

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

CRISTAL – Centre de recherche en informatique,
Signal et Automatique de Lille

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université de Lille – U Lille

Centre national de la recherche scientifique –
CNRS

Centrale Lille Institut – CLI

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2024-2025
VAGUE E



Au nom du comité d'experts :

Jean-Michel Muller, président du comité

Pour le Hcéres :

Stéphane Le Bouler, président par intérim

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 le président 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. Jean-Michel Muller, CNRS, Lyon
Vice-présidente :	Mme Christine Fernandez, Université de Poitiers
	Mme Oum-El-Kheir Aktouf, Grenoble INP, Valence
	M. Laurent Chauveau, Université Toulouse 3 – Paul Sabatier (personnel d'appui à la recherche)
	M. David Delahaye, Université de Montpellier (représentant du CNU)
	M. Gilles Didier, CNRS, Montpellier
	Mme Claire Gardent, CNRS, Vandœuvre-lès-Nancy
	M. Jérôme Idier, CNRS, Nantes (représentant du CoNRS)
Experts :	Mme Safia Kedad-Sidhoum, Conservatoire national des arts et métiers, Paris
	M. Frédéric Kratz, INSA Centre Val de Loire, Bourges
	Mme Célia Martinie, Université Toulouse 3 – Paul Sabatier
	M. Dmitry Peaucelle, CNRS, Toulouse
	M. Olivier Simonin, INSA Lyon, Villeurbanne
	M. Gilles Villard, CNRS, Lyon
	Mme Hélène Waeselynck, CNRS, Toulouse (représentante du CoNRS)

REPRÉSENTANTES DU HCÉRES

Mme Catherine Berrut
Mme Elisabeth Murisasco

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

Mme Sandrine Chassagnard-Pinet, Université de Lille
M. Stéphane Huot, Centre Inria de l'Université de Lille
M. Thomas Maurer, Centrale Lille
M. Yan Pennec, Faculté des Sciences et Technologies – Université de Lille
M. Olivier Serre, CNRS

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille
- Acronyme : CRISTAL
- Label et numéro : UMR 9189
- Nombre d'équipes : 9 groupes thématiques
- Composition de l'équipe de direction :
 - Mme Clarisse Dhaenens, directrice d'Unité (à partir de mars 2022 ; 2018-2022 : M. Olivier Colot) ;
 - MM. Géry Casiez et Frédéric Semet, directeurs adjoints

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

Les thématiques de l'unité couvrent un large spectre du domaine des sciences de l'information et s'articulent autour de neuf grands Groupes Thématiques (GT), « structures pérennes » de l'unité, divisés en équipes pouvant évoluer au cours d'une période d'évaluation. Au 31/12/2023, l'unité était constituée de 34 équipes dont onze Équipes-Projets Communes (EPC) Inria/CNRS/Université de Lille/Centrale Lille Institut, réparties dans les GT comme suit :

- **GT Commande et Calcul scientifique (CO2)** : informatique, calcul numérique, automatique – Il est structuré en quatre équipes :
 - **CFHP** : Calcul Formel et Haute Performance ;
 - **DEFROST** : Logiciels pour robots déformables, équipe projet Inria ;
 - **SHOC** : Observation et contrôle des systèmes hybrides ;
 - **VALSE** : Contrôle en temps fini et estimation pour des systèmes distribués, équipe projet Inria ;
- **GT Intelligence des données (DatInG)** : bases de données, apprentissage automatique, fouille de données et traitement de signal – quatre équipes :
 - **LINKS** : Linking Dynamic Data, organisé récemment, équipe projet Inria ;
 - **MAGNET** : MACHine learninG in information NETworks. équipe projet Inria ;
 - **SCOOL** : **Prise de décision séquentielle dans l'incertain**, équipe projet INRIA ;
 - **SIGMA** : Signal, Models and Applications ;
- **GT Génie Logiciel (GL)** : cycle de vie du Génie Logiciel – quatre équipes :
 - **CARAMEL** : Composition And Reuse of softwAre ModELs ;
 - **CARBON** : Model Driven Engineering and Human Computer Interaction for efficient diagrams in Software Engineering ;
 - **EVREF** : Reflective Evolution of Ever-running Software Systems, équipe projet Inria ;
 - **Spirals** : Self adaptation for distributed services and large software systems, équipe projet Inria ;
- **GT Interactions et Intelligence Collective (I2C)** : notion d'interaction sous ses différentes formes - six équipes :
 - **Algomus** : Algorithmic Musicology ;
 - **BCI** : interfaces neuronales directes ;
 - **Loki** : outils informatiques pour encapaciter leurs utilisateurs, équipe projet Inria ;
 - **MINT** : méthodes et outils pour les interactions gestuelles ;
 - **NOCE** : nouveaux outils pour la collaboration et l'éducation ;
 - **SMAC** : systèmes multi-agents et comportements ;

