ESA, AAI, MFCS), invitation dans des conférences de très haut niveau (MFCS, STACS).

L'équipe a obtenu plusieurs « best papers » de conférences (MFCS 2023, GECCO 2019, 2020 et 2022), et un prix de thèse international 2020 (ACM special interest group SIGEVO).

L'équipe s'est impliquée dans l'organisation d'événements, dont deux séminaires Dagstuhl en 2022 et 2023 et Parallel Problem Solving from Nature 2022.

L'activité d'encadrement est bonne, proportionnellement à la taille de l'équipe : treize doctorants sur la période, dont quatre ont soutenu (pour des durées allant de 35 à 39 mois), et trois post-doctorants.

En ce qui concerne les partenariats avec le privé, une des quatre thèses soutenues (2019-2022) était une thèse Cifre en partenariat avec Thalès, et un des post-doctorants (2022-2023) bénéficiait d'un financement via un projet de maturation IP Paris avec la start-up Konatus.

Points faibles et risques liés au contexte

Deux membres titulaires de l'Habilitation à Diriger des Recherches n'ont dirigé ou encadré aucune thèse.

L'équipe a connu deux abandons de thèse dans la période, l'un lié à une perte d'intérêt de la part du doctorant, l'autre pour raison de santé.

Sans compter les deux abandons de thèse, trois doctorants sur onze (dont les années d'inscription initiale sont 2019, 2020 et 2021) n'ont aucune publication listée dans la liste des productions.

L'activité contractuelle liée aux appels à projets reste modeste et limitée pour l'essentiel à des projets locaux (Programmes Gaspard Monge 2020, 2022, 2023 ; Hi!Paris 2022, 2023 ; Labex Digiscome 2018), à l'exception toutefois de l'ANR DIFFERENCE, portée par un membre de l'équipe.

Le recrutement récent d'un MCF a naturellement permis à l'équipe d'initier des collaborations intra-équipes autour des heuristiques de recherche aléatoire, mais celles-ci restent cloisonnées à une des thématiques de recherche portées par l'équipe.

De la même manière, des collaborations avec d'autres équipes dont les thématiques de recherche sont connexes, comme les équipes OptimiX et AmiBio (pour ses aspects méthodologiques), sont peu nombreuses.

Les actions de médiation scientifique et de diffusion auprès du grand public sont en retrait.

La gouvernance de l'équipe n'est pas clairement établie.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

La trajectoire proposée par l'équipe décrit uniquement des directions de recherche – rien n'est indiqué concernant la gouvernance de l'équipe, sa stratégie en termes d'activité contractuelle ou de recrutements. Il s'agit plus précisément d'une juxtaposition de directions de recherche, plutôt que d'une trajectoire d'équipe. L'ensemble est succinctement décrit.

Sur le fond, l'équipe propose essentiellement de prolonger ses recherches, ce qui fait sens étant donné la qualité de celles-ci. Cependant, le comité aurait souhaité voir décliner des objectifs plus précis et les moyens mis en œuvre pour les atteindre.

Pour autant, quelques éléments sont tout de même fournis. Concernant la thématique heuristiques de recherche aléatoire, l'équipe met en avant sa volonté de porter ses analyses et résultats dans un cadre plus applicatif (des relations existent déjà avec, par exemple, Schlumberger).

Concernant la thématique calcul analogique, l'équipe se propose d'étudier plus en profondeur la complexité des algorithmes d'apprentissage automatique qui, par certains aspects, se rapproche du calcul analogique.

Dans les deux cas, les propositions faites ici sont en parfaite adéquation avec les compétences de l'équipe, et répondent à des questionnements légitimes concernant l'analyse des algorithmes d'apprentissage.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à maintenir son très haut niveau de qualité de recherche.

Le comité encourage l'équipe à maintenir un niveau important d'encadrements, par l'implication de tous les membres HDR de l'équipe dans ces encadrements et en favorisant les codirections de thèses.

L'équipe doit veiller à ce que tous les doctorants puissent valoriser leurs travaux de thèse par une publication.

L'équipe doit susciter et développer davantage d'interactions entre doctorants, et entre doctorants et membres permanents.

En lien avec le point précédent, l'animation scientifique et la gouvernance de l'équipe doivent être mises en œuvre.

Au vu des qualités scientifiques de l'équipe, le comité recommande à l'équipe d'augmenter l'activité contractuelle liée aux appels à projets auprès des guichets nationaux comme internationaux.

La trajectoire de l'équipe reste une juxtaposition de trois directions lignes de recherche. L'équipe devrait viser à davantage d'interactions scientifiques entre ses membres.

Les actions de médiation scientifique et de diffusion auprès du grand public pourraient être davantage encouragées.

Équipe Cosynus : Abstract interpretation and topological methods for numerical, distributed and cyberphysical systems

Nom du responsable : S. Mimram

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Cosynus « Systèmes numériques et distribués » travaille sur la sémantique et l'analyse des systèmes logiciels, éventuellement distribués, hybrides, cyber-physiques, etc. Elle développe des techniques de modélisation et de vérification, combinant les aspects symbolique et numérique, les approches algébrique, ensembliste, logique et géométrique, avec un focus sur le contrôle en contexte incertain et sur les systèmes concurrents ou distribués. Les travaux vont de résultats fondamentaux sur de nouveaux modèles de calcul et le développement de nouveaux outils mathématiques à leur application, par exemple dans le contexte des systèmes cyber-physiques, en robotique ou plus récemment dans le domaine de l'Intelligence artificielle de confiance.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité avait recommandé à l'équipe les éléments suivants.

« Il faut continuer sur cette lancée. Investir sur le développement d'un ou deux outils bien identifiés serait une opportunité d'assurer la visibilité de l'équipe sur l'aspect logiciel et de pousser les collaborations industrielles. »

Le développement logiciel a donné lieu à un transfert et au développement de l'outil BigGroum pour détecter et extraire des descriptions graphiques des modèles d'utilisation des interfaces de programmation d'application (API) à partir de grands référentiels de logiciels. De tels modèles d'utilisation permettent de comprendre comment l'API est généralement utilisée par les développeurs et aident à mettre en évidence une utilisation anormale. Ce travail rend possible des approches automatiques pour détecter les défauts potentiels, la saisie semi-automatique du code et sa réparation automatique. Les collaborations industrielles sont très soutenues, notamment par l'intermédiaire des chaires « Ingénierie des Systèmes Industriels Complexes » (Thalès, Dassault Aviation, Naval Group) puis « Architecture des Systèmes Complexes » (Dassault Aviation, Dassault Systèmes, Nexter, Naval Group).

« Le renforcement de l'équipe, que ce soit en local au sein du LIX ou à l'échelle du plateau de Saclay à travers un projet d'équipe commune avec l'ENSTA et Télécom, doit s'accompagner d'un fonctionnement plus structuré. Un séminaire régulier et visible à l'échelle parisienne doit pouvoir être mis en place. »

Un séminaire régulier a été mis en place au niveau du pôle. Au niveau de l'équipe, la mise en place d'une réunion régulière d'équipe est en cours. Le séminaire doctorants qui a bien fonctionné pendant une certaine période va être relancé.

« Le projet d'équipe commune doit être mené à bien pour renforcer les liens avec les acteurs locaux, et fournira un cadre pour les interactions nationales et internationales dans les domaines proches de ceux développés dans le projet (systèmes cyber-physiques et robotique) ».

Le projet d'équipe commune a été partiellement mené à bien avec la mise en place d'une équipe commune « virtuelle » avec l'ENSTA, en attente d'une éventuelle restructuration des laboratoires du numérique au niveau de l'IPP.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	5
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	8

Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	2
Post-doctorants	1
Doctorants	9
Sous-total personnels non permanents en activité	12
Total personnels	20

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'activité scientifique est au meilleur niveau international. Elle est remarquable par la largeur et la cohérence du spectre scientifique, des thématiques fondamentales aux applications dans des domaines tels que la robotique, la sûreté des systèmes cyber-physiques et, récemment, l'IA de confiance.

La production scientifique, en publications comme en logiciels, est excellente et équilibrée entre les membres, dont les doctorants, avec un nombre important de co-auteurs internationaux.

Le rayonnement, de rang international, est attesté par des exposés invités et des participations aux comités de conférences du meilleur niveau mondial. La participation à des projets nationaux ainsi que les collaborations industrielles sont excellentes. L'implication dans la formation par la recherche est remarquable.

Les actions de médiation et de diffusion de la culture scientifique sont en retrait.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les thématiques de recherche de l'équipe sont très actuelles et très porteuses comme en témoignent, par exemple, le projet « Fondations Algorithmiques des essaims de RObots » financé par l'Agence de l'Innovation de Défense et la forte implication dans le PEPR IA.

Les résultats donnent lieu à la fois à des publications dans les meilleurs supports du domaine. Parmi les résultats remarquables, le comité relève les méthodes développées pour le calcul approché de l'accessibilité dans les systèmes hybrides (CAV 2018, CAV 2022, IEEE Control Systems Letters 2020) ou pour la vérification de systèmes dynamiques non-linéaires (CAV 2021, Formal Methods in System Design 2023). L'équipe s'est également investie dans le développement d'outils open source (par exemple, la bibliothèque RINO3 pour le calcul de l'accessibilité dans les systèmes hybrides, l'outil SABBATH4 pour prouver les propriétés de sécurité des systèmes dynamiques non linéaires et l'outil BigGroum pour détecter les abus d'utilisation du protocole API).

La production scientifique est excellente. Remarquable par la cohérence et la largeur du spectre, elle est au meilleur niveau international à la fois dans les thématiques fondamentales de l'équipe (CAV, LICS, PODC) et dans les domaines « d'application » de l'équipe (ECOOP, OOPSLA), y compris ceux abordés plus récemment par l'équipe comme l'IA (NeurIPS, IJCAI) ou le contrôle (IEEE Transactions on Automatic Control).

Toute l'équipe contribue à cette production (1,7 article de revues et 2,3 articles de conférences en moyenne par an et par ETP recherche). Une grande partie des publications (plus de 50 % pour les conférences, environ 1/3 pour les revues) ont pour auteurs ou co-auteurs des doctorants.

Le rayonnement international est attesté par des exposés invités et des participations aux comités de conférences du meilleur niveau mondial dans des domaines variés (AAAI, CAV, POPL, IJCAI), parfois comme chair ou co-chair (CAV, HSCC, TACAS). Une part très importante (30 %) des publications et certains logiciels sont le fruit de collaborations internationales au meilleur niveau mondial (p. ex. Technion et Berkeley).

L'implication des membres de l'équipe dans les instances de pilotage, que ce soit localement (deux présidences du DIX sur la période, présidence du IDIA) ou nationalement (présidence d'un comité ANR, comités Hcéres) est remarquable.

L'équipe dont tous les permanents sont enseignants-chercheurs est très attachée au lien entre enseignement et recherche : le comité relève par exemple le livre PROOF=PROGRAM, et l'utilisation de la plateforme de robotique par des étudiants.

Créée en 2014 avec quatre permanents, l'équipe a attiré trois nouveaux membres permanents au cours de la période. Son attractivité en termes de recrutement de doctorants est excellente, que ce soit par le flux (environ trois par an), la qualité et la diversité des formations dont ils sont issus (universités parisiennes, X, ENS, CentraleSupélec). Au cours de la période, quatorze thèses ont été soutenues (durée moyenne de 41 mois). Les doctorants ont une activité soutenue de publication, avec une quarantaine de publications ou communications, y compris dans les meilleures conférences (dont LIC3, DISC, ESOP).

L'équipe participe ou a participé durant la période à cinq projets ANR, deux étant portés par l'équipe dont un projet ANR/NSF démarré en 2023. Elle est très fortement impliquée dans un projet du PEPR IA sur l'utilisation de méthodes formelles pour une IA sûre.

L'équipe interagit fortement avec les industriels, valorisant son expertise remarquable des modèles mathématiques et numériques des systèmes complexes, en particulier autour des drones : convention Cifre (Thalès), conseil scientifique (ATC avec Uber), participation à un transfert technologique (outil d'analyse de code), implication de toute l'équipe dans un projet AIDS-CIEDS sur les fondements algorithmiques des essaims de robots. L'équipe est impliquée dans deux chaires d'enseignement et de recherche industrielles successives. La première, intitulée « Ingénierie des systèmes complexes » (Thalès, Dassault Aviation, Naval Group, DGA/AID), est portée par un membre de l'équipe. L'équipe a un rôle majeur dans la deuxième « Architecture des systèmes complexes » (Dassault Aviation, Dassault Systèmes, Nexter, Naval Group, DGA/AID).

Points faibles et risques liés au contexte

Si les collaborations internationales sont riches et très soutenues, les séjours invités sortants sont peu fréquents.

L'équipe n'a pas de projet européen ni international sur la période (hormis le projet ANR/NSF bilatéral SCEPROOF).

Les doctorants accueillis par l'équipe sont principalement issus de formations (d'excellence) nationales, majoritairement d'Île-de-France.

Tous les membres permanents de l'équipe sont des enseignants-chercheurs, ce qui est à la fois une force et une faiblesse. En effet, le lien entre la formation et la recherche est excellent et le travail fourni est impressionnant. Cependant, comme souligné par l'équipe, ses membres qui s'impliquent fortement dans l'enseignement et dans les instances ne peuvent pas être présents partout ; par exemple, ils sont peu présents pour des actions de médiation et de diffusion de la culture scientifique.

Le statut de l'équipe commune avec l'ENSTA reste flou, en attente d'une éventuelle restructuration de la recherche à l'IPP.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe, qui est passée de quatre permanents en début de période d'évaluation à sept en fin de période, s'est développée et renforcée tout en gardant sa cohérence et sa signature : une expertise à la fois large et pointue sur l'analyse des systèmes, une approche verticale avec un équilibre entre résultats fondamentaux et applications. Elle a à la fois poursuivi son travail en amont sur les méthodes et développé l'application de son expertise à la robotique et à la sûreté des systèmes cyber-physiques dans le cadre de projets partenariaux ambitieux. En particulier, son implication récente dans les applications des méthodes formelles à une intelligence artificielle de confiance est une réussite, comme le montrent des publications dans le domaine de l'IA et la participation au PEPR IA ; elle ouvre de nombreuses perspectives pour les années à venir.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe a une excellente dynamique et elle a su se développer. Le comité ne peut que lui recommander de poursuivre ce développement et d'être proactif pour favoriser le recrutement de chercheurs permanents à plein temps afin de renforcer le potentiel de l'équipe.

Le comité encourage l'équipe à s'appuyer sur son excellente visibilité internationale et la richesse de ses collaborations internationales pour augmenter les séjours invités entrants et sortants et pour recruter des doctorants à l'étranger.

Compte tenu de son excellent niveau scientifique, l'équipe est encouragée à participer aux appels à projets compétitifs européens et internationaux, ce qui lui permettrait d'étendre et de consolider son réseau de collaboration.

Le comité recommande de poursuivre, dans le cadre général des discussions sur la recherche en numérique dans l'IPP, la réflexion sur la formalisation de l'équipe commune avec ENSTA, pour augmenter sa visibilité et faciliter son fonctionnement.

Le comité recommande à l'équipe de s'investir davantage dans les actions de médiation scientifique.