- **GT Image** : analyse des images couleur, interprétation des scènes vidéo et analyse des formes 3D - trois équipes :
 - **3D-SAM** : Modeling and Analysis of Static and Dynamic Shapes ;
 - **FOX** : Fouille et indexation de dOcuments complexeS et multimedia ;
 - **Imagerie couleur** ;
- **GT Modélisation pour les Sciences du Vivant (MSV)** : création d'algorithmes et modèles dédiés au décodage du vivant - deux équipes :
 - **BioComputing** : Biologie des systèmes et Méthodes formelles ;
 - **Bonsai** : Algorithms for large-scale sequence analysis ;
- **GT OPTimisation : Modèles et Applications (OPTIMA)** : création de nouveaux modèles, développement de méthodes de résolution, et conception de systèmes d'aide à la décision pour les systèmes complexes et distribués à grande échelle - quatre équipes :
 - **BONUS** : Big Optimization aNd Ultra-Scale computing, équipe projet Inria ;
 - **INOCS** : INtegrated Optimization with Complex Structure, équipe projet Inria ;
 - **ORKAD** : Operational Research, Knowledge And Data ;
 - **OSL** : Optimisation des Systèmes Logistiques ;
- **GT Systèmes Embarqués Adaptatifs et Sécurisés (SEAS)** : émergence et utilisation de nouvelles architectures matérielles - trois équipes :
 - **2XS** : eXtra Small, eXtra Safe ;
 - **EAST** : Efficient dynAmically reconfigurable hardware architectureS for Cloud/Fog computing ;
 - **SyCoMoRES** : Symbolic analysis and Component-based design for Modular Real-Time Embedded Systems, équipe projet Inria ;
 - **Émeraude** : Accélérateurs neuromorphiques ;
- **GT Tolérance Pronostic Systèmes de Systèmes (ToPSys)** : tolérance, pronostic et conception des systèmes de systèmes cyber-physiques par une approche intégrée - trois équipes :
 - **PERSI** : PERennisation des Systèmes Industriels ;
 - **SoffE** : System of Systems Engineering ;
 - **ToSyMA** : Tolérance aux fautes des Systèmes Mobiles Autonomes.

L'unité a récemment identifié huit axes transversaux :

- Intelligence Artificielle ;
- Cybersécurité ;
- Robotique et systèmes cyber-physiques ;
- Transport et mobilité ;
- Numérique pour le vivant et la santé ;
- Énergie ;
- Méthodes formelles et algorithmes ;
- Interaction et humanités.

Les enseignants-chercheurs sont presque tous membres des sections 27 (Informatique) ou 61 (Génie informatique, automatique et traitement du signal) du CNU. On note un membre de la section 71 (Sciences de l'information et de la communication) et un de la section 47 (Cancérologie, génétique, hématologie, immunologie). Les chercheurs CNRS se partagent entre les sections 06 et 07 du CoNRS, en Sciences de l'information, à l'exception d'un chercheur qui appartient à la section 17 (Système solaire et univers lointain). L'unité est remarquablement impliquée dans l'interdisciplinarité, avec des publications dans des journaux de médecine, psychologie, biologie, environnement, énergie, astrophysique, SHS, chimie, et agriculture.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

CRISTAL est né en 2015 de la fusion des anciens LAGIS (Laboratoire d'Automatique, Génie Informatique et Signal, UMR 8219) et LIFL (Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille, UMR 8022).

Dans la période (en mai 2019) un bâtiment a été mis à la disposition de CRISTAL, le bâtiment ESPRIT, sur la cité scientifique à Villeneuve d'Ascq. Ce bâtiment héberge dix-neuf des trente-quatre équipes de l'unité. Sur le site de la Haute-borne (à environ 800m du bâtiment Esprit), neuf équipes sont réparties entre les bâtiments A et B du centre Inria, et cinq équipes sont situées dans le bâtiment de l'IRCIICA (Institut de Recherche sur les Composants logiciels et matériels pour l'Information et la Communication Avancée). Enfin, une équipe est localisée plus loin, à Lille, dans le bâtiment C du centre Inria. Cette situation n'est probablement pas idéale mais elle constitue un très gros progrès par rapport à la situation antérieure, où les membres de l'unité étaient répartis dans douze bâtiments différents.

Il est à noter que dans la période sur laquelle porte l'évaluation, l'unité a connu de gros changements :

- le déménagement déjà mentionné d'une majorité de ses équipes dans le nouveau bâtiment ESPRIT ;
- la reconfiguration complète du Groupe Thématique ToPSys, à la suite de la précédente évaluation ;
- la création de trois nouvelles EPC dans le GT SEAS (qui, à l'occasion, change de nom à partir de 2024 et va s'appeler SISE : Systèmes Informatiques Sûrs et Efficaces) ;
- dans l'environnement immédiat de l'unité, la création en 2018 de l'université de Lille, devenue un Établissement Public Expérimental (EPE) en 2022, et l'évolution du Centre Inria de Lille Nord-Europe en « Centre Inria de l'université de Lille » en 2021.

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

Les tutelles principales de l'unité sont :

- **L'Université de Lille (ULille)** : depuis janvier 2022, Établissement Public Expérimental (EPE) rassemblant 64 unités de recherche et 50 plateformes labellisées. Plus gros employeur de l'unité (96 enseignants-chercheurs permanents [59 MCF et 37 PR] et 17 personnels d'appui à la recherche [PAR] permanents, soit 59 % de la masse salariale en 2023), elle finance des projets pluridisciplinaires (CDP : Cross Disciplinary Projects) à hauteur de 0,8 M€ à 3,2 M€ par projet dont quatre sur lesquels CRISTAL émerge : C2EMPI, CALYPSO, DePERU, PIE. En outre l'unité est impliquée via l'ULille dans quatre projets CPER 2021-2027 : CornellA, Enhance, Ritmea, TecSanté. L'ULille participe à 36 projets PEPR (26 accélération et 10 exploratoires) dont neuf impliquant CRISTAL : eNSEMBLE (futur de la collaboration numérique), O2R (robotique organique), ICCARE (Industries culturelles et créatives), NumPEX (le numérique pour l'Exascale), Cybersécurité, IA, Cloud, Santé numérique, et Agroécologie et numérique. L'ULille soutient une cinquantaine de plateformes.

- **Centrale Lille Institut**, grande école, tutelle de sept unités de recherches, employant seize enseignants-chercheurs permanents de CRISTAL (11 MCF et 5 PR) et cinq PAR permanents et soutenant douze plateformes.

- **CNRS** (Institut de rattachement INS2I. En début de période, il y avait également un rattachement secondaire à l'INSIS). Vingt chercheurs permanents (14 CR et 6 DR) et 15 PAR permanents de CRISTAL sont agents CNRS.

L'unité a de plus pour tutelle secondaire le **Centre Inria de l'ULille** : sur les quinze EPC du centre Inria, onze appartiennent à CRISTAL. Il y a ainsi des EPC dans six des neuf Groupes Thématiques de l'unité et 35 chercheurs permanents de l'unité sont agents Inria (27 CR et 8 DR).

Dans la période, l'**IMT (Institut Mines-Télécom) Nord-Europe**, a été tutelle secondaire jusqu'en 2021. Cinq enseignants-chercheurs de cet institut ont gardé un statut de « chercheur associé ».

De plus, cinq équipes de CRISTAL sont hébergées à l'**IRCIICA** (Institut de Recherche sur les Composants logiciels et matériels pour l'Information et la Communication Avancée), Unité d'Appui et de Recherche (UAR-3380), « hôtel à projets », associant le CNRS et l'ULille.

L'unité est par ailleurs impliquée dans trois fédérations de recherche : TTM (Transports Terrestres et Mobilité, FR3733), SCV (Sciences et Culture du Visuel, FR2052), et TSM (Technologies pour la Santé et le Médicament).