Équipe Partout : Proof Automation and RepresentATion: a fOundation of compUTation and deducTion

Nom du responsable : L. Strassburger

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe PARTOUT, « Principes des Formalismes Déductifs et Computationnels », commune avec Inria, étudie la théorie de la démonstration et du calcul ainsi que la relation entre calcul et preuve. Elle combine une expertise forte et large de ces formalismes, se plaçant dans le cadre d'une « métathéorie fiable et vérifiable ». Si les travaux de nature fondamentale sont au cœur de l'équipe, elle applique ses résultats théoriques et nourrit sa recherche de ses travaux plus appliqués, par exemple en programmation (OCAML) ou dans les assistants de preuve (ABELIA). Au cours de la période, ses travaux ont été orientés selon cinq axes : théorie de la preuve, lambda-calcul, théorie des catégories, application de la logique (en particulier en programmation), et interfaces utilisateurs pour prouveurs interactifs.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe, qui n'existait pas lors de la précédente évaluation, n'a pas souhaité répondre au comité concernant la prise en compte des recommandations qui avaient été émises à l'équipe Parcifal.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	4
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	7
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	1
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	8
Total personnels	15

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'activité scientifique est reconnue au meilleur niveau mondial. Le niveau de publication ainsi que la production logicielle sont remarquables. Le rayonnement international est exceptionnel, comme le montrent le nombre d'exposés invités dans les meilleures conférences et les distinctions reçues. L'équipe porte plusieurs projets, principalement nationaux. L'encadrement doctoral est satisfaisant mais montre des signes de déclin.

L'implication de l'équipe dans le développement d'OCAML est remarquable à la fois par l'animation de la communauté et les contributions scientifiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe PARTOUT a orienté ses travaux selon cinq axes : théorie de la preuve, lambda-calcul, théorie des catégories, application de la logique (en particulier en programmation), et interfaces utilisateurs pour prouveurs interactifs. En théorie de la preuve, l'équipe étudie, par exemple, différentes représentations syntaxiques des preuves et a établi un lien fort entre preuves syntaxiques et preuves combinatoires en logique du premier ordre (LICS 2021), proposant ainsi une notion d'équivalence de preuves. En λ -calcul, elle a étudié la notion de modèles de coût, en particulier en espace, réfutant une conjecture d'une quinzaine d'années et proposant le premier modèle raisonnable (LICS 2022) et sa formulation en théorie des types (ICFP 2022, papier distingué).

L'équipe publie dans des revues de tout premier plan (0,8/an/ETPR), et des conférences au meilleur niveau international (1/an/ETP) comme LICS (8 au cours de la période), POPL ou ICFP. Cette activité de publication s'accompagne d'une production logicielle foisonnante débouchant à la fois sur des prototypes et sur des systèmes plus avancés comme le système d'aide à la preuve Abella développé en collaboration internationale (p. ex. avec l'Université du Minnesota et l'Australian National University) depuis 2013 et porté par l'équipe, ou, par exemple, l'outil plus récent Coqlex, générateur d'analyseurs lexicaux pour Coq. L'équipe est également très impliquée via un de ses membres dans le développement et l'évolution du langage de programmation OCAML qui a été distingué en 2023 par le prestigieux « Programming Languages Software Award » de ACM SIGPLAN.

Le rayonnement international est remarquable. Il est attesté par la participation aux comités scientifiques et de pilotage des conférences du meilleur niveau international (p. ex. General Chair LICS de 2019 à 2021, chair IJCAR 2020, comité de pilotage IJCAR, FSCD, chair PPDP, ICFP), par le nombre d'exposés invités dans les meilleures conférences (LICS, CSL, FSCD) et dans les meilleures universités mondiales (p. ex. TU Vienna, NTU Singapore et University of Birmingham). Un membre de l'équipe a été nommé Fellow ACM en 2021, Fellow AAIA en 2022 et a reçu le PrixDov Gabbay en 2023.

Au cours de la période, l'équipe porte ou a porté trois projets ANR dont deux JCJC, et a participé à un projet ANR/FWF avec l'Autriche. Elle porte également une équipe Inria associée avec l'université de Bath et plusieurs actions exploratoires Inria.

L'implication de l'équipe via un de ses membres dans le développement d'OCAML, est remarquable à la fois par l'animation de la communauté avec la direction de la fondation OCAML, et à un niveau plus scientifique, avec plusieurs projets financés par Nomadic Labs sur la maintenance, l'évolution d'OCAML et son interaction avec OCAML/RUST. Une convention Cifre avec Siemens a été signée au cours de la période, sur la production de code optimisé certifié.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe a connu le départ de quatre permanents (un EC, un DR Inria, deux CR CNRS) au cours de la période suite à un départ en retraite et à l'obtention de postes dans des établissements étrangers (SRI, PQShield). Elle a su attirer deux enseignants-chercheurs mais d'autres départs sont en cours ou prévus : le potentiel de l'équipe a donc diminué, sans remettre en cause sa qualité, ce qui peut fragiliser certains axes de de l'équipe. Cela peut également avoir un impact sur les activités de valorisation et de partenariat non académique, une part importante de celle-ci reposant sur l'implication de l'équipe dans OCAML via un membre venant de quitter l'unité.

Au cours de la période précédente, le projet ERC d'un des membres avait permis d'augmenter significativement le recrutement de doctorants et post-doctorants. Si le flux de doctorants dans la période est satisfaisant (dix thèses soutenues), il y a eu un seul recrutement en 2022 et aucun en 2023. Le niveau de publication des doctorants (trois revues et 23 conférences sur la période) est honorable en moyenne et remarquable pour certains doctorants, mais il représente un pourcentage assez faible de la production de l'équipe y compris en conférences (environ 25 %). Par ailleurs, seuls trois membres de l'équipe sont HDR et aucune HDR n'a été soutenue au cours de la période.

L'équipe n'a pas de projet européen ni international sur la période (hormis le projet bilatéral ANR/FWF avec l'Autriche entre 2016 et 2019).

L'équipe est peu impliquée dans les tâches collectives et l'animation scientifique au niveau national.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe a été créée en décembre 2019 à la suite de Parsifal. Elle a connu plusieurs départs mais deux recrutements durant la période. Elle a respecté l'agenda de recherche établi à sa création en très grande partie, tout en faisant évoluer ses thématiques, s'adaptant à l'évolution de son potentiel, en particulier en

s'appuyant sur les deux derniers recrutements. Le départ récent d'un chercheur va entraîner une diminution des activités liées à OCAML. Le potentiel de l'équipe reste important et l'équipe propose un nouvel agenda ambitieux.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à être proactive pour attirer des chercheurs et enseignants-chercheurs de façon à assurer le renouveau de l'équipe et à respecter son agenda ambitieux.

Il encourage l'équipe à poursuivre son implication dans l'encadrement doctoral, en particulier les actions entreprises pour inciter les soutenances d'HDR.

Compte tenu de son excellent niveau scientifique, l'équipe est encouragée à participer aux appels à projets compétitifs européens et internationaux, ce qui lui permettrait d'étendre et de consolider son réseau de collaboration.

Pôle CM : Computer Mathematics

Nom du responsable : G. Lecerf

THÉMATIQUES DU PÔLE

Les recherches menées au sein du pôle Computer Mathematics se situent à l'interface entre informatique et mathématiques, développant des liens fructueux entre structures mathématiques et efficacité algorithmique. Elles combinent avec succès algèbre, mathématiques discrètes, combinatoire, géométrie polyédrique, optimisation, recherche opérationnelle, théorie du contrôle et probabilités. Le pôle est organisé autour de trois équipes respectivement dédiées à la combinatoire, au calcul formel et à l'optimisation.

EFFECTIFS DU PÔLE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	5
Chargés de recherche et assimilés	4
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	12
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	4
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	4
Doctorants	6
Sous-total personnels non permanents en activité	15
Total personnels	27

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le pôle

Le volume et la qualité des publications sont de niveau international, mêlant avancées théoriques et algorithmiques ainsi que mises en œuvre logicielles efficaces. Cette production scientifique s'accompagne d'un rayonnement et d'une activité contractuelle d'excellent niveau, avec des soutiens financiers diversifiés. L'activité scientifique couvre un large spectre, ce qui permet au pôle de relever des défis actuels tant fondamentaux, que relatifs à l'informatique durable ou au calcul haute performance. L'activité de transfert et de valorisation des technologies est notable.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les trois équipes de recherche du pôle se distinguent par leurs contributions scientifiques de niveau international ainsi que par leur reconnaissance internationale et leurs collaborations fructueuses.

Les thématiques couvertes sont larges et profondes. La première équipe excelle en combinatoire, avec des avancées majeures sur les propriétés combinatoires des cartes et des structures fondamentales, en combinatoire bijective et probabiliste. Elle a également développé des structures de données compactes pour les maillages triangulaires. La deuxième équipe se spécialise en calcul formel et calcul numérique fiable, avec des résultats remarquables sur des algorithmes rapides. Enfin, la troisième équipe est reconnue pour ses travaux en optimisation et recherche opérationnelle avec des applications en transport, énergie et biologie.

La production scientifique des équipes est impressionnante et témoigne d'un rayonnement international significatif.

Les collaborations extérieures et financements montrent une forte ouverture et un grand dynamisme. Les partenariats avec des universités renommées (Oxford, McGill, Waterloo) et des projets industriels (Uber, Crédit Agricole) démontrent l'impact de leurs travaux.

La formation et le transfert des connaissances occupent une place centrale dans leur activité. Les équipes intègrent doctorants, post-doctorants et ingénieurs dans leurs projets, et favorisent le partage des savoirs via des logiciels en open source comme Mathemagix, CGAL ou Gnu TEXmacs.

Les recherches menées ont un fort impact pratique et se caractérisent par une interdisciplinarité notable. Les travaux sur les flux énergétiques, la prévention des conflits aériens, les biomembranes ou les systèmes algébriques illustrent la pertinence sociétale des résultats obtenus. Les collaborations avec l'industrie et les applications concrètes renforcent cet impact.

Elles participent également à des actions de médiation scientifique, notamment par la rédaction d'ouvrages ou d'articles pédagogiques.

En conclusion, ces trois équipes combinent excellence académique, innovation méthodologique et contributions applicatives, ce qui en fait des acteurs majeurs dans leurs domaines respectifs.

Points faibles et risques liés au contexte

Les équipes présentent certaines faiblesses qui freinent la pleine exploitation de leur potentiel. Le départ de membres clés a fragilisé des dynamiques, tandis que la taille réduite des équipes limite leur capacité à s'engager dans des activités complémentaires comme la vulgarisation, l'organisation de conférences ou les actions sociétales.

L'encadrement reste en deçà des capacités, avec un nombre limité de thèses et de post-doctorants encadrés sur la période. L'absence d'HDR pour certains membres restreint également les possibilités d'encadrement.

Les collaborations au sein du pôle ne sont pas à la mesure de leur potentiel.

Analyse de la trajectoire du pôle

Les trajectoires des équipes montrent des ambitions cohérentes mais révèlent aussi des dépendances et des opportunités d'amélioration.

L'objectif d'attirer de nouveaux membres est partagé, mais manque parfois de stratégie claire pour sa réalisation. La dépendance à la politique de recrutement du CNRS est notable dans une équipe, tandis que d'autres misent sur une visibilité accrue pour attirer des talents.

Les choix scientifiques effectués sont pertinents et structurants. Les équipes ont recentré leur activité, ce qui renforce leur cohésion et leur synergie interne. Elles ont aussi su s'appuyer sur des collaborations industrielles pour consolider son impact.

Des initiatives pour renforcer les interactions académiques et organiser des événements scientifiques sont prévues, notamment des séminaires communs, des conférences, et le développement de logiciels innovants.

RECOMMANDATIONS AU PÔLE

Il est recommandé de développer les collaborations entre les équipes et de renforcer l'animation scientifique au sein du pôle.

Équipe Combi : Combinatorial models

Nom du responsable : J. Bettinelli

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les recherches menées au sein de l'équipe Combi couvrent un spectre large en combinatoire, avec un accent mis sur l'étude de structures combinatoires considérées sous un angle géométrique, ainsi que l'étude des polytopes et des cartes. Ses outils relèvent de la combinatoire énumérative, des probabilités, de l'algorithmique et de l'algèbre.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« L'activité scientifique de l'équipe COMBI est d'un excellent niveau et doit être maintenue. »

Le niveau de l'activité scientifique au cours de la période de référence est resté excellent.

« Au-delà de l'ambition louable d'attirer d'excellentes candidatures de jeunes chercheurs pour renforcer l'équipe, celle-ci devrait mener une réflexion plus précise sur une stratégie permettant d'atteindre cet objectif. »

Un excellent candidat prêt à rejoindre l'équipe sur un poste à l'École polytechnique a finalement accepté un poste de CR CNRS dans une autre unité. L'équipe cherche à attirer des candidats au CNRS par le biais de discussions, d'invitations à des séminaires et d'accompagnements pendant le processus de sélection.

« La mise en œuvre d'un fonctionnement plus formalisé de l'équipe permettrait de renforcer sa visibilité au sein des structures locales (acteurs du plateau de Saclay, dont NewUni). Au vu de leur dynamisme, plusieurs membres juniors de l'équipe devraient être en mesure de soutenir leur habilitation à diriger des recherches (HDR) au cours des cinq ans à venir. »

Plusieurs membres de l'équipe ont effectivement obtenu leur HDR. L'équipe a augmenté sa capacité d'encadrement pendant la période d'évaluation, mais celle-ci est menacée par la taille devenue critique de l'équipe.

« Le développement de collaborations, internes au laboratoire comme au niveau régional, est une bonne chose et doit être poursuivi. Le comité recommande également aux membres de l'équipe de développer plus de synergies en interne, entre les différentes thématiques de recherche présentes dans l'équipe. »

Une thèse a été codirigée par des membres qui ont depuis quitté l'équipe. L'équipe reconnaît sa difficulté à concilier les différents axes de recherche poursuivis.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	1
Sous-total personnels non permanents en activité	1
Total personnels	5

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

La largeur et la cohérence du spectre combinatoire couvert est l'une des forces de l'équipe ainsi que son positionnement à l'interface entre informatique et mathématiques.

La production scientifique de l'équipe en revues se situe à un excellent niveau international. L'équipe publie dans les meilleurs journaux de combinatoire et dans d'excellentes revues généralistes de mathématiques. Elle publie également dans la conférence majeure de combinatoire algébrique. Sa production scientifique est proportionnée à son potentiel de recherche. Tous les membres de l'équipe, dont les doctorants, publient régulièrement.

Le rayonnement de l'équipe est excellent, comme le montre la participation à des comités de programme de grandes conférences spécialisées du domaine et à des comités éditoriaux. L'équipe s'implique régulièrement dans l'organisation d'événements scientifiques. L'activité contractuelle est d'un très bon niveau. L'activité de transfert est en retrait. L'équipe a connu des départs suite à des promotions qui fragilisent sa dynamique.

Points forts et possibilités liées au contexte

La largeur et la cohérence du spectre combinatoire couvert est l'une des forces de cette équipe, ainsi que son positionnement à l'interface entre informatique et mathématiques. L'équipe a obtenu des résultats marquants, entre autres autour de l'étude de propriétés combinatoires de structures fondamentales telles que les cartes, qui sont des graphes plongés sur des surfaces, sujet sur lequel l'équipe est reconnue internationalement. Ces travaux sont développés d'un point de vue tant bijectif (avec des résultats sur la combinatoire bijective des cartes, sur les surfaces de genre positif et les surfaces non orientables) que probabiliste (avec l'étude de structures discrètes aléatoires limite pour des cartes planaires aléatoires dotée d'un modèle d'Ising critique portant sur des triangulations aléatoires, travaux publiés dans *Transactions of the American Mathematical Society* en 2021). Elle a également une forte reconnaissance en combinatoire algorithmique, avec une série de travaux (publiés entre autres dans *Journal of Computational Geometry* en 2018) qui met en œuvre une nouvelle famille de structures de données compactes pour les maillages triangulaires, issues des propriétés combinatoires des bois de Schnyder, accompagnée d'une implémentation en open source intégrée dans la bibliothèque CGAL. L'équipe est également reconnue pour ses résultats (publiés dans la conférence internationale FPSAC) en combinatoire algébrique autour de la combinatoire des permutations (une nouvelle famille de sous-algèbres de l'anneau des fonctions quasismétriques).