Enfin, CRISTAL entretient de nombreuses collaborations internationales traduites par près d'un tiers des publications avec des collaborateurs étrangers (1100 sur 3600) et de nombreuses thèses en cotutelles, en particulier avec la Belgique (8), le Canada (6) et l'Algérie (5). On relève également un IRP (International Research Project), GeoGen3DHuman, avec le Media Integration and Communication Center de l'université de Florence (Italie) ; un laboratoire Franco-Chinois d'Automatique et Signaux avec l'université des Sciences et Technologies de Nanjing ; un Laboratoire Associé International, le LAI REAPP (Reappearing Interfaces in Ubiquitous Environments), avec l'université de Waterloo au Canada (2019-2023) ; un autre, MODO (Frontiers in Massive Optimization and

Computational Intelligence), avec l'Université de Shinshu (Japon) ; l'EPC INOCS, avec l'Université Libre de Bruxelles et dix « équipes associées Inria » (un projet bilatéral) avec une équipe de recherche à l'étranger, créés sur la période.

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

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	56
Maîtres de conférences et assimilés	80
Directeurs de recherche et assimilés	14
Chargés de recherche et assimilés	41
Personnels d'appui à la recherche	43
Sous-total personnels permanents en activité	234
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	30
Personnels d'appui non permanents	39
Post-doctorants	23
Doctorants	167
Sous-total personnels non permanents en activité	259
Total personnels	493

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
U Lille	112	0	17
CU	19	0	5
CNRS	0	20	15
Autres	5	35	6
Total personnels	136	55	43

AVIS GLOBAL

CRISTAL est l'un des plus grands laboratoires français dans le vaste domaine des sciences de l'information, de visibilité internationale. Il couvre un spectre très large incluant l'automatique, le calcul scientifique, le calcul formel, les données, l'intelligence artificielle, l'image, la bioinformatique, la recherche opérationnelle, les systèmes embarqués et les systèmes de systèmes cyber-physiques. L'unité encourage tout particulièrement l'interdisciplinarité entre ces différents champs scientifiques, et accueille de plus en son sein des cancérologues, une astrophysicienne, et des chercheurs en modélisation pour les sciences du vivant. Les activités sont très bien équilibrées entre recherche fondamentale, appliquée et partenariale. L'unité est particulièrement bien insérée dans son écosystème et représente un atout majeur pour l'université de Lille et ses autres tutelles. Elle développe une recherche globalement de très bon niveau avec des domaines d'excellence reconnus au niveau international. Les écarts de ressources, de performance et d'attractivité entre les GT demeurent cependant significatifs.

La production scientifique de CRISTAL dans la période écoulée est globalement excellente, de niveau international, même si elle recouvre de grandes diversités entre et au sein des GT et des équipes. L'unité a travaillé à une identification des supports (journaux et conférences) de qualité. Une part significative (58 % des articles publiés en revues et 39 % des articles publiés en conférences internationales des publications de la période est dans ces « très bons » supports. Le taux moyen de publications par ETP sur la période est de 3,5 avec une grande dispersion selon les GT (de 1,9 à 7,2). La production scientifique est excellente pour les GT CO2,

DatInG et MSV, excellente mais hétérogène selon les membres pour le GT ToPsyS, très bonne mais hétérogène entre les membres pour le GT SEAS et globalement très bonne pour le GT Image (certains membres de ce GT ayant une production excellente). Pour le GT GL, la production scientifique est excellente pour les équipes EVREF et Spirals, tandis que CARBON et Caramel sont en retrait. En ce qui concerne le GT I2C, la production scientifique est excellente pour les équipes Algomus et Loki, très bonne pour les équipes BCI, MINT et SMAC et en retrait au niveau international pour l'équipe NOCE. En ce qui concerne le GT OPTIMA, la production scientifique est excellente pour les équipes INOCS et ORKAD, excellente mais reposant fortement sur peu de permanents pour l'équipe BONUS, et en retrait pour l'équipe OSL.

Le développement de logiciels se situe globalement à un excellent niveau pour tous les GT.

L'attractivité et le rayonnement de l'unité sont globalement excellents, de niveau international, comme le montrent de nombreuses relations internationales formalisées, y compris par le biais de laboratoires internationaux ou équipes internationales, divers prix scientifiques, la participation de membres de l'unité au comité éditorial d'excellents journaux ainsi qu'à l'organisation de conférences de premier plan. Le comité relève que presque 1/3 des publications sont réalisées avec des collaborateurs hors de France. La participation à des projets européens a doublé par rapport à la période précédente. Un projet ERC et quelques prix de thèse ont été obtenus. Sur tous ces points, la situation, même si elle n'est pas parfaite, s'est nettement améliorée par rapport à la période précédente. Il y a cependant de fortes variations selon les GT ainsi que, pour trois GT, selon les équipes qui les composent. L'attractivité et le rayonnement sont exceptionnels pour le GT DatInG, excellents pour le GT CO2 ; très bons pour les GT MSV, SEAS, et ToPsyS, très bons (mais un petit nombre de membres a une attractivité excellente) pour le GT Image. En ce qui concerne le GT GL, l'attractivité et le rayonnement sont excellents pour les équipes Spirals et EVREF, tandis qu'ils sont en retrait pour les équipes Caramel et CARBON. En ce qui concerne le GT I2C, l'attractivité et le rayonnement sont excellents pour l'équipe Loki et très bons pour les équipes Algomus, BCI, MINT et SMAC, et en retrait pour l'équipe NOCE. En ce qui concerne le GT OPTIMA, l'attractivité de l'équipe INOCS est excellente et celle des équipes BONUS et ORKAD est très bonne. Celle de l'équipe OSL est en retrait.

Les relations industrielles de CRISTAL sont globalement excellentes et se sont considérablement renforcées dans la période, L'unité mène également une activité allant globalement de très bonne à excellente de médiation scientifique et de sensibilisation des jeunes publics. En particulier, le comité souligne des relations industrielles exceptionnelles pour le GT GL, excellentes pour les GT ToPsyS, DatInG, OPTIMA et SEAS, très bonnes pour les GT CO2, I2C et Image. Les activités de médiation scientifique sont excellentes (voire remarquables pour certains membres) pour le GT I2C et les actions de SEAS sont également excellentes. Les activités de médiation sont très bonnes pour les GT CO2, DatInG et OPTIMA.

Si la dotation récurrente de l'unité a un peu augmenté dans la période, les ressources sur fonds propres ont, elles, considérablement augmenté. Les effectifs globaux sont quant à eux stables, cependant les effectifs ont baissé sur la période dans certaines catégories de personnels (MCF et administratifs). Un autre point de vigilance concerne le poste de responsable financier : en quatre ans, trois responsables de service se sont succédé avec de longues périodes d'interruption, ce qui crée de grandes difficultés.

Il faut noter que le très large spectre thématique de l'unité et sa grande taille sont des atouts mais auraient pu poser des problèmes d'organisation, que l'unité a remarquablement bien maîtrisés. Le comité a également apprécié très positivement la structuration à deux niveaux en groupes thématiques et en équipes, qui permet de concilier nécessités d'agilité (au niveau des équipes) et de stabilité (au niveau des groupes thématiques). En regard de cette excellente organisation et d'une gouvernance qui a été de première qualité, l'animation scientifique de l'unité et de tous les GT (à l'exception de DatInG) semble par contre fonctionner à minima, et faire l'objet de peu de communication. Le comité tient enfin à souligner le fonctionnement globalement harmonieux d'une unité dans laquelle il règne une bonne entente générale et il a été frappé par la confiance que toutes les catégories de personnel ont en la direction.

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« Les GT jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement dynamique et agile du laboratoire. La politique volontariste de l'unité doit être maintenue. Il faut veiller à favoriser une plus grande interaction au sein des GT et aussi entre les GT. Le comité encourage la direction du laboratoire à poursuivre son action pour la qualité des publications. Elle doit inciter les GT à se positionner au niveau national et international de manière plus audacieuse : prix de thèse, bourses ERC, projets européens, participation à des comités, valorisation des produits logiciels, brevets, etc. »

En ce qui concerne la qualité des publications, en début de période, l'unité a travaillé à une identification des supports (journaux et conférences) de qualité. Une part significative des publications de la période est dans ces « très bons » supports. La participation à des projets européens a doublé par rapport à la période précédente. Un projet ERC et quelques prix de thèse ont été obtenus. Sur tous ces points la situation, même si elle n'est pas parfaite, s'est nettement améliorée.

« L'unité tire peu parti de sa situation remarquable à la frontière avec la Belgique, les Pays-Bas et le Luxembourg. Le niveau de collaboration avec ces pays est tout à fait insuffisant alors qu'il pourrait être une source majeure de financements européens. »

Quelques actions (projets communs, cotutelles de thèse) ont été menées avec KU Leuven et l'université de Mons, mais l'unité pourrait mieux tirer parti de sa situation remarquable à la frontière avec la Belgique, les Pays-Bas et le Luxembourg.