La production scientifique en journaux de l'équipe se situe à un excellent niveau international. L'équipe publie dans les meilleures revues de combinatoire (*Journal of Combinatorial Theory Series A*, *European Journal of Combinatorics*) et dans d'excellents supports généralistes de mathématiques et de physique (*Communications in Mathematical Physics*, *Transactions of the American Mathematical Society*, *Proceedings of the American Mathematical Society*, *Advances in Mathematics*). Elle publie également dans la conférence majeure de combinatoire algébrique de son domaine (FPSAC : *Formal Power Series and Algebraic Combinatorics*).

Sa production scientifique est proportionnée à son potentiel de recherche. Au cours de la période de référence, l'équipe a publié environ 50 articles. Tous les membres de l'équipe publient régulièrement. Tous les doctorants publient, à la fois avec leur directeur de thèse et de manière indépendante. Un doctorant a obtenu un accessit pour le « Prix de la production scientifique » décerné par l'école doctorale « ED STIC ».

Le rayonnement de l'équipe est excellent. Concernant la participation à des comités de programme, l'équipe est régulièrement impliquée dans les grandes conférences spécialisées du domaine comme FPSAC. Les membres de l'équipe sont de plus régulièrement invités dans les conférences internationales (FPSAC, CRS, AOFA, STACS), ainsi que dans des ateliers plus spécialisés et dans des écoles.

L'équipe s'implique régulièrement dans l'organisation d'événements scientifiques tant internationaux (CIRM) que nationaux (écoles).

L'implication éditoriale de l'équipe est excellente. L'un des membres de l'équipe a été l'un des quatre *managing editors* du journal *Combinatorial Theory* (un journal en libre accès qui remplace *Journal of Combinatorial Theory A*). Des membres de l'équipe sont également éditeurs des journaux *Combinatorial theory* et *Annals of Combinatorics*.

L'équipe développe des collaborations internationales avec des universités de premier plan, comme Oxford University (United Kingdom), McGill University (Canada), et Freie Universität Berlin (Allemagne).

L'implication de l'équipe en termes d'administration de la recherche est très bonne (jury du prix de thèse Gilles Kahn de la Société informatique de France, comité d'évaluation de l'ANR, GDR IFM).

L'activité contractuelle est d'un très bon niveau. L'équipe a obtenu des financements externes par le biais de subventions, principalement quatre projets ANR, soit en tant que membres, soit en tant que porteur pour l'un d'entre eux. L'équipe est également impliquée dans la gestion d'un projet européen (MSCA RandNET).

L'implication de l'équipe dans l'enseignement par la recherche est importante, à travers la participation à plusieurs cours du Master Parisien de Recherche en Informatique (MPRI) et à l'École Polytechnique (cours de L3, M1 en mathématiques et informatique).

Un membre de l'équipe a des responsabilités locales importantes (direction de l'unité).

L'équipe a un très bon investissement en termes de médiation. Des simulations informatiques ont de plus été présentées à plusieurs reprises (La Recherche, Pour la Science, Pi Day, musée de la Maison Poincaré).

Points faibles et risques liés au contexte

Le niveau d'interaction entre les membres de l'équipe est relativement faible (avec seulement sept publications sur 50 cosignées par deux membres permanents de l'équipe).

Le départ de plusieurs membres moteurs de l'équipe la fragilise dans sa dynamique.

L'activité d'encadrement de l'équipe est relativement en retrait au vu de son potentiel d'encadrement, avec seulement cinq encadrements de thèse dans la période.

Tous les membres de l'équipe n'ont pas leur HDR, ce qui limite la possibilité d'encadrement.

Même si son positionnement scientifique rend difficiles les interactions avec le milieu non académique, l'activité de transfert de l'équipe Combi est en retrait avec aucune action notable.

Les interactions avec les autres équipes sont assez rares et se limitent à un projet ANR en commun avec les équipes PARTOUT et Cosynus.

Aucun professeur ou chercheur invité n'a été accueilli pendant la période d'évaluation.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Le projet mentionne le souhait d'attirer de nouveaux membres via des candidatures de qualité sur les concours de recrutement CNRS, mais sans préciser de stratégie précise pour y parvenir.

Le projet mentionne le renforcement des liens avec certaines équipes d'autres unités de la région parisienne (Laboratoire Interdisciplinaire des Sciences du Numérique [LISN] de l'université Paris-Saclay, Institut de Recherche en Informatique Fondamentale [IRIF] de Paris Diderot, etc.), via la participation à des séminaires communs et des co-encadrement de thèse, ce qui semble être une très bonne stratégie.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité recommande à l'équipe de mener une réflexion autour de sa stratégie scientifique afin d'identifier des questions de recherche qui puissent contribuer à fédérer l'équipe.

L'équipe doit mener une politique de prospection active afin d'attirer de nouveaux membres permanents et d'assurer son renouvellement.

Le comité recommande à l'équipe de renforcer l'encadrement doctoral. Il est recommandé que l'équipe veille à ce que tous les membres qui sont en capacité de le faire soutiennent leur HDR.

Afin de renforcer son positionnement international, l'équipe est encouragée à développer sa politique d'invitations de chercheurs.

L'équipe est encouragée à renforcer ses interactions avec d'autres équipes du pôle.

Équipe MAX : Algebraic modeling and symbolic computation

Nom du responsable : G. Lecerf

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les thématiques de l'équipe MAX relèvent du calcul formel et du calcul numérique fiable. Les recherches menées couvrent un spectre large allant des aspects les plus fondamentaux à la conception et au développement de logiciels. Les thématiques impliquées relèvent de la conception et de l'étude d'algorithmes rapides pour l'arithmétique de base et les opérations algébriques fondamentales, de la résolution de systèmes polynomiaux, de l'algèbre différentielle, de l'étude des équations polynomiales, de l'interpolation creuse et du calcul haute performance.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité avait recommandé à l'équipe les éléments suivants.

« Les résultats exceptionnels de l'équipe lui permettent d'envisager encore une accentuation du niveau pour les journaux et conférences dans lesquels elle publie, afin par exemple de se hisser jusqu'aux conférences premières en informatique générale. Cette recommandation n'enlève rien, bien évidemment, à l'appréciation incontestable sur la qualité de la production actuelle. »

L'équipe n'a rien répondu sur ce sujet et n'a pas changé de politique de publication.

« Le comité encourage l'équipe à conserver son excellente place au niveau mondial en poursuivant ses efforts pour l'élaboration de projets collaboratifs nationaux et internationaux. La mobilisation de l'équipe est capitale, en tirant parti des aides de l'environnement, afin de mieux transmettre son savoir et permettre de plus nombreux résultats à la hauteur de l'excellence de ses membres. »

L'équipe a soumis avec succès plusieurs projets (DIM régional, ANR JCJC, ANR PRME, DGA/AID, CNRS Innovation). Un projet ERC Advanced (ODELIX) a été soumis en 2023 et vient d'être accepté.

« Le comité recommande à l'équipe MAX de continuer à développer une recherche d'excellente qualité, inventive dans son alliance théorie-pratique ; de parvenir à recruter afin de faire grandir un groupe leader mondial dans son domaine. »

Le nombre d'encadrements a augmenté pendant la période.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	5
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	1
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	8

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Les thématiques de l'équipe MAX relèvent du calcul formel et du calcul numérique fiable. L'équipe a obtenu des résultats remarquables, entre autres sur la multiplication en temps $O(n \log n)$ pour les entiers de taille n .

La production scientifique de l'équipe est exceptionnelle avec un foisonnement de résultats de haut niveau. L'équipe publie dans les meilleures revues et conférences de son domaine. Sa production scientifique est proportionnée à son potentiel de recherche. Les collaborations scientifiques impliquent des collaborations internationales variées. Les doctorants et post-doctorants contribuent activement à cette production scientifique.

L'équipe bénéficie d'une remarquable reconnaissance attestée par des distinctions variées (prix Karp, prix de Buijn), des invitations (conférence invitée à l'International Congress of Mathematicians). L'activité éditoriale de l'équipe est excellente. Les effectifs de l'équipe sont stables et l'équipe bénéficie d'une très bonne attractivité pour ses membres permanents. Elle a obtenu d'excellents résultats dans divers appels d'offres qui lui permettent de construire une politique scientifique ambitieuse. Un projet ANR a conduit au dépôt d'un projet ERC Advanced qui a débuté en 2024.

L'équipe est très impliquée dans le développement de logiciels libres qui ont un impact dans l'enseignement. L'équipe est bien impliquée dans la médiation scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les thématiques de l'équipe MAX relèvent du calcul formel et du calcul numérique fiable. L'équipe a obtenu des résultats remarquables, entre autres autour de la multiplication en temps $O(n \log n)$ pour les entiers de taille n (Annals of Mathematics 2021), ainsi que de nouveaux algorithmes efficaces pour l'identifiabilité structurelle des paramètres pour les modèles définis par des systèmes paramétrés d'équations différentielles (publiés entre autres dans ISSAC 2022). L'équipe a également obtenu des résultats marquants concernant l'application de méthodes symbolique-numérique rigoureuses sur la forme de biomembranes, en calculant des limites sur des suites définies par des équations de récurrence linéaire (Combinatorial Theory en 2022). Le comité relève aussi un algorithme pour les espaces de Riemann-Roch (publié dans Journal of Complexity en 2022) dans le cadre d'un projet conjoint DGA/AID avec l'équipe GRACE, impliquant les deux post-doctorants qui ont été engagés.

La production scientifique de l'équipe est remarquable, avec un foisonnement de résultats marquants à son actif. L'équipe publie dans les meilleurs journaux et conférences de son domaines (Journal of Complexity, ISSAC, ACM Communications in Computer Algebra, Mathematics of Computation, Journal of Symbolic Computation). Elle a obtenu en particulier des publications dans des supports généralistes de mathématiques du plus haut niveau (Annals of Mathematics, Journal of the European Mathematical Society, Transactions of the American Mathematical Society). Sa production scientifique est proportionnée à son potentiel de recherche avec la publication au cours de la période d'environ 80 articles et un ouvrage, ce qui constitue une activité de publication très dynamique par rapport aux pratiques de la communauté concernée. L'équipe a des collaborations internationales avec de nombreux pays, impliquant en particulier des équipes de tout premier plan comme l'université de Waterloo (Canada). Les doctorants et post-doctorants publient tous et contribuent activement à cette production scientifique.

L'équipe bénéficie d'une remarquable reconnaissance attestée par des prix variés (prix Karp, prix de Buijn, Best Paper Award 2020 of Journal of Complexity, Best Software Presentation Award at the International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation [ISSAC]), des invitations (conférence invitée ICM-International Conference of Mathematicians 2018, ARITH 2022, ISSAC 2022, MEGA 2021). L'activité éditoriale de l'équipe est excellente, avec la participation aux comités éditoriaux de Applicable Algebra in Engineering, Communication and Computing, Journal of complexity, Indagationes Mathematicae. L'équipe a de plus été impliquée dans l'organisation des conférences internationales de son domaine (ARITH 2022, ISSAC 2021, ISSAC 2023-2026), ainsi que dans l'organisation d'ateliers internationaux (SIAM minisymposia 2021 et 2023, BIRS Workshop, école CIMPA 2020, séminaire en ligne Kolchin 2021-2022).

L'équipe est très bien impliquée dans l'animation scientifique nationale au niveau du GDR-IFM (GT calcul formel, organisation de journées nationales), des journées de calcul formel et dans l'organisation d'un trimestre IHP.

Les effectifs de l'équipe sont stables et l'équipe bénéficie d'une très bonne attractivité pour ses membres permanents. Le départ d'un membre émérite a été compensé par l'arrivée de deux nouveaux membres (CR

et MCF). Un ingénieur a quitté l'équipe et un nouvel ingénieur a été recruté. L'équipe a également reçu trois visiteurs seniors internationaux.

L'équipe organise un séminaire régulier qui reflète le dynamisme de sa vie interne.

L'équipe MAX a eu d'excellents résultats sur des appels d'offres variés en termes de portage de projets (ANR PMRE, DGA/AID, ANR JCJC, Digiteo RFSI) qui lui permettent de plus de construire une politique scientifique ambitieuse pour l'équipe. Ainsi, le projet ANR PRME NODE a permis de renforcer la cohérence scientifique et le dynamisme interne de l'équipe. Ce projet ANR a de plus conduit au dépôt d'un projet ERC Advanced qui a été accepté en 2024. Le projet DGA/AID a été porté avec l'équipe GRACE, et a permis le recrutement de deux post-doctorants sur la thématique des algorithmes rapides pour les codes correcteurs d'erreurs.

L'équipe est très impliquée dans le développement de logiciels libres (Mathemagix, Sagemath, Gnu TEXmacs, Julia) qui ont de plus un impact en enseignement. En particulier le logiciel Gnu Tex Macs a reçu un financement CNRS (Open 2023) ; l'équipe a recruté un ingénieur et un livre a été écrit sur le sujet.

L'équipe est bien impliquée dans la médiation scientifique via l'écriture d'articles de vulgarisation (Bibliothèque Tangente).

Points faibles et risques liés au contexte

Malgré son excellent potentiel scientifique, l'équipe ne participe pas à des conférences internationales généralistes de haut niveau en informatique.

L'équipe n'a formé que trois doctorants (et trois post-doctorants) pendant la période, neuf étudiants en licence et sept étudiants en master. Le potentiel d'encadrement de l'équipe n'est donc pas réalisé.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe a choisi d'organiser son activité scientifique autour des équations différentielles avec le développement d'un solveur numérique efficace, robuste et fiable et le développement d'une contrepartie de l'algèbre différentielle basée sur les homotopies numériques et l'interpolation éparse. Il s'agit d'un choix pertinent et fédérateur qui permet à l'équipe de déployer sa synergie.

L'équipe prévoit également d'organiser plusieurs conférences et ateliers.

Outre TeXmacs, l'équipe MAX restera de plus active dans le développement de divers logiciels de calcul formel et du système expérimental à usage général Mathemagix.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à continuer à s'impliquer au niveau national et international dans l'animation scientifique.

Il lui est conseillé d'intensifier sa politique d'encadrement et de s'impliquer dans la recherche de doctorants à l'international.

Il est recommandé de renforcer la politique de publication de l'équipe dans des conférences internationales généralistes de haut niveau d'informatique.

L'équipe doit continuer à développer l'alliance entre théorie et pratique pour l'efficacité et la fiabilité du calcul scientifique.

L'équipe est encouragée à maintenir ses collaborations inter-équipes.

Équipe Optimix : Optimix

Nom du responsable : L. Liberti

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Optimix se concentre sur la recherche opérationnelle, l'optimisation, et leurs interfaces avec d'autres domaines (dont la science des données et la biologie) et avec l'industrie (transport, l'énergie). Ces thématiques montrent un large éventail d'intérêts, allant de la théorie pure à des collaborations industrielles pratiques.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe Optimix a été créée à la fin de l'année 2021 par des membres de l'équipe DaSciM.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	3
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	4
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	14

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe Optimix a une activité au plus haut niveau international en recherche opérationnelle, optimisation et leurs interactions. Elle se distingue par des contributions remarquables, avec des avancées théoriques notables et des travaux interdisciplinaires touchant des domaines variés (énergie, biologie, transports et réseaux).

La production scientifique de l'équipe est abondante et équilibrée entre les membres. Les travaux méthodologiques sont publiés dans des journaux de tout premier plan.

Le rayonnement de l'équipe est excellent comme le montrent des distinctions académiques, des invitations à donner des conférences plénières et des projets collaboratifs avec de nombreux partenaires internationaux (par exemple, MSCA doctoral network). L'équipe bénéficie de plus d'une très bonne attractivité qui lui permet d'accueillir des chercheurs étrangers de renom.

Les nombreuses collaborations industrielles, notamment via des chaires, constituent un des points forts de l'équipe.