« La durée des thèses doit être ramenée au niveau des recommandations nationales. »

La durée moyenne des thèses est restée du même ordre de grandeur (42 mois), mais la comparaison avec la période précédente est difficile car la pandémie de COVID a mécaniquement allongé la durée de certaines thèses et provoqué quelques abandons. En tout état de cause ce point reste à surveiller.

« Le financement de l'unité est très dépendant des grands plans de développement régional : CPER, I-Site, etc. Il faut que l'unité développe une stratégie de financement sur contrats beaucoup plus active, en particulier en ce qui concerne l'Europe et le soutien industriel direct. »

L'activité contractuelle de l'unité a très fortement augmenté dans la période, de manière cependant inégale selon les GT. L'unité s'est également dotée d'un pôle Partenariat et valorisation de la recherche.

« Le comité recommande d'augmenter le nombre de conventions Cifre et de financements doctoraux européens. »

Le nombre de financements européens a augmenté mais reste modéré. Le nombre de conventions Cifre a lui significativement augmenté, et de manière générale, les sources de financement de thèses autres que les contrats doctoraux se sont diversifiées (ANR, Cifre, financements privés, collectivités territoriales, ...).

« L'IRCICA est une unité de service et de recherche (USR) qui se définit comme un "hôtel à projets". Certaines équipes y sont hébergées et la plateforme PIRVI (Plateforme Interactions-Réalité Virtuelle-Images) y est installée. La relation entre l'unité et l'IRCICA doit être clarifiée pour mieux définir les rôles de chacun. Les équipes installées à l'IRCICA le sont pour une longue durée, sans projet de rotation. Elles ne rejoindront pas le nouveau bâtiment à son ouverture et on peut se poser la question de leur accueil futur dans le bâtiment. De même, les autres équipes de l'unité ne bénéficient pas de l'exposition pluridisciplinaire que permet l'IRCICA. Le statut de la plateforme PIRVI devrait être clarifié, notamment dans la perspective de l'extension de ses activités au-delà de la recherche en informatique. »

Le comité relève une meilleure coordination avec l'IRCICA, dont le nouveau directeur est membre de CRISTAL. La direction de l'unité participe au Conseil scientifique de l'IRCICA. La plateforme PIRVI a été labellisée par l'ULille.

« L'unité a tissé des liens de confiance avec ses tutelles et aussi avec ses partenaires. Cependant, l'intégration de l'École centrale de Lille doit être renforcée, en particulier en ce qui concerne la gestion des personnels de recherche, de support technique et d'administration. Le déménagement dans le nouveau bâtiment Esprit, juste à côté de l'École centrale, doit être un levier pour mettre en place un cadre plus clair et plus dynamique d'intégration de ces personnels. »

Des échanges plus réguliers commencent à être mis en place avec les départements d'enseignement de Centrale Lille, notamment sur les profils des postes. CRISTAL participe au conseil scientifique de Centrale Lille Institut qui participe au Dialogue Objectif Ressources annuel de l'unité. Un membre de l'équipe de direction de CRISTAL est « correspondant laboratoire » au sein de l'École. Les membres de CRISTAL personnels de Centrale Lille Institut ont un bureau « recherche » au sein des bâtiments Esprit (depuis mai 2019) ou Inria, en fonction de leur équipe d'appartenance, et sont complètement intégrés au sein de l'unité.

« La collaboration avec le partenaire Inria est saine et productive, mais elle reste trop dépendante des bonnes relations entre les directions de l'unité et du centre de recherche Inria. Ce type de fonctionnement était sûrement nécessaire dans la phase de fondation, mais il est fragile sur le long terme, en particulier dans un paysage en évolution rapide (fusion des universités lilloises, difficultés financières, etc.). Il est important de consolider ces bonnes relations par la mise en place de structures durables de collaboration. »

Quelques actions sont menées pour consolider les relations avec l'Inria : le directeur scientifique et le directeur scientifique adjoint du centre Inria sont invités au conseil scientifique de l'unité, la direction de CRISTAL participe au comité des projets Inria.

« Les relations avec le partenaire IMT sont encore en évolution à la suite de la création de l'institut. L'histoire de l'unité avec les Télécom Lille et celle avec l'École des mines de Douai sont très différentes. Il faudra consolider les relations avec ce nouveau partenaire et mettre en place un cadre d'intégration des personnels, en particulier en ce qui concerne les personnels basés à Douai. »

L'IMT n'est plus tutelle de l'unité.

« Les écarts de ressources, de performance et d'attractivité qui se dessinent entre les GT doivent être soigneusement anticipés pour mettre en place une véritable synergie au profit de tous. »

Les écarts de ressources, de performance et d'attractivité entre les GT demeurent très significatifs.

« Il est important de rester attentif à l'agilité de ces structures en termes de création de nouvelles équipes, d'arrêt d'équipes existantes ou de développement de nouvelles thématiques de recherche. En la matière, le cas de l'équipe émergente Algomus permettra d'expérimenter un tel processus et il est important que la direction s'en saisisse. »

L'agilité de la structure est difficilement contestable avec douze équipes créées dans la période.

« Le déménagement d'une grande partie des équipes dans le nouveau bâtiment doit être l'occasion d'un nouvel élan dans la collaboration entre les GT, en particulier grâce à l'aménagement du bâtiment. Ce bâtiment doit permettre de favoriser une véritable interdisciplinarité interne au laboratoire en associant l'ensemble des personnels à son aménagement. »

Le nouveau bâtiment, qui a clairement amélioré la situation, ne regroupe cependant qu'un peu plus de la moitié des membres de l'unité et un travail d'animation pour créer du lien collectif reste nécessaire.

« La direction a mis en place un mode de fonctionnement particulièrement efficace avec les responsables de GT qui permet de les associer en amont à la définition des objectifs. Il y a une forte demande des personnels administratifs et techniques pour un fonctionnement de ce type concernant les services. Le comité appuie cette demande qui assurera une plus grande adhésion de ces personnels au projet de l'unité. »

Durant les entretiens, le comité a pu constater que les personnels administratifs et techniques se sentent pleinement intégrés.

« Les plateformes du laboratoire forment un capital sur lequel les équipes doivent continuer à s'appuyer. Il est important que la direction continue à soutenir ces plateformes et à encourager les collaborations interdisciplinaires qu'elles génèrent. Le laboratoire contribue aussi à des plateformes extérieures (LILLIAD, Bilille, etc.) qui constituent un fort potentiel de collaboration. La direction doit veiller à soutenir ces implications. »

Le soutien de l'unité aux plateformes reste très important.

« L'unité a montré son savoir-faire pour la création de consortiums d'utilisateurs de logiciels (VidjilNet, Sofa Consortium, etc.). Le comité encourage chaleureusement l'unité à continuer de développer ce type d'actions. »

L'unité a continué de manière satisfaisante à créer des consortiums d'utilisateurs de logiciels. La communication sur ces logiciels reste perfectible.

« L'unité a participé à la soumission d'un projet 3IA qui n'a finalement pas été retenu. Les perspectives scientifiques développées par ce projet restent cependant d'actualité et le comité soutient l'unité dans son projet de valoriser sous d'autres formes cet investissement. »

Le travail sur le projet 3IA a été largement valorisé (financements de thèse, chaires ANR en IA).

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

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

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

L'unité a su tirer parti de l'écosystème lillois et a inscrit ses objectifs scientifiques dans le domaine des sciences du numérique en interdisciplinarité, avec des enjeux socio-économiques bien identifiés dans huit axes scientifiques transversaux, ce qui est une excellente initiative. Le comité regrette cependant que le projet scientifique de l'unité pour les prochaines années n'ait pas suffisamment mis en avant les collaborations entre les GT et, au sein de nombreux GT, les collaborations entre les équipes. Ceci est en partie lié au fait que l'animation scientifique (générale ainsi qu'à l'échelle de la majorité des GT) est insuffisamment développée. Cette animation est pourtant cruciale pour la largeur de spectre des jeunes chercheurs en formation ainsi que pour la respiration scientifique de l'unité, l'émergence de nouvelles thématiques et la reconfiguration périodique des équipes.

Appréciation sur les ressources de l'unité

L'unité dispose de ressources humaines et financières importantes.

La dotation récurrente (correspondant à seulement environ 10 % du budget de l'unité) a augmenté de manière significative dans la période, et les ressources propres ont considérablement augmenté, provenant de contrats de recherche sur lesquels l'unité n'effectue pas de prélèvements.