Cette excellence scientifique est fragile en raison de la petite taille de l'équipe.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe dispose d'un savoir-faire reconnu en optimisation et commande appliqués à des domaines complexes (comme, par exemple, la gestion des flux énergétiques, la prévention des conflits aérien).

Le premier point fort de l'équipe Optimix réside dans une production scientifique de haute qualité, avec des avancées théoriques notables (optimisation sans modèle, projections aléatoires pour la programmation quadratique) et des applications variées (transport, énergie, biologie). Cette production scientifique vise des journaux de tout premier plan (p. ex. Math Programming, Annals of OR, EJOR). Le taux de publication (plus de 4 articles en revue par ETPR et par an) est remarquable.

Il en découle une visibilité internationale des distinctions académiques (dont un « IFAC Time life achievement award »), et des collaborations avec des partenaires internationaux (p. ex., University of Campinas, University of Michigan). Elle se reflète aussi par des invitations à donner des conférences plénières (au moins 27 sur la période, par exemple : International Colloquium on Systems Theory and Control, International Workshop on Bilevel Optimization, Discrete Optimization and Machine Learning, etc.) et la participation à des écoles thématiques.

Pour ce qui concerne le succès à des appels à projets européens et nationaux, l'équipe a été partenaire d'un projet European Training Networks/Europe Horizon 2020 et un projet international ANR/PRCI avec Taiwan.

Le second point notable concerne les collaborations industrielles solides, soutenues notamment par deux chaires industrielles. La chaire avec Uber, d'un montant de plus de 1 M€, concerne le routage aérien dans les milieux urbains. La chaire soutenue par le Crédit Agricole vise à concevoir des systèmes d'intelligence artificielle fiables, éthiques et responsables. Elle participe à un projet de maturation avec l'équipe AICo visant à valoriser les expertises des deux équipes pour fournir des solutions efficaces à la gestion de la planification de portefeuille.

Points faibles et risques liés au contexte

Le point faible de l'équipe Optimix est sa taille. C'est une très petite équipe avec uniquement trois permanents au moment de l'évaluation.

Cela se reflète aussi dans le nombre limité de doctorants accueillis au cours de la période (huit, dont quatre thèses soutenues), compensé partiellement par un nombre important de post-doctorants (dix-huit).

Une autre conséquence de la taille réduite de l'équipe est la difficulté pour ses membres de s'impliquer dans l'organisation de conférences, la vulgarisation scientifique et des actions à impact sociétal, au-delà des collaborations industrielles.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe Optimix a renforcé sa visibilité scientifique en se recentrant sur son cœur d'expertise, tout en développant de riches collaborations industrielles et académiques.

Dans les prochaines années, elle projette de poursuivre ses travaux à la fois dans des directions théoriques (méthode des projections aléatoires pour la programmation quadratique avec contraintes quadratiques), et sur les applications à la biologie (étude de la forme des protéines par l'analyse des distances interatomiques, commande sans modèle en médecine pour l'adaptation des traitements), les transports, l'énergie et le traitement du langage naturel dans le cadre de la chaire avec le Crédit Agricole. Ces directions de recherches, dans la continuité des travaux antérieurs, sont pertinentes et devraient permettre à l'équipe de conforter sa position d'excellence sur des thématiques où elle est très visible.

Un membre de l'équipe va rejoindre la nouvelle équipe ORALIX (accueillant également deux anciens membres de l'équipe Dascim). La taille de l'équipe va s'en trouver encore réduite, fragilisant d'autant plus l'excellence de son activité.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La principale recommandation du comité est de continuer sur cette trajectoire d'excellence scientifique.

Un moyen d'amplifier cette dynamique serait de recruter un jeune chercheur pour optimiser la coordination de l'équipe, l'encadrement des étudiants, et les actions en local au sein de l'unité.

Équipe GeomeriX : Geometry-driven Numerics

Nom du responsable : M. Desbrun

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe GeomeriX développe les aspects géométriques et topologiques du traitement des données, avec des approches fondamentales et leur mise en œuvre dans des applications. Cela concerne l'informatique graphique et la simulation, mais aussi l'étude des systèmes dynamiques et la science des données.

Tout d'abord, le traitement des formes Euclidiennes (2D, 3D) nécessite des outils d'analyse et de mise en correspondance, ainsi que du calcul différentiel discret sur des maillages.

En simulation, l'équipe développe de nouvelles méthodes d'intégration pour les systèmes multiphysiques complexes, respectueuses des propriétés géométriques des équations différentielles considérées et recourt à l'apprentissage pour accélérer la simulation.

Concernant les systèmes dynamiques, l'équipe s'intéresse à l'analyse en haute dimension de leur état à partir d'un nombre limité d'observations (séries temporelles, trajectoires), avec la détection et la caractérisation des caractéristiques inhabituelles et des structures cohérentes.

En sciences des données, l'apprentissage profond géométrique et l'analyse topologique des données exploitent la géométrie ou la topologie sous-jacente des données afin d'en améliorer la qualité et l'analyse (apprentissage de caractéristiques géométriques, explicabilité, apprentissage guidé par la géométrie, catégories).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe GeomeriX, créée en 2022, n'a jamais été évaluée précédemment. Néanmoins, les trois quarts de ses membres étaient précédemment dans l'équipe GeoVic dont les thématiques ont évolué pour devenir l'équipe VISTA. L'équipe GeoVic était quant à elle issue de l'équipe STREAM qui avait été évaluée. Les remarques faites à STREAM évoquaient une possible collaboration avec des experts de l'apprentissage automatique. Cette remarque a été prise en compte pour GeomeriX puisqu'un des membres de l'équipe GeomeriX est devenu un expert de référence en apprentissage géométrique. Par ailleurs, l'équipe Geomerix a intégré dans ses membres un expert de l'analyse topologique de données.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	1
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	2
Post-doctorants	4
Doctorants	14
Sous-total personnels non permanents en activité	20
Total personnels	24

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe GeomeriX mène des activités en informatique graphique, simulation et analyse topologique de données. L'équipe est mondialement reconnue pour ses contributions en traitement numérique de la géométrie.

La qualité de la production scientifique de l'équipe est remarquable avec des travaux qui font office de référence dans des domaines variés comme l'analyse et la mise en correspondance de forme, la dynamique des fluides, l'analyse topologique des données et l'apprentissage profond sur les formes 3D.

Certains des articles ont été distingués par des prix prestigieux comme le Test of Time Paper Award à SIGGRAPH 2023.

L'attractivité et le rayonnement sont remarquables, par exemple avec l'obtention d'un projet ERC Starting Grant et d'une médaille de bronze du CNRS.

Les activités de l'équipe en lien avec le monde socio-économique sont très dynamiques, caractérisées par des partenariats avec des institutions (musées, hôpitaux), des grands groupes industriels et des acteurs majeurs en informatique graphique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe GeomeriX s'appuie sur des chercheurs aux activités complémentaires reconnues dans différents aspects de l'informatique graphique (modélisation géométrique, géométrie 3D non-rigide et apprentissage profond, géométrie et mécanique géométrique) ainsi qu'en analyse topologique de données. Au cours de la période d'évaluation, les contributions les plus saillantes des membres de l'équipe ont porté sur la simulation de flots multiphase (lattice Boltzmann methods, publié dans IEEE TVCG en 2021 et ACM TOG en 2023), la synthèse et l'édition de motifs dans les échantillonnages (Patternshop ACM TOG 2023), les invariants homologiques pour la persistance topologique en présence de multiples paramètres (SOCG 2022) et l'apprentissage profond sur les données géométriques 3D (ACM TOG 2018, 2022, CGF 2020).

La production scientifique de l'équipe occupe un large spectre autour des spécificités propres à chacun des quatre membres de l'équipe. Le comité relève des publications régulières au plus haut niveau en informatique graphique (Siggraph, ACM TOG, EG, SGP, PG, CGF, Journal of the ACM) mais aussi Computer Graph, Graphics Interface), en vision par ordinateur (CVPR, ICCV, 3DV), en géométrie algorithmique (SOCG), en mathématiques appliquées (Mathematical Programming, Algebraic and Geometric topology), en apprentissage (NeurIPS) et en visualisation scientifique (IEEE TVCG).

Tous les membres de l'équipe publient régulièrement, certains à un rythme particulièrement soutenu. Le volume du nombre de publications dans la période est exceptionnel avec 57 articles dans des revues (dont 23 ACM TOG et 21 CGF) et 51 articles de conférences hautement sélectives (SGP, Eurographics, SIGGRAPH, SocG, ICCV, ECCV, CVPR, NeurIPS, GECCO).

Certaines publications des membres de l'équipe sont récipiendaires de prix comme le très prestigieux Test of time paper award à Siggraph 2023, et une nomination sur la liste ACM de « Seminal Graphics Papers : Pushing the Boundaries ». De nombreux articles sont sélectionnés ou primés dans des conférences de bon voire excellent niveau (prix du meilleur article à 3DV en 2019, 2021 et 2022 et nomination pour le prix du meilleur article à CVPR 2020 et ICCV 2019).

L'équipe est jeune mais bénéficie déjà du rayonnement scientifique de ses membres. Le comité relève des conférences invitées et des implications dans la direction du comité de programme de deux conférences prestigieuses en informatique graphique et traitement de la géométrie (SGP, SIGGRAPH). Les membres participent régulièrement aux comités de programme des conférences les plus renommées en informatique graphique (SGP, SIGGRAPH et Eurographics). L'implication éditoriale de l'équipe concerne des domaines variés : informatique graphique (CGF, Graphical Models), géométrie algorithmique (Journal of Computational Geometry), visualisation scientifique (TVCG), mécanique (Journal of Geometry Mechanics). Certains membres ont reçu des prix et des reconnaissances pendant la période (par exemple, CAS fellow at the Norwegian Academy of Sciences and Letters [2022-23]). Certains prix obtenus sont particulièrement prestigieux (ELLIS Fellow, Médaille de bronze du CNRS en 2018).

En pratique, cette visibilité a certainement été utile à l'établissement de collaborations scientifiques internationales ponctuelles (CAGD [Zhejiang Univ], Norwegian University, Bielefeld University, Caltech, Max Planck Institute, Carnegie Mellon, Stanford). Certaines des collaborations de l'équipe ont donné lieu à des publications conjointes avec des partenaires scientifiques en France et à l'étranger.

L'équipe a obtenu des succès notables dans le montage de projet et leur financement : p. ex. ERC Starting Grant Exprotea (2018-2023, obtenu en 2017), ERC Consolidator Grant Vega (2023-2028, obtenu en 2023), ANR AI Chaire Aigrette, Inria Chair in Geometry and Computing, MediTwin, Cortical Shape.

Elle a par ailleurs eu des partenariats industriels sous forme de conventions Cifre (EDF, Sanofi, Dassault) et des collaborations ponctuelles avec des chercheurs d'Adobe, Pixar et Ansys. Le comité relève des collaborations avec le Musée de l'Homme, le Museum d'Histoire Naturelle, l'Hôpital Necker, INSHEA (éducation handicap).

Les membres de l'équipe ont contribué à deux brevets déposés au cours de la période.

La solidité et la nature du projet attire des étudiants qui doivent avoir un bagage solide en mathématiques et en informatique (22 doctorants accueillis au cours de la période, dont huit thèses soutenues).

Points faibles et risques liés au contexte

La production scientifique de l'équipe reflète essentiellement la qualité des travaux des membres avant leur réunion dans une équipe commune. L'intérêt de coordonner ces talents autour d'un même projet scientifique se reflète déjà dans certaines publications et des collaborations ponctuelles entre les permanents. À l'heure actuelle, l'équipe est encore très jeune et il reste difficile à évaluer si une vraie synergie entre les thèmes va émerger.

La politique d'encadrement des doctorants et des post-doctorants ne favorise pas encore le partage d'expérience ni la proximité scientifique autour des différentes thématiques de l'équipe. Il y a pour l'instant des séminaires disjointes, certains en commun avec d'autres équipes (notamment VISTA) ou d'autres laboratoires, mais pas réellement de rendez-vous propres à rassembler tous les membres de l'équipe.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Geomerix (Geometry powered Numerics) est une nouvelle équipe créée en 2022 dans la lignée de l'ancienne équipe GeoVic (Geometric and Visual Computing) en ralliant un membre de l'équipe Data Shape. Il s'agit d'une EPC avec Inria. L'équipe est composée de quatre permanents (un DR et un CR INRIA, un CR CNRS, un PR Polytechnique), autour desquels on compte un nombre très important de doctorants parfois co-encadrés à l'extérieur de l'équipe (22 dont deux inscrits à l'étranger, un à Sophia Antipolis et un à Rouen).

L'équipe a de nombreuses collaborations avec l'extérieur : tout d'abord avec d'autres équipes du LIX dont VISTA qui est également née de GeoVic, mais aussi avec d'autres équipes en France et à l'étranger.

Il est un peu prématuré d'évaluer la trajectoire de cette équipe qui a été créée en 2022. Sa particularité est de centrer son activité sur la géométrie avec un intérêt historique pour l'informatique graphique, mais l'importance de l'aspect géométrique pour l'analyse de données est en train de devenir évident (en témoignent les publications dans des conférences et revues d'apprentissage et vision par ordinateur) et devrait le devenir encore plus avec l'intégration de l'analyse topologique.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe Geomerix a été formée autour d'un projet ambitieux par un petit groupe de chercheurs dont l'activité est très soutenue. La principale recommandation est de poursuivre l'excellence de cette production scientifique tout en développant la synergie naissante entre les différents thèmes de l'équipe, en créant une dynamique d'équipe qui profitera également aux doctorants.

Équipe VISTA : Visual Worlds: Temporal Analysis, Animation and Authoring

Nom du responsable : D. Rohmer

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'activité de VISTA s'appuie sur une double expertise en informatique graphique et vision par ordinateur pour des applications multidisciplinaires englobant le divertissement, l'histoire et les sciences naturelles. Le projet de l'équipe consiste notamment à tirer parti des progrès de l'informatique visuelle et de l'apprentissage profond pour analyser, générer et interagir avec des contenus visuels inspirés par de multiples exemples. Les thématiques de l'équipe couvrent ainsi l'analyse et la génération de vidéos, la création, l'édition et le contrôle de nouveaux types de formes et de mouvements 3D avec des applications industrielles à la clé, la simulation interactive à grande échelle d'environnements virtuels en 3D, avec des applications allant de la paléontologie et l'archéologie à l'écologie.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe Vista est nouvelle et l'équipe GeoVic dont elle est une émanation n'avait pas été évaluée. En revanche la jeune équipe STREAM qui l'avait précédé avait reçu des recommandations qui ont été suivies.

« L'équipe possède une excellente activité de recherche et un rayonnement exceptionnel. On ne peut que recommander à l'équipe de poursuivre dans cette voie. »

L'équipe Vista a effectivement poursuivi dans la voie de l'excellence pendant la période d'évaluation.

« Il est recommandé à l'équipe de trouver une proximité géographique de façon à favoriser les échanges entre ses membres. »

L'équipe Vista est entièrement localisée dans des bureaux proches.

« L'équipe pourra s'appuyer si nécessaire sur des collaborations avec des experts de l'apprentissage automatique. »

L'équipe Vista a su bénéficier de l'ouverture d'un poste de MCF pour attirer une jeune chercheuse spécialisée dans l'apprentissage automatique pour la vision par ordinateur. L'équipe ancre désormais une partie de son activité autour de l'apprentissage pour l'analyse et le traitement de vidéos.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	3
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	2
Doctorants	15
Sous-total personnels non permanents en activité	18
Total personnels	21

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe VISTA est une des équipes de référence de niveau international en création interactive de contenus virtuels, allant de la génération de formes à base d'esquisse, à la conception de mouvements, d'animations et, plus récemment, de vidéos. Elle est également visible pour ses activités en génération de mondes virtuels et de simulation de foules.

L'équipe publie dans les meilleures revues et conférences internationales en informatique graphique, animation et vision par ordinateur. Elle fait preuve d'un dynamisme remarquable en termes d'encadrement doctoral, et applique une politique de co-encadrement avec d'autres établissements.

L'activité contractuelle est d'un excellent niveau, avec des sources de financement variées.

L'équipe a un rayonnement exceptionnel ; le comité souligne notamment un membre de l'Académie des Sciences qui a reçu de multiples distinctions. Les membres de l'équipe ont dirigé les comités de programme de conférences de très bon niveau.

L'équipe a de nombreux partenariats industriels et une activité de médiation scientifique importante.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe VISTA est caractérisée par un excellent dynamisme, avec une importante activité de publication sur des compétences variées, témoignant de la mise en œuvre du projet axé sur la pluridisciplinarité. Le projet de l'équipe VISTA ancre ses travaux dans l'étude et le développement des mondes virtuels, avec des considérations sur les aspects évolutifs et écologiques de ces mondes et l'animation de leurs populations (mondes virtuels). Pour cela, l'approche adoptée mobilise des disciplines variées, allant de l'apprentissage automatique à la simulation temps-réel. Une des politiques de l'équipe est de s'appuyer sur des experts extérieurs pour pouvoir relever les défis posés par les champs applicatifs investis (p. ex., industrie du jeu vidéo, animation cinématographique, imagerie médicale).

L'équipe publie dans les conférences et journaux les plus prestigieux en Computer Graphics (ACM Siggraph, Siggraph ASIA, Eurographics [TOG, TVCG, CGF]) mais aussi SCA et MIG pour l'Animation, et SMI pour la modélisation. Son activité naissante en vision par ordinateur est en totale cohérence avec le projet de l'équipe et elle est déjà remarquable en termes de publications dans des conférences parmi les plus sélectives (CVPR, ECCV, ACCV, ICCV) sans oublier les domaines d'application (IEEE Trans on Medical Imaging, MICCAI, VCBM) pour le médical et ACM CHI, I3D, GI pour les interfaces homme-machine. Il y a en tout 29 publications des membres de l'équipe dans des revues du meilleur niveau et 48 articles de conférences sur la période d'évaluation. Relativement à la taille de l'équipe (1,5 ETPR), la production scientifique est donc exceptionnelle, en qualité comme en quantité.

Au niveau du rayonnement de l'équipe, le comité relève un membre de l'Académie des Sciences avec de multiples reconnaissances pour sa carrière (ACM SIGGRAPH Coons Award 2023, Distinguished Career Award 2022 de Eurographics Association). Le comité note une implication importante des membres de l'équipe dans la vie de la communauté scientifique (AFIG, MIG, etc.) et de l'école Polytechnique (présidence puis vice-présidence du département d'informatique, développement de masters, participation au comité de pilotage de la chaire ScienceXGames avec Ubisoft ou du centre interdisciplinaire SPIRAL). Les membres de l'équipe ont dirigé les comités de programme de MIG2019, MIG2021, ont présidé à l'organisation de SCA2018, et ont été area chairs pour ACCV24, WACV24, ECCV24, ICCV23, ACCV22, CVPR21. Ils participent régulièrement aux comités de programmes de CVPR, ICCV, ECCV, Eurographics, SIGGRAPH, SIGGRAPH Asia, SCA, MIG, SMI, Pacific Graphics.

Sur les thèses encadrées actuellement, le taux de co-encadrement extérieur est proche de la moitié. Certaines collaborations sont menées avec des chercheurs à Paris (LTCI), en France (LIRIS, LJK, ENPC, Inria Rennes, IRIT, LORIA, GraphDeco Inria Méditerranée) et à l'international (Cape Town University, Perdue University, Clemson University, Denmark, Cordoba, Tokyo, Toronto). Certaines de ces collaborations sont établies de longue date. Les aspects multidisciplinaires sont couverts par des collaborations avec le musée HNHP, Inria/ENS Lyon Mosaic, et l'Institut de physique du globe.

L'équipe est particulièrement attractive, avec quinze doctorants et deux post-doctorants au 31 décembre 2023. Au cours des six ans correspondant à la période d'évaluation, 30 doctorants (dont seize thèses soutenues)

et neuf postdoctorants ont été encadrés par des membres de l'équipe. L'attractivité se reflète également dans le recrutement en 2020 d'une maîtresse de conférences spécialiste en machine learning et vision qui vient compléter les expertises présentes dans l'équipe (Obtention d'un projet ANR JCJC sur ce dernier aspect).

L'activité contractuelle est d'un très bon niveau, avec des sources de financement variées : European H2020 ITN CLIPE (Cyprus University, Catalunya University), ANR PRCE AnimationConductor (participant), ANR JCJC WhyBehindScene (porteur), ANR PRC Multiform (participant), ANR PRC APATE (participant). L'équipe est partenaire de ces projets, sauf pour l'ANR JCJC où un membre de l'équipe est porteur. Elle mobilise aussi les guichets locaux avec succès, comme le labex DigiCosme ou le cluster IA Hi! Paris au sein duquel un membre de l'équipe a obtenu un financement Advanced Fellowship.

Au niveau des partenariats industriels, le comité relève la signature de trois conventions Cifre (Dassault, Homiwoo, Kinetix) et des collaborations ponctuelles avec des chercheurs ou ingénieurs d'Ubisoft, Adobe, Modalive, Animaj. Au cours de la période, un brevet sur la génération de micro-structures par réaction diffusion a été déposé avec Dassault.

L'équipe est impliquée dans la médiation scientifique, avec notamment la participation au comité scientifique du Palais de la Découverte.

L'équipe met en place une vie d'équipe de qualité à laquelle contribue l'ensemble de ses membres.

Points faibles et risques liés au contexte

La taille de l'équipe peut paraître critique. Mais cette observation est à nuancer par le fait qu'une part des nombreuses activités de l'équipe repose sur des collaborations extérieures pérennes : avec deux ou trois enseignants-chercheurs du LTCl avec qui ils font partie du groupe « Graphics and Vision » (IP Paris), avec d'autres équipes du LIX, mais aussi avec d'autres équipes en France (dont le LIRIS, l'IRISA, l'IRIT).

L'équipe est consciente que, dans un contexte pluridisciplinaire, elle doit rester vigilante pour maintenir un bon équilibre de ses activités et de ses membres, mais elle semble gérer cela avec lucidité.

L'équipe mentionne également sa dépendance d'accès aux grandes infrastructures de calcul pour ses travaux utilisant l'apprentissage profond.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Vista est une nouvelle équipe créée en 2022 dans la lignée de l'ancienne équipe GeoVic (Geometric and Visual Computing).

L'équipe est jeune et ne repose que sur trois permanents, mais elle occupe déjà une place importante dans le microcosme local, dans la lignée de l'ancienne équipe GeoVic. En effet, elle est caractérisée par une bonne visibilité extérieure et par une forte attractivité. Le recrutement au cours de la période d'une jeune enseignante-chercheuse avec une activité importante en apprentissage profond et en analyse et traitement de vidéos est un atout. Cela a permis d'ouvrir les thématiques de l'équipe pour renforcer sa pertinence sur le terrain de l'interdisciplinarité.

Le comité note une grande proximité de l'équipe avec des membres du LTCl ; les collaborations actuelles pourraient se traduire par l'intégration de nouveaux membres en cas de fusion dans le projet de l'IP Paris.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe Vista est caractérisée par un fort dynamisme et par une activité qui s'inscrit pleinement dans la société. Une des recommandations à l'équipe est de poursuivre dans cette voie, avec la même intelligence concernant les choix relatifs à l'interdisciplinarité.

L'équipe est entièrement portée par un petit nombre d'enseignants-chercheurs très impliqués dans la vie de l'écosystème local, national et international, tant dans le monde académique qu'en recherche. Le recrutement de nouveaux membres pourrait permettre de renforcer l'équipe en relâchant la pression sur ses membres.

Équipe AMIBio : Algorithms and Models for Integrative Biology

Nom du responsable : Y. Ponty

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les activités de l'équipe AMIBio portent sur les aspects computationnels de l'étude des molécules biologiques, avec un intérêt particulier pour les molécules d'ARN. Les outils méthodologiques mobilisés relèvent essentiellement de l'algorithmique discrète. Les axes étudiés dans l'équipe sont la biologie structurale, la dynamique de ces structures et leur conception.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité avait recommandé à l'équipe les éléments suivants.

« Veiller à maintenir un pourcentage élevé de publications dans de bonnes revues et conférences internationales en informatique. »

Sur la forme, l'équipe indique être en désaccord avec l'exigence quantitative (« pourcentage élevé ») de cette recommandation. Cela étant dit, au cours de la période écoulée, l'équipe a publié dans des conférences d'informatique de bonne, voire de très bonne qualité, telles que IJCAI, COCOON, IPEC ou WEPA. L'équipe a aussi publié dans des conférences et des revues de bio-informatique pour lesquels les aspects méthodologiques (et notamment algorithmiques) sont centraux. Parmi les conférences, on trouve WABI ou RECOMB, cette dernière étant une des deux conférences majeures du domaine. Et parmi les revues, on trouve Algorithms for Molecular Biology et Journal of Mathematical Biology. Il apparaît donc que l'équipe a répondu favorablement, tout du moins qualitativement, aux recommandations du comité.

« L'équipe a dû faire face à une restructuration importante, et ses collaborations sont nombreuses et porteuses. Même si le pilotage de l'équipe actuel est pertinent, il faudra se concentrer sur le maintien de la visibilité d'AMIBIO à travers le sujet spécifique du design d'ARN. Pour cela, l'attractivité actuelle est un atout important pour renforcer l'équipe. »

L'équipe a effectivement recentré ses activités scientifiques autour du design d'ARN. En particulier, le recrutement, au cours de la période précédente, de deux permanents dont la recherche porte sur ces sujets, a permis de conforter ce positionnement.

« Un renforcement de la capacité d'encadrement ainsi que l'acquisition de nouvelles compétences (apprentissage automatique, bioinformatique structurale continue) pourraient permettre d'entretenir la visibilité internationale actuelle. »

Le responsable d'équipe a obtenu son habilitation à diriger des recherches dans la période écoulée, et on compte maintenant trois membres HDR (ou équivalent) dans l'équipe sur quatre (dont un membre émérite). Les acquisitions de compétences mises en avant par l'équipe dans la période écoulée sont la programmation par contraintes (avec l'arrivée d'un nouveau membre) et la complexité paramétrée (via deux co-encadrements de thèse avec le LIGM, Université Gustave Eiffel) ; cependant, la pérennité de cette compétence dans l'équipe pose question. L'apprentissage automatique a été « investi » par l'équipe. Ces compétences sont avérées par des publications associées (IPEC, IJCAI).

« Une trop forte focalisation de l'activité sur la biologie représenterait un risque du point de vue de la bonne insertion dans un laboratoire d'informatique. Il est nécessaire de maintenir un bon équilibre pluridisciplinaire. De même, l'aide de la génération de structures sous contraintes et de leur filtrage a posteriori pour la conception de nouveaux vecteurs en biologie de synthèse ou en drug design est très porteuse, mais se restreindre au développement d'outils de modélisation et simulation serait dommageable pour l'activité pluridisciplinaire. »

La première partie de cette recommandation rejoint celle concernant les publications dans des journaux et conférences d'informatique, déjà discutée. L'équipe se base sur des développements méthodologiques faisant appel à l'informatique fondamentale, tout en affirmant sa volonté de porter ces développements au niveau applicatif, comme par exemple avec l'unité CiTCoM (U. Paris-Cité), concernant les ARN viraux, via le logiciel IPANEMAP.

« Les problématiques de l'équipe ont leurs spécificités propres au sein du laboratoire et renforcer les liens avec d'autres équipes pourrait permettre de dégager des synergies plus larges. »

Au cours de la période écoulée, le comité relève trois publications en commun avec des équipes de l'unité : Optimix, Geomerix et AlCo. De l'aveu même de l'équipe, ces liens inter-équipes pourraient être renforcés, un objectif qu'elle se donne pour la prochaine période.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	3
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	5
Total personnels	8

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe mène des activités ciblées sur la biologie structurale de l'ARN avec un angle méthodologique affirmé (algorithmique discrète).

L'équipe a un excellent niveau de publication, à la fois sur des contributions méthodologiques en algorithmique discrète et en bio-informatique. La production logicielle est soutenue, marquée par une diffusion au niveau international.

Le succès aux appels nationaux et européens est excellent.

Le rayonnement international est excellent, comme le montrent des responsabilités éditoriales, une implication dans les sociétés savantes et l'organisation d'une conférence majeure du domaine.

Les relations avec le monde socio-économique sont en retrait.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les travaux de l'équipe AMIBio, centrés autour de la bio-informatique de l'ARN, sont par nature interdisciplinaires. Les ARN jouent un rôle prépondérant dans le vivant, notamment en santé. À ce titre, la recherche réalisée par l'équipe AMIBio pour produire des algorithmes utiles et efficaces autour du repliement, du design ou de l'étude de la dynamique des ARN est tout à fait pertinente. Par ailleurs, l'équipe revendique, à raison, un point de vue original, qui consiste à s'appuyer sur des fondements méthodologiques forts pour concevoir ces algorithmes. Cela a permis à l'équipe d'obtenir certains résultats marquants, comme la méthode IPANEMAP (Nucleic Acids Research 2020), permettant de prédire les conformations fonctionnelles dominantes adoptées par un ARN.

La production scientifique de l'équipe est qualitativement d'excellent niveau, avec des publications dans des revues telles que Nucleic Acid Research, Molecular Cell, Bioinformatics, PLoS Computational Biology, et dans des conférences d'informatique ou de bio-informatique telles que COCOON et IJCAI pour les premières, WABI et RECOMB pour les secondes.

Proportionnellement à son potentiel de recherche (son nombre moyen d'ETP au cours de la période se chiffrant à 2,3), l'équipe a un nombre de publications très élevé : plus de 30 publications dans des revues et plus de vingt dans des conférences. L'équipe collabore avec un grand nombre de chercheurs et d'équipes étrangers, notamment dans les universités McGill, Simon Fraser, Vienne et Leipzig. Certains de ces partenariats sont formalisés par des projets financés (Vienne) ou des invitations (Simon Fraser), d'autres sont informels. Tous ont mené à des publications communes. De nombreux logiciels sont développés et maintenus par l'équipe, en majorité accessibles sur GitHub, et certains sont très visibles (VARNA, LocaRNA).

Le rayonnement de l'équipe est avéré par la participation d'un de ses membres comme rédacteur en chef de la revue *Algorithms for Molecular Biology*, un autre membre étant éditeur associé de la revue *Bioinformatics*. L'un des membres est Chair pour la conférence ISMB (une des deux conférences majeures de bio-informatique). Au niveau national, un des membres de l'équipe est président du jury du prix de thèse Gilles Kahn, organisé par la SIF (Société Informatique de France) et parrainé par l'Académie des Sciences.

L'équipe participe activement à l'organisation d'événements scientifiques (CIRM, séminaire Dagstuhl, conférence RECOMB, l'autre conférence majeure du domaine).

L'activité contractuelle de l'équipe est très bonne : le comité relève cinq projets financés par l'ANR dont trois pour lesquelles un membre est porteur, et dont deux (également portées par AMIBio) sont internationales, en partenariat avec l'équipe Theoretical Biochemistry Group (University of Vienna, Autriche). L'équipe a également obtenu un financement européen de post-doctorat (Marie Skłodowska-Curie Actions).

Points faibles et risques liés au contexte

La taille de l'équipe étant critique, le risque de fragilisation de celle-ci est réel si un départ devait avoir lieu. Par ailleurs, un membre de l'équipe est proposé comme futur Directeur Adjoint de l'unité, ce qui aura sans doute un impact sur son dynamisme dans l'équipe.

La production logicielle portée par l'équipe, par sa quantité, pourrait lui faire courir un risque d'essoufflement, notamment par le poids de la maintenance.

Il y a peu de collaborations avérées avec d'autres équipes de l'unité, alors que de nombreuses compétences, dans des domaines variés de l'informatique, pourraient être bénéfiques à l'activité d'AMIBio.

Malgré quelques tentatives, les relations de l'équipe avec le monde socio-économique n'ont pas donné lieu à des contrats de recherche avec des partenaires industriels.

La médiation, bien qu'existante, reste à un niveau modeste.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe, tout en conservant l'algorithmique fondamentale au centre de ses recherches, a pour projet d'intensifier ses efforts sur les aspects appliqués et le transfert de ses activités, notamment en santé. Du point de vue algorithmique, le design d'ARN (et notamment de micro-ARN) sera au cœur du projet de l'équipe, et un dépôt d'un projet ERC sur ce sujet est envisagé. Du point de vue des applications et transferts, certaines collaborations seront poursuivies et renforcées (par exemple via l'ANR INSSANE). Ce projet est cohérent, dans le sens où il convoque des questionnements méthodologiques, et où les applications évoquées concernent des projets déjà en cours, donc probablement réalisables. Il sera cependant nécessaire à l'équipe de vérifier régulièrement qu'un bon équilibre entre modélisation et applications, qui pour l'instant est présent, reste d'actualité.

L'équipe a conscience que sa taille critique (trois permanents et un membre émérite), qui la fragiliserait en cas de départ d'un de ses membres, présente un risque. Elle se veut pro-active à l'avenir dans les recrutements, et présente deux pistes en ce sens : d'une part, utiliser le levier des appels d'offre du centre interdisciplinaire Engineering for Health (E4H), et d'autre part demander un recrutement par l'École Polytechnique. S'il est important que l'équipe fasse ce diagnostic et propose des solutions, la réussite de ce projet n'est pas assurée.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à garder, comme c'est le cas actuellement, un bon équilibre entre modélisation et applications dans ses futurs projets.

Le comité recommande d'élaborer une stratégie de recrutement permettant d'augmenter le nombre de permanents et de préserver le niveau d'activité.

Une stratégie d'équipe quant à la priorisation de la production et de la maintenance logicielle est souhaitable.

L'équipe est encouragée à susciter des interactions avec d'autres équipes de l'unité, à l'intérieur ou à l'extérieur du pôle, afin de profiter de compétences existantes.

Les efforts en direction du monde socio-économique doivent être poursuivis.

Les activités de médiation pourraient être renforcées.

Équipe Cedar : Rich Data Analytics at Cloud Scale

Nom du responsable : I. Manolescu

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe Cedar, équipe-projet commune avec Inria, appartient au pôle « Data Analytics and Machine Learning » (DAML), avec des thématiques qui portent sur l'analyse de données à large échelle. L'équipe développe notamment d'une part des travaux autour des architectures parallèles et du Cloud et d'autre part des travaux liés aux interactions avec des données graphes (données RDF), ou des données fortement hétérogènes. Cela est particulièrement le cas pour l'analyse des données de réseaux sociaux par des méthodes de traitement automatique du langage avec des applications à la protection de la vie privée ou encore à l'analyse des fausses nouvelles.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité avait émis les recommandations suivantes lors de la précédente évaluation.

« Il conviendrait de rendre plus visible la production logicielle, en particulier au moyen du site web de l'équipe et d'une plateforme de démonstration portée par le laboratoire. »

Des dépôts à l'agence pour la protection des programmes (APP) ont été réalisés pendant la période, et les logiciels sont accessibles sur des sites (Gitlab Inria). Cependant, la mise en visibilité pourrait être augmentée, pour l'équipe et pour l'unité.

« Il serait intéressant de valoriser encore les connaissances de l'équipe au moyen d'un MOOC par exemple, en particulier sur les outils du fact-checking ou les techniques d'optimisation avancées pour les données sémantiquement riches. »

Des actions de dissémination ont été menées par l'équipe, via des exposés invités, des interventions dans les media, et un livre.

« L'équipe pourrait également se positionner sur la reproductibilité des expérimentations, nombreuses dans ce domaine de recherche. Il s'agit d'un sujet difficile. »

Des travaux sur la reproductibilité ont été menés et ont permis à l'équipe de recevoir un prix « ACM Contribution Award ».

« L'équipe possède déjà une très bonne organisation interne. L'utilisation des CSID (Comités de Suivi Individuel Doctoral) devrait permettre de détecter en amont les thèses à risque. »

L'équipe encadre un nombre important de doctorants mais ne met pas en avant de modalités de suivi des doctorants alors que le nombre d'abandons est important : cinq au cours de la période.

« L'équipe est très bien placée pour jouer un rôle important sur les thématiques proposées dans son projet. Il serait intéressant de positionner ce projet par rapport à la compétition internationale, et d'indiquer si une approche différente des concurrents est envisagée. »

L'équipe ne met pas en avant de positionnement différenciant mais démontre son ancrage au plus haut niveau international par ses produits, publications notamment. Les thématiques de l'équipe restent très actives à l'échelle internationale, un tel positionnement serait très intéressant.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	4
Sous-total personnels permanents en activité	8

Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	0
Doctorants	10
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	19

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe Cedar présente une activité de rang mondial dans le domaine des données massives et du cloud, avec en particulier des applications en analyse des données des réseaux sociaux et des sources informationnelles des médias.

La production scientifique est de qualité remarquable. Certains travaux ont été distingués par les prix les plus prestigieux (ACM SIGMOD Contribution award 2020).

L'équipe a une activité contractuelle remarquable, avec par exemple un projet ERC obtenu au cours de la période.

Le rayonnement à l'international est excellent.

Le comité souligne l'importance des activités menées en lien avec les enjeux sociétaux (désinformation, polarisation sur les réseaux sociaux) et l'impact des contributions : partenariats majeurs avec les grands acteurs médiatiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les thématiques de l'équipe Cedar sont très actives sur le plan international, tant dans les communautés scientifiques que pour les entreprises. Ces thématiques sont très actuelles, à la fois sur les fondements scientifiques étudiés et parce qu'elles répondent à des enjeux sociétaux importants, par exemple pour la recherche des fausses informations. Parmi les réalisations scientifiques remarquables et à fort impact sociétal, le comité relève, par exemple, des travaux sur la détection d'arguments fallacieux dans les réseaux sociaux (Joint Conference of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing, 2021), et le logiciel CheckMyNews qui permet de mesurer l'exposition à la désinformation des utilisateurs d'internet et des réseaux sociaux (ACM Web Conference 2024).

La production scientifique est d'un niveau exceptionnel, avec de nombreuses publications dans les meilleures conférences et revues du domaine (SIGMOD, ICDE, PVLDB, CCS, PVLDB, SIGMOD Record).

De manière complémentaire, l'équipe produit et met à disposition des environnements logiciels : Obi-Wan, Estocada, Hadad, ConnectionLens, Abstra, PathWays, StatCheck. Certains développements s'appuient sur ces environnements pour des sujets spécifiques (ConnectionStudio), ce qui contribue à la visibilité de l'équipe et à renforcer l'impact des travaux.

Ces environnements sont valorisés dans des conférences de très bon voire d'excellent niveau (PVLDB, SIGMOD, ICDE) mais aussi lors de séminaires, d'écoles d'été ou encore de conférences invitées (par exemple une keynote EDBT, DASFAA, ADBIS), ce qui en assure une large visibilité et le rayonnement.

L'équipe a reçu des prix au cours de la période, notamment le « ACM SIGMOD Contribution award 2020 ».

Cette visibilité est renforcée par le fait que les membres de l'équipe contribuent à des activités d'édition dans les revues comptant parmi les plus reconnues, avec des responsabilités d'éditeur associé de VLDB journal et de rédacteur en chef de SIGMOD Record.

Le nombre de thèses encadrées a augmenté au cours de la période, avec un total de 22 doctorants accueillis au sein de l'équipe dont sept ont soutenu.

Malgré sa petite taille, l'équipe organise un séminaire en plus du séminaire mensuel de l'unité.

Le succès aux appels nationaux et internationaux est remarquable. L'équipe a remporté dans la période des succès à des appels à projets très compétitifs : porteur d'une Chaire IA de l'ANR et d'un projet ANR JCJC, membre de quatre autres projets ANR, porteur d'un projet ERC Starting Grant et contribution à deux projets européens Horizon, dont le réseau ELIAS qui vise à mettre les recherches en intelligence artificielle (IA) au service du développement durable.

Les relations avec le monde non-académique sont très riches. L'équipe a signé une convention Cifre avec Amundi. Elle a collaboré avec la PME WeDoData dans le cadre d'un projet financé par la région Île-de-France, ainsi qu'avec les sociétés AliCloud et SWIFT. Surtout, les contributions de Cedar à l'analyse de données massives pour la détection de propagande et la lutte contre la désinformation (en particulier, le logiciel StatCheck) ont attiré l'attention de grands médias nationaux et régionaux (Le Monde, Ouest France, Radio France, AEF Info) avec lesquels l'équipe a mené plusieurs projets collaboratifs.

Points faibles et risques liés au contexte

Même si sept thèses ont été soutenues au cours de la période, le nombre d'abandons de thèses est important, avec cinq abandons parmi les 22 doctorants encadrés.

L'équipe est très visible au plan international, mais n'a pas organisé d'événements majeurs.

Les interactions avec les autres équipes du pôle et de l'unité sont faibles.

L'utilisation des moyens de calcul ne suit pas une stratégie clairement identifiée qui permettrait d'optimiser les accès aux équipements les plus en pointe en minimisant l'impact environnemental et l'optimisation des ressources et compétences.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe travaille sur des thématiques très ancrées qui restent très actives et sont très complémentaires. Les résultats produits au plus haut niveau scientifique permettent de dessiner une trajectoire et des collaborations alliant l'excellence scientifique et les retombées en termes de projets et d'impacts.

Les liens à Inria offrent des opportunités bien identifiées par l'équipe, mais ne sont pas discutés dans le cadre de la temporalité de renouvellement des équipes-projets Inria alors que la création de l'équipe remonte à 2016 et qu'il conviendra donc de présenter un nouveau projet lors de la prochaine période.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à mettre en place des modalités de suivi des doctorants plus formalisées.

Le comité encourage l'équipe à tirer parti de sa visibilité et de ses liens avec d'autres acteurs locaux et régionaux pour s'engager dans l'organisation d'événements scientifiques majeurs.

Le comité invite l'équipe à clarifier son positionnement vis-à-vis des autres équipes du pôle et de l'unité, de même que la stratégie de collaboration à l'international.

L'équipe ayant jusqu'à présent acquis ses propres moyens de calcul, le comité recommande de clarifier et détailler les besoins et d'élaborer une stratégie d'accès à des équipements mutualisés.

Équipe Comete : Privacy, Fairness and Robustness in Information Management

Nom du responsable : C. Palamidessi

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les thématiques de l'équipe Comete, équipe-projet commune avec Inria du pôle « Data Analytics and Machine Learning » (DAML), sont liées aux enjeux de sécurité pour l'apprentissage automatique et à la préservation de la vie privée. Les travaux sont menés au sein de trois axes présentés indépendamment : « Privacy and ethical AI », « Quantitative Information Flow » et « Bias and polarization in social networks ». Ces thématiques ciblent des enjeux technologiques actuels ayant un fort impact sociétal.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité avait émis les recommandations suivantes lors de la précédente évaluation.

« L'équipe semble avoir toutes les qualités pour construire des relations plus étroites avec le tissu industriel, et pour assurer une plus grande activité de vulgarisation de ses travaux auprès du grand public. »

L'équipe a réussi à mettre en place, au cours de la période, une collaboration avec l'INED (institut national d'étude démographique). Elle a su par ailleurs amplifier ses collaborations avec les entreprises. Ainsi, l'équipe collabore avec les entreprises (Orange, Bosch, Zama, Edgeless Systems) dans le cadre du projet CRYPTTECS financé par l'appel à projets bilatéral franco-allemand, MESRI-BMBF, sur la cybersécurité. De plus, l'équipe collabore avec d'autres entreprises dans le cadre du projet européen ELSA. L'équipe a intensifié ses activités de vulgarisation, notamment via des entretiens, panels et débats (mais moins en France qu'à l'étranger).

« L'équipe devrait clarifier les modalités de prise de décision et de partage des ressources. Elle devra par ailleurs veiller à mieux formaliser les articulations entre l'équipe Comete au sein du LIX, et le projet Comete au sein d'Inria, en particulier pour ce qui touche au partage des ressources, et les choix de politique scientifique. »

Les articulations entre l'équipe et Inria ont été clarifiées durant la période, notamment grâce au fait que depuis 2021, tous les membres de l'équipe Comete de l'unité font partie de l'équipe projet Inria Comete, ce qui n'était pas le cas au cours de la période précédente. Inria est l'employeur de près de 70 % des membres au cours de la période (quinze sur 22), et l'équipe a bénéficié de dispositifs mis en place par Inria, comme par exemple la contribution au Défi Inria FedMalin sur l'apprentissage fédéré avec un financement associé.

« L'équipe doit s'interroger sur l'articulation entre la structure projet Inria et la structure équipe au sein d'une UMR. En particulier, il convient d'évaluer la pertinence de maintenir des équipes de taille aussi modeste au sein d'une UMR, cette taille induisant un stress important lié au moindre mouvement de personnels. L'équipe Comete devra en tout cas veiller à ce que son projet scientifique associe l'ensemble de ses membres. »

La faible taille de l'équipe a permis à l'équipe de fonctionner de manière à mener des activités d'excellent niveau en bénéficiant des apports de l'unité et d'Inria.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	0
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	4
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	5
Doctorants	4
Sous-total personnels non permanents en activité	10
Total personnels	14

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe COMETE mène des travaux de rang mondial sur les fondements scientifiques du domaine de la sécurité et de la vie privée.

La production scientifique est excellente.

Le rayonnement est exceptionnel, porté par une chercheuse de rang mondial, et attesté par un prix Inria Académie des Sciences et deux Test of Time Awards dans des conférences prestigieuses.

Le succès aux appels à projets internationaux est remarquable, avec notamment un projet ERC.

Les relations avec les partenaires non académiques sont excellentes, en particulier avec des institutions publiques.

Le comité souligne les activités soutenues de médiation scientifique et diffusion auprès du grand public.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe mène des travaux sur des thématiques très actuelles et très actives dans la communauté internationale, avec des applications et des impacts très importants : réseaux sociaux, sécurité, préservation de la vie privée, éthique de l'intelligence artificielle, etc. Des résultats remarquables concernant par exemple, la preuve de l'impossibilité d'obtenir mieux qu'une précision triviale (c'est-à-dire celle d'un prédicteur qui ne dépend pas de l'entrée) si on impose des contraintes d'égalité des chances sur l'algorithme d'apprentissage (Machine Learning, 2023), ainsi que des résultats théoriques sur l'influence du biais de confirmation sur la polarisation des opinions dans les réseaux sociaux (Logical Methods in Computer Science 2023).

L'équipe a obtenu au cours de la période des résultats remarquables, avec des publications dans des conférences et des journaux d'excellent niveau, par exemple ACM Transactions in Security and Privacy, Machine Learning, Theoretical Computer Science, PVLDB, ACM Computer and Communication Security, Advances in Neural Information Processing Systems – NeurIPS, AAAI Conference on Artificial Intelligence.

Des développements et mises à disposition de logiciels contribuent au rayonnement de l'équipe. La production logicielle est importante et visible : Libqif, LOLOHA, risks-ldp, fairness-impact, Multi-freq-LDPy, Causal based Fairness, Polarization, GMeet, ou encore Location Guard qui a été téléchargé plus de 60 000 fois.

Ces résultats sont confortés par une reconnaissance à travers des prix nationaux, par exemple le grand prix Inria de l'Académie des sciences, des « Best paper awards » (par exemple, CADE 2023 et DBSC 2023) et deux Test of Time Awards dans des conférences prestigieuses, par exemple *Computer and Communications Security (CCS)*.

L'équipe bénéficie d'un rayonnement de très bon niveau : les membres de l'équipe sont invités pour des exposés invités (par exemple, CONCUR 2020 ou Mobilit.AI 2023) et l'équipe participe à des activités éditoriales dans des revues reconnues, par exemple *ACM Transactions on Privacy and Security*.

L'équipe a obtenu des financements dans le cadre de projets européens très compétitifs, notamment un projet ERC Advanced. Elle est partenaire du projet européen Horizon ELSA qui soutient les recherches fondamentales sur la méthodologie de l'IA sûre et sécurisée.

Au plan national, l'équipe est partenaire de deux projets ANR, dont un dans le cadre d'un appel franco-allemand. Elle aussi lauréate, en tant que partenaire, d'un projet soutenu dans le cadre du programme PEPR cybersécurité.

L'équipe mène une activité d'encadrement de doctorants importante : 25 doctorants encadrés, dont treize soutenances au cours de la période, avec une durée moyenne des thèses de 40 mois et un seul abandon.

L'équipe a d'excellentes interactions avec le monde non académique. En particulier, elle a commencé en 2023 une collaboration avec l'Institut National d'Études Démographiques (INED) sur l'anonymisation de données de sondage par des méthodes basées sur la confidentialité différentielle et le flux d'informations quantitatives. Elle a également collaboré avec différents partenaires industriels (dont Orange et Bosch) dans le cadre du projet ANR international CRYPTTECS et dans le cadre du projet européen ELSA.

L'équipe a participé de manière active à des activités de médiations, avec par exemple des publications dans des magazines de culture numérique (Chut ! magazine), la vulgarisation des activités au travers de bandes dessinées, des interventions à la télévision et à la radio colombiennes.

Points faibles et risques liés au contexte

L'équipe est de taille réduite et organisée en trois axes qui ne sont pas en interaction, ce qui affaiblit la lisibilité des activités. La taille réduite de l'équipe limite sa capacité à entreprendre des projets ambitieux nécessitant une masse critique.

Les membres de l'équipe sont visibles, mais le comité ne relève que peu d'invitations dans les conférences majeures du domaine (à l'exception de CONCUR 2020).

Les collaborations avec les entreprises ont été menées dans le cadre de projets multipartites (ANR franco-allemande) dans lesquels l'équipe n'était pas porteuse.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe suit une trajectoire marquée par une progression significative de ses domaines de recherche à fort impact sociétal. Malgré des défis structurels liés à sa petite taille, elle se positionne en référence sur le sujet et maintient des activités d'excellent niveau.

L'équipe a su trouver un positionnement scientifique lui permettant d'obtenir des résultats de premier plan malgré sa faible taille.

La trajectoire repose sur la croissance de l'équipe et la confirmation de son très bon positionnement, encouragé par l'activité et la visibilité des thématiques traitées au niveau européen et international.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe est encouragée à augmenter son attractivité pour accueillir des jeunes chercheurs et augmenter son potentiel de recherche, en vue d'atteindre une masse critique. Elle doit également renforcer sa cohérence en favorisant les interactions entre ses trois axes.

L'équipe doit maintenir la qualité de ses travaux pour assurer un rayonnement des membres leur permettant de répondre favorablement à des invitations dans des conférences majeures des domaines concernés.

Il est recommandé de tirer parti des projets collaboratifs dans lesquels l'équipe est impliquée pour renforcer les liens directs avec les entreprises partenaires.

Équipe DaSciM : Data Science and Mining

Nom du responsable : M. Vazirgiannis

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

L'équipe DaSciM travaille en intelligence artificielle au sens large : apprentissage automatique pour le traitement du langage naturel, les grands modèles de langage, l'intelligence artificielle générative, graphes multimodaux. Ses applications incluent la biomédecine, l'énergie, les réseaux sociaux, et le domaine juridique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le comité avait émis les recommandations suivantes lors de la précédente évaluation.

« La qualité des productions scientifiques est excellente et l'activité contractuelle est impressionnante. On ne peut qu'encourager l'équipe à continuer dans cette voie. »

L'équipe a effectivement poursuivi dans la voie de l'excellence.

« Une meilleure indication du niveau de stabilité des logiciels produits serait intéressante (sur le modèle d'autres équipes du LIX). »

L'équipe a répondu à cette recommandation par le recrutement d'un ingénieur en CDI.

« L'équipe gagnerait également à faire un pas en direction de la vulgarisation auprès du grand public. »

Cette recommandation n'a pas été suivie, l'équipe ne faisant état d'aucune action de médiation scientifique au cours de la période.

« Les interactions entre les activités Recherche opérationnelle et Science des données devraient être plus discutées. » et *« Les deux axes de l'équipe, déjà bien établis dans leurs communautés respectives (recherche opérationnelle et sciences des données), tireraient avantage à développer leurs collaborations et leurs publications communes. »*

L'équipe DaSciM a été scindée à la fin de l'année 2021. Les activités sur l'optimisation et la recherche opérationnelle sont menées au sein de l'équipe OptimiX.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	1
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	5
Sous-total personnels permanents en activité	8
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	5
Doctorants	11
Sous-total personnels non permanents en activité	16
Total personnels	24

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

L'équipe DaSciM excelle en recherche sur les réseaux de neurones graphiques, l'IA générative et le traitement du langage naturel.

Elle se distingue par sa production scientifique exceptionnelle, avec plus de 100 publications dans des conférences et des journaux prestigieux, certaines distinguées (distinguished paper à IJCAI, Test of Time Award à ECML/PKDD).

L'équipe est très engagée sur la mise à disposition de logiciels et de grands modèles de langage entraînés sur des corpus ciblés.

L'attractivité et le rayonnement sont excellents.

Le succès aux appels nationaux est excellent.

Les relations contractuelles sont extrêmement dynamiques avec de nombreux partenaires privés.

L'excellence scientifique de l'équipe est fragile en raison de sa petite taille.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe se positionne à la pointe de la recherche sur les réseaux de neurones graphiques, l'IA générative et le traitement du langage naturel, avec des contributions méthodologiques majeures comme le modèle PathNN pour les graphes (ICML 2023) ou la bibliothèque libre GraKeL sur les noyaux de graphes (JMLR 2020). L'équipe développe des modèles de langage multimodaux (Barthez, ARABART) et mène des travaux novateurs en biomédecine (modèles E(3)-équivariants).

Les points forts de l'équipe DaSciM incluent une production scientifique extrêmement prolifique avec plus de 100 publications en six ans dans des conférences et journaux de premier plan (NeurIPS, ICML, JAIR).

Cette recherche au meilleur niveau a naturellement été distinguée par des prix, dont un test of time award (ECML), ainsi qu'un distinguished paper à IJCAI, ce qui est formidable.

L'équipe a accueilli 25 doctorants au cours de la période, donc treize ont soutenu, ce qui est excellent compte tenu du potentiel de recherche (trois permanents).

Le financement des activités par des succès à des appels compétitifs est soutenu notamment par une chaire en IA de l'ANR et quatre projets ANR (dont deux portés).

L'équipe entretient des relations très dynamiques avec le monde socio-économique, via par exemple la signature de six conventions Cifre avec de grands groupes (dont EDF, Huawei et BNP) et des contrats de prestations (p. ex. avec LVMH pour le développement d'un moteur de recommandation basé sur les graphes à destination de Sephora) renforçant son impact académique et sociétal.

Points faibles et risques liés au contexte

Le point faible principal est une petite taille de l'équipe, limitant son potentiel de recherche, et compliquant la gestion des nombreux projets.

De plus, au-delà de l'équipe, les connexions avec les autres équipes du pôle concernant, par exemple les projets collaboratifs ou les ressources mutualisées (achat de GPU) restent timides.

Ces deux contraintes freinent l'expansion nécessaire pour atteindre une masse critique dans un domaine scientifique en forte croissance.

L'équipe n'a pas de projet européen ou international significatif sur la période.

L'équipe n'a aucune activité de médiation scientifique.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe DaSciM a su évoluer, notamment en clarifiant ses thématiques par une scission stratégique. Elle a renforcé sa position dans des domaines clés comme les réseaux de neurones graphiques, l'IA générative et le traitement du langage naturel, tout en développant des collaborations industrielles et internationales. Cependant, sa petite taille limite sa croissance, bien que son impact scientifique reste significatif, et les encadrements de doctorants nombreux.

Deux membres de l'équipe vont rejoindre la nouvelle équipe ORALIX (accueillant également un ancien membre de l'équipe Optimix). La taille de l'équipe va s'en trouver encore réduite, fragilisant d'autant plus l'excellence de son activité.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

La principale recommandation du comité est de continuer ce travail au meilleur niveau.

En ce sens, le comité encourage l'équipe à travailler l'attractivité envers de potentiels nouveaux membres permanents, afin d'accroître sa capacité de recherche et d'atteindre une masse critique. Cela permettrait de maximiser son potentiel dans les domaines clés de l'équipe, tout en renforçant l'encadrement des jeunes et la capacité à gérer efficacement les projets.

Compte tenu de son excellent niveau scientifique, l'équipe est encouragée à participer aux appels à projets compétitifs européens et internationaux, ce qui lui permettrait d'étendre et de consolider son réseau de collaboration.

L'équipe gagnerait à faire un pas en direction de la vulgarisation auprès du grand public.

Équipe Grace : Grace/Cryptology

Nom du responsable : A. Couvreur

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Les recherches de l'équipe Grace trouvent leurs racines dans les fondements de l'algèbre, en particulier la théorie algorithmique des nombres et les méthodes efficaces, ainsi que la géométrie algébrique. Ces domaines de recherche théorique ont une grande variété d'applications en cryptographie et communication. Grace rassemble des spécialistes de la théorie algorithmique des nombres et de la théorie du codage pour fournir des bases plus solides à la cryptographie à clé publique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Les recommandations du précédent rapport étaient les suivantes.

« Réunir à un tel niveau la théorie des nombres, les courbes elliptiques et les codes algébriques, avec un objectif d'application en cryptologie, est un tour de force et un atout. Cela peut cependant se révéler une faiblesse à terme par fractionnement de l'expertise (surtout si on tient compte des prévisibles départs de jeunes chercheurs inhérents aux carrières). »

Aucun jeune chercheur n'est parti pendant la période d'évaluation. Au contraire, l'équipe a accueilli deux nouveaux chercheurs.

« L'équipe évoque elle-même le manque de proximité immédiate avec d'autres équipes de recherche en cryptologie, ce risque peut amplifier les aspects du point précédent. »

L'équipe Cryptographie de Télécom ParisTech est désormais à proximité de l'unité.

« Les membres de l'équipe ne publient pas tous à un rythme régulier... »

L'équipe estime qu'il est normal que les gens aient des objectifs différents en matière de publications à différentes étapes de leur carrière, et donc des taux de publication différents.

« Les échanges avec des collègues nationaux et internationaux sont sous-exploités (peu de visiteurs mentionnés). »

L'équipe n'a pas accueilli beaucoup de chercheurs invités. Il est souligné que Grace est soumise à des dispositions réglementaires visant à protéger le patrimoine scientifique et technique. Ces dispositions restreignent la capacité à inviter des personnes de l'étranger. Cependant, la communauté française du codage et de la cryptographie (GT-C2) est forte et dynamique, et les ressources scientifiques locales solides ne manquent pas.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	7
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	10
Sous-total personnels non permanents en activité	11
Total personnels	18

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Les activités de recherche de l'équipe sont exceptionnelles, de niveau mondial. C'est l'une des équipes phares en France traitant des applications des codes algébriques aux cryptosystèmes au-delà du post-quantique.

Cela est attesté par de nombreuses publications dans des conférences et revues de premier plan.

Le rayonnement est excellent, avec plusieurs prix distinguant des communications et des logiciels ainsi que des activités éditoriales soutenues.

L'équipe a réussi à faire croître ses effectifs au cours de la période, en recrutant des chercheurs de haut niveau.

L'équipe dispose de très nombreuses sources du financement nationales et internationales parmi les plus compétitives (p. ex. MSCA Doctoral Network). Elle dispose de remarquables collaborations industrielles.

L'équipe compte parmi les leaders dans le paysage national de la cryptographie : elle a une forte implication dans le campus Cyber, et contribue à la structuration de la communauté scientifique. L'équipe joue aussi un rôle très important au niveau mondial via ses activités de standardisation internationale (NIST).

Le nombre d'abandons de thèses est important et est un point de vigilance important.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe est la seule en France à traiter des applications des codes algébriques aux cryptosystèmes au-delà du post-quantique ainsi que des schémas de cryptage et de signature. Grace est également la première équipe académique française à travailler sur les SNARK, avec deux thèses bien réussies sur le sujet. L'équipe a une excellente attractivité et a recruté des enseignants-chercheurs de haut niveau.

L'équipe Grace mène des recherches de très haute qualité, attestées par de nombreuses publications (49 revues et 55 articles de conférences internationales) dans des revues de haut niveau international (p. ex. IEEE Transactions on Information Theory, Designs Codes and Cryptography) ou des conférences de premier plan (p. ex., CRYPTO, EUROCRYPT, ASIACRYPT, CANS). Le logiciel CADO NFS développé par l'équipe en collaboration avec des membres de l'équipe Caramba (Inria Nancy) a battu des records mondiaux dans les calculs de factorisation entière et de logarithmes discrets.

L'équipe a une grande visibilité et un fort rayonnement national et international. Le comité relève la participation aux comités de programme de nombreuses conférences (dont ECC, SAC, PQCrypto, ISIT, WCC, Eurocrypt) et aux comités éditoriaux de revues de haut niveau (Computer Law and Security Review, SIAM Journal of Applied Algebra and Geometry (SIAGA), IACR Communications in Cryptology). Des membres de l'équipe ont reçu plusieurs prestigieux dont le Prix Gilles Kahn 2020.

Ses membres exercent ou ont exercé des responsabilités variées dans différentes instances aux niveaux local (vice-présidence du département d'informatique de l'X, correspondant scientifique relations internationales pour Inria Saclay, etc.) ou national (CNU, responsabilité pour l'Inria du projet PQ-TLS dans le PEPR quantique). Au niveau international, le comité note la participation d'un membre de l'équipe au *Horizons cybersecurity committee*.

En termes de projets, l'équipe a eu de nombreux succès dans les appels à projets aux niveaux national et européen. Au niveau national, elle a obtenu le financement de cinq projets ANR, dont trois portés par des membres de l'équipe. Elle est impliquée dans un projet soutenu dans le cadre du programme PEPR Quantique. Au niveau européen, elle est impliquée dans un projet MSCA-DN et dans un projet soutenu dans le cadre de l'initiative Quantum Flagship.

L'équipe a de fortes collaborations industrielles et a obtenu de nombreux contrats. Un de ses membres est co-porteur de la chaire Blockchain@X soutenue par Nomadic labs, Capgemini et la Caisse des dépôts. Elle est impliquée dans le consortium Hyperform de Bpifrance soutenu par CryptoNext, Prim'X, Atempo, Synacktiv, CEA LETI et l'Anssi. Elle a mené des actions de recherche avec NOKIA, Consensus, et Nomadic labs. L'équipe Grace a également des activités d'expertise (par exemple, au sein du European Data Protection board).

L'équipe Grace se situe à l'avant-garde de la recherche en étudiant les techniques post-quantiques à différents niveaux et leur transposition dans le monde réel. L'équipe s'implique dans le travail de groupements et organismes publics tels que l'Autorité des marchés financiers et France Stratégie, les blockchains offrant un terrain pour des débats politiques mêlés à des discussions technologiques. Au niveau international elle a assuré la présidence de groupes de travail de normalisation de l'IEEE Standards Association.

Des membres de l'équipe sont engagés dans la médiation scientifique auprès du grand public. Le comité note en particulier l'organisation à Inria Saclay de quatre éditions *Rendez-vous des Jeunes Mathématiciennes et Informaticiennes* à destination d'élèves des lycées.

Points faibles et risques liés au contexte

Il y a peu de séjours invités.

L'équipe remarque qu'il est difficile d'attirer de jeunes chercheurs et enseignants-chercheurs ayant des compétences en codage algébrique et algorithmique théorie des nombres.

Le taux d'abandon des thèses est assez élevé. Sur les 28 doctorants accueillis au cours de la période, le comité relève treize soutenances et cinq abandons.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

Par rapport à la période d'évaluation précédente, les thématiques de recherche de l'équipe ont connu des évolutions vers trois axes de recherche : fondements mathématiques, cryptographie et applications.

Compte tenu des évolutions récentes, l'équipe Grace prévoit de développer et renforcer de nouvelles orientations vers le quantique et le post-quantique, domaines très prometteurs dans lesquels l'équipe est bien armée pour jouer un rôle majeur. Il y a aussi une volonté de poursuivre les orientations de recherche historiques de Grace : la capacité à contribuer de manière significative aux applications nécessite en effet de maintenir ou de renforcer l'investissement dans les fondements mathématiques. En termes de structuration, l'équipe prévoit de conserver la structure globale de ses trois axes de recherche, ce qui semble pertinent.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

L'équipe mène des recherches de très haute qualité, avec une visibilité et un rayonnement de haut niveau national et international. Le comité encourage l'équipe à poursuivre dans cette voie.

Le comité encourage l'équipe à poursuivre son effort en matière d'invitation de chercheurs internationaux, dans les limites posées par les contraintes administratives.

Il est recommandé de continuer à attirer de jeunes chercheurs ayant des compétences en codage algébrique et algorithmique théorie des nombres.

Il conviendra d'analyser en détail les causes des abandons de thèse et de prendre les mesures appropriées en matière de sélection et d'encadrement des doctorants.

Équipe Network : Network

Nom du responsable : T. Clausen

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE

Le groupe de recherche Network s'intéresse aux réseaux de données, communications numériques, architectures de réseaux, optimisation des réseaux. Ses compétences particulières résident dans l'optimisation des problèmes difficiles de gestion des réseaux dans des applications telles que l'internet des objets et les centres de données (où les ressources peuvent être abondantes – mais aussi le nombre de requêtes, le volume de données et les exigences de calcul), ainsi que dans la « *pushing functionality* ». Les activités de recherche de l'équipe Network sont structurées en trois axes : 1/ fournir une connectivité sur des interconnexions contraintes et atypiques, 2/ pousser la fonctionnalité « en dessous de la couche application », et 3/ cybersécurité.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

L'équipe a pris en considération les recommandations du précédent rapport.

« L'équipe est de très petite taille malgré le recrutement d'un ingénieur de recherche et d'un enseignant-chercheur non permanent. Elle devrait chercher à s'intégrer plus largement dans le tissu de la recherche du plateau de Saclay. Cette perspective est évoquée dans le rapport d'auto-évaluation ; elle devrait se matérialiser par des collaborations plus fructueuses en particulier dans la droite ligne des efforts faits en enseignement au travers du Master commun avec Telecom Paris Tech. » et « De façon complémentaire, des synergies pourraient être mises en œuvre au sein du laboratoire. »

L'équipe est composée d'EC ayant une activité d'enseignement considérable (par exemple, un membre avait une charge d'enseignement de 226 % en 2019-2020, 233 % en 2020-2021, 148 % en 2021-2022 et 2022-2023, et 173 % en 2023-2024). Compte tenu des obligations d'enseignement, il y a peu de temps pour « socialiser » avec des collègues, dans l'unité ou ailleurs. Malgré cela, des activités sont initiées au sein de l'écosystème IP-Paris : co-publication régulière avec un collègue d'une autre école de l'IP-Paris, et à partir de septembre 2024 codirection d'une thèse avec un membre d'une autre école de l'IP-Paris.

« Enfin, il faudrait veiller à diversifier davantage les sources de financement ; cela permettrait également d'équilibrer les travaux entre les recherches finalisées et les travaux plus en amont. »

Concernant les projets, l'équipe mentionne que ses membres ont peu de temps pour rechercher des financements supplémentaires. Compte tenu des financements importants obtenus dans le cadre de la chaire industrielle, elle donne la priorité à la recherche plutôt qu'à la réponse aux appels à projets. Néanmoins, un membre de l'équipe a obtenu un financement via l'AID (DYNSYS), qui a permis le recrutement d'un doctorant. Par ailleurs, un autre doctorant est financé grâce à une collaboration avec la DGA.

« L'équipe a acquis une visibilité internationale au travers de ses travaux sur les réseaux sans infrastructure et de ses contributions aux instances de standardisation. Les travaux qu'elle mène sont ambitieux et couvrent un spectre assez large. Si l'équipe ne grossit pas, il pourrait être prudent de se concentrer sur un plus petit nombre de thématiques. »

L'équipe mentionne qu'elle a été impactée par le CoVid. Malgré cela, elle a réussi à maintenir sa production de publications scientifiques dans des revues significatives dans le domaine.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	1
Maîtres de conférences et assimilés	2
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	3

Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	2
Sous-total personnels non permanents en activité	2
Total personnels	5

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe

Les activités de recherche de l'équipe sont d'excellente qualité, avec une complémentarité exemplaire entre les aspects théoriques et expérimentaux.

L'équipe a une excellente activité de publication internationale, attestée par de nombreuses publications dans des revues de premier plan.

L'équipe a un très bon rayonnement international, avec la participation à des comités de programme de conférences de haut niveau et de sociétés savantes ainsi que l'organisation d'une conférence majeure du domaine.

Les activités avec le monde socio-économique sont structurées par une chaire d'ampleur avec Cisco permettant de garantir une aisance financière indéniable. Cependant son lien fort à cet unique partenaire menace son indépendance économique et ne l'incite pas à étendre son réseau à d'autres partenaires.

L'équipe est impliquée dans les activités de standardisation.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe mène une activité de recherche d'excellente qualité, attestée par des publications dans des revues de tout premier plan comme IEEE/ACM Transaction on Computer Networking, IEEE Transactions on Network and Service Management, Springer Wireless Networks, Elsevier Journal on Ad Hoc Networks. L'équipe encourage la publication des doctorants : une vingtaine d'articles ont pour co-auteurs des doctorants.

L'équipe a une grande visibilité et un fort rayonnement national et international, comme le montre la participation de ses membres aux comités de programme de conférences de bon niveau (IEEE ICC, CSCN, etc.). L'équipe a co-organisé une conférence à Bruxelles en novembre 2022 sur l'IA et les technologies numériques dans l'UE. L'équipe participe à des expertises et évaluations de projets de recherche, aux niveaux national (comités Hcéres en 2019 et 2022) et européen (Cyprus Agency for Quality Assurance and Accreditation in Higher Education en 2023-2024, F.R.S.-fnrs en 2020-2022). Un membre de l'équipe a été reconnu comme *IEEE Computer Society Distinguished Contributor*.

Un membre de l'équipe a obtenu, en 2023, un financement de thèse de l'Agence de l'innovation de défense (ministère des Armées). Un autre membre de l'équipe est partenaire du projet ANR NEMIoT qui a débuté en 2023. L'équipe bénéficie d'un partenariat privilégié avec Cisco sous la forme d'une chaire industrielle.

L'équipe participe à des activités d'organismes de standardisation (IETF) dans le domaine des réseaux.

L'équipe participe à de nombreuses actions de médiation. Un membre de l'équipe a co-organisé la conférence Alvolution et est impliqué dans l'organisation de la série de conférences récurrentes EU Digital Technologies and Policy (EUDTP), en collaboration avec l'IEEE Society of Social Implications of Technology (SSIT), EuroTech Universities Alliance, France Universités et le Parlement européen. L'objectif des initiatives Alvolution et EUDTP est de construire un point de contact, une médiation scientifique et technique entre le monde universitaire, l'industrie, l'opinion publique et les politiques au niveau européen.

Points faibles et risques liés au contexte

Les revues internationales de l'équipe sont d'excellentes qualités. En revanche, il y a peu de publications dans des conférences internationales majeures des domaines concernés.

Il y a peu de co-publications inter-équipes, par exemple avec l'équipe Grace.

Le comité ne relève aucune participation à des comités de rédaction de revues.

L'équipe se concentre sur un financement industriel, au détriment des projets ANR ou européens, ce qui la prive d'opportunités de collaboration avec des partenaires académiques nationaux ou européens.

Analyse de la trajectoire de l'équipe

L'équipe présente un programme de recherche ambitieux visant à poursuivre son développement autour de quatre grandes thématiques :

1) Modélisation et analyse de systèmes dynamiques compris comme des systèmes composés d'agents en interaction (appareils et/ou éléments logiciels) connectés via un réseau, au sein d'un environnement soumis aux contraintes, aux politiques et aux conditions d'exploitation potentiellement changeantes.

2) Apprentissage à vitesse de ligne et à état zéro. L'équipe a expérimenté l'extraction de métriques du plan de données, en particulier des routeurs, pour prendre des décisions efficaces au niveau de la couche réseau dans le cadre de la fonctionnalité de « poussée » sous la couche application, et implémenter ces algorithmes dans le matériel, ce qui semble une solution prometteuse.

3) Développement et exploitation de la détection sans fil. L'équipe mène des recherches visant à mettre à profit ses connaissances et son expertise pour développer de nouveaux services et améliorer des services existants.

4) Cybersécurité : l'équipe s'intéresse au développement de modèles pratiques permettant de modéliser des comportements malveillants et de prendre en charge des systèmes de détection. L'utilisateur sera capable (a minima) d'auditer la composition actuelle d'un tel système composé de micro-services, et ainsi de déterminer s'il convient de faire confiance à la composition actuelle du système. Cette possibilité permettrait, par exemple, de valider la conformité aux standards (RGPD, défense/sécurité).

Les axes proposés sont pertinents et devraient permettre à l'équipe Networks de rester à la pointe de la recherche sur les réseaux dans les années à venir.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE

Le comité encourage l'équipe à valoriser ses travaux davantage dans les meilleures conférences du domaine.

Il est recommandé de renforcer les collaborations inter-équipes, notamment avec Grace, ce qui pourrait créer des opportunités pour intégrer des réseaux de projets ANR et Européen.

Il est recommandé de renforcer les collaborations internationales de l'équipe afin de confirmer son rayonnement international.

Il est conseillé d'être vigilant quant à la dépendance à une seule source majeure de financement et de se tourner vers d'autres guichets (ANR ou européen), ce qui permettrait aussi de renforcer un réseau de collaborations.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 16 décembre 2024 à 19 h 30

Fin : 19 décembre 2024 à 13 h 30

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

lundi, 16 décembre 2024					
19h30			Dîner Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
mardi, 17 décembre 2024					
09h00	10	10 min	Introduit bn de la visite par le CS du HCÉRES Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, toute l'unité		
09h10	40	40 min	Présentat bn du bilan de l'unité par la direct bn (50 % présentat bn, 50 % quest bns) Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, toute l'unité		
09h50	20	20 min	Pause café		
10h10	30	30 min	Equipe GeomerIX (50 % présentat bn, 50 % quest bns) Présence : membres du comité et CS du Hcéres (selon répat t bn), représentants des tutelles, toute ou part è de l'unité	Sous-comité	Sous-comité
10h40	30	30 min	Equipe AMIBio (50 % présentat bn, 50 % quest bns) Présence : membres du comité et CS du Hcéres (selon répat t bn), représentants des tutelles, toute ou part è de l'unité		
11h10	90	1h30	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres (selon répat t bn)	Sous-comité	Sous-comité
12h40	140	1h40	Déjeuner (plateaux repas) puis réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
15h00	30	30 min	Equipe Cedar (50 % présentat bn, 50 % quest bns) Présence : membres du comité et CS du Hcéres (selon répat t bn), représentants des tutelles, toute ou part è de l'unité	Sous-comité	Sous-comité
15h30	30	30 min	Equipe Comete (50 % présentat bn, 50 % quest bns) Présence : membres du comité et CS du Hcéres (selon répat t bn), représentants des tutelles, toute ou part è de l'unité		
16h00	20	20 min	Pause café		
16h20	90	1h30	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres (selon répat t bn)	Sous-comité	Sous-comité
17h50	30	30 min	Equipe DaSCIM (50 % présentat bn, 50 % quest bns) Présence : membres du comité et CS du Hcéres (selon répat t bn), représentants des tutelles, toute ou part è de l'unité	Sous-comité	Sous-comité
18h20	45	45 min	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres	Sous-comité	Sous-comité
19h05	25	25 min	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
19h30			Dîner Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
mercredi, 18 décembre 2024					
09h00	30	30 min	Equipe AlCo (50 % présentat bn, 50 % quest bns) Présence : membres du comité et CS du Hcéres (selon répat t bn), représentants des tutelles, toute ou part è de l'unité	Sous-comité	Sous-comité
09h30	30	30 min	Equipe Opt mIX (50 % présentat bn, 50 % quest bns) Présence : membres du comité et CS du Hcéres (selon répat t bn), représentants des tutelles, toute ou part è de l'unité		
10h00	20	20 min	Pause café		
10h20	90	1h30	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres (selon répat t bn)	Sous-comité	Sous-comité
11h50	100	1h40	Déjeuner (plateaux repas) puis réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
13h30	90	1h30	Créneau « Science » (à l'init iat ve de l'unité) : focus scient f ques notamment liés au contenu des port bilios unité et équipes, visites des plateformes, plateaux techniques ou tout autre contenu à proposer par l'unité		
15h00	40	40 min	Présentat bn de la trajectoire de l'unité par la direct bn actuelle et future (50 % présentat bn, 50 % quest bns) Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, représentants des tutelles, toute l'unité		
15h40	30	30 min	Rencontre avec les représentants du personnel : doctorants et post-doc Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, sans la direct bn de l'unité et sans les responsables d'équipe		
16h10	50	50 min	Réunion du comité avec les représentants des tutelles Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
17h00	20	20 min	Pause café		
17h20	130	2h10	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
19h30			Dîner Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
	630	10,50			
jeudi, 19 décembre 2024					
09h00	30	30 min	Rencontre avec les représentants du personnel : personnels administrat fs et techniques Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, sans la direct bn de l'unité et sans les responsables d'équipe		
09h30	30	30 min	Rencontre avec les représentants du personnel : EC et C Présence : membres du Comité, CS du Hcéres, sans la direct bn de l'unité et sans les responsables d'équipe		
10h00	30	30 min	Réunion du comité avec la direct bn de l'unité et, le cas échéant, le porteur du projet Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
10h30	180	3h00	Réunion du comité à huis clos puis déjeuner (plateaux repas) Présence : membres du Comité et CS du Hcéres		
13h30			Départ du comité		

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES



Objet : Observations générales par rapport au rapport d'évaluation du Laboratoire d'Informatique de l'Ecole polytechnique (LIX) - UMR 7639

À l'attention du Comité d'Évaluation HCERES

Palaiseau, le 30 avril 2025

Madame, Monsieur,

Nous ne soumettons pas de réponse institutionnelle de type « observations de portée générale » concernant l'évaluation du Laboratoire d'Informatique de l'Ecole polytechnique (LIX) - UMR 7639

Au nom des tutelles de l'unité,

Bien cordialement,

Kees van der Beek
Directeur de la Recherche, Ecole polytechnique
Vice Président Recherche, Institut Polytechnique de Paris

Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : www.hceres.fr

Évaluation des universités et des écoles
Évaluation des unités de recherche
Évaluation des formations
Évaluation des organismes nationaux de recherche
Évaluation et accréditation internationales



19 rue Poissonnière
75002 Paris, France
+33 1 89 97 44 00