La relative stabilité des effectifs globaux ne doit pas cacher que dans certaines catégories de personnels (MCF et administratifs) les effectifs ont baissé. Également, le besoin en personnel d'appui aux plateformes, au développement logiciel ne doit pas être sous-estimé.

Une vigilance particulière doit être portée à la grande instabilité du poste de responsable financier de l'unité depuis quatre ans. Ceci crée de grandes difficultés à l'unité. La charge liée à ce poste stratégique est visiblement très lourde.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le très large spectre thématique de l'unité et sa grande taille sont des atouts mais auraient pu poser des problèmes d'organisation, que l'unité a remarquablement bien maîtrisés. L'équipe de direction a su stabiliser la structuration de l'unité en permettant de concilier nécessités d'agilité (via les équipes) et de stabilité (via les GT).

Des instances de discussion et de décision ont été clairement mises en place. Les différents conseils se réunissent fréquemment et communiquent régulièrement.

Si la parité est loin d'être atteinte comme dans tous les laboratoires français du domaine, des actions sont menées pour faire évoluer cette situation et un soin particulier est apporté à l'intégration et à l'évolution des carrières des personnels féminins. Le comité regrette toutefois que sur l'ensemble des présentations faites lors de la visite, deux seulement l'ont été par des femmes.

Une bonne entente règne au sein de l'unité et ses relations avec ses tutelles sont excellentes.

En regard de cette excellente organisation et d'une gouvernance de première qualité, l'animation scientifique de l'unité et de la plupart des GT (à l'exception de DatInG) fonctionne par contre a minima, et fait l'objet de peu de communication. Aucun séminaire n'est annoncé sur le site web de l'unité.

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

Points forts et possibilités liées au contexte

CRISTAL couvre un large spectre scientifique, traitant à la fois d'aspects théoriques et appliqués de l'automatique, du calcul scientifique, du calcul formel, des données, de l'intelligence artificielle, de l'image, de la bioinformatique, de la recherche opérationnelle, des systèmes embarqués, et des systèmes de systèmes cyber-physiques. Des avancées scientifiques majeures ont été obtenues dans la période. Par exemple un membre de l'équipe Dating a obtenu une ERC starting grant et la médaille de bronze du CNRS, pour ses travaux sur les processus ponctuels déterminantaux ; un membre du GT CO2 a obtenu le prix Ernest Déchelle 2020 de l'Académie des Sciences pour ses travaux sur le contrôle des robots souples ; Le logiciel Vidjil du groupe thématique MSV, qui a valu à ce GT le prix de la science ouverte en 2022, est utilisé en routine pour le suivi de patients atteints de cancers du sang ; le travail de longue haleine du GT GL autour du logiciel Pharo a fait l'objet d'un consortium industriel qui a permis la création de l'équipe projet commune EVREF avec l'entreprise Berger-Levrault en 2023.

Les domaines scientifiques abordés par CRISTAL se retrouvent dans la structuration en « groupes thématiques » de l'unité qui encourage tout particulièrement l'interdisciplinarité, et accueille en son sein des cancérologues, une astrophysicienne, et des chercheurs en modélisation pour les sciences du vivant. Quatre thèses pluridisciplinaires ont été financées dans la période.

Pour faciliter sa communication (notamment avec ses tutelles), créer du lien entre ses groupes thématiques, répondre à des besoins sociétaux et s'adapter au mieux à son environnement local, l'unité a également récemment identifié huit « axes transversaux » :

- Intelligence Artificielle ;
- Cybersécurité ;
- Robotique et systèmes cyber-physiques ;
- Transport et mobilité ;
- Numérique pour le vivant et la santé ;
- Énergie ;
- Méthodes formelles et algorithmes ;
- Interaction et humanités.

Tout ceci témoigne d'une très bonne réflexion, et constitue une réponse bien construite au « challenge » que constitue la très grande taille de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

Les axes transversaux sont trop récents pour avoir déjà eu une influence significative sur la vie et les actions de l'unité. En particulier, le rôle de ces axes dans la structuration en GT et équipes, leur animation, restent à préciser. Le comité regrette que le projet scientifique de l'unité n'ait pas été suffisamment développé en mettant en avant les collaborations entre les GT et entre les équipes et donc les compétences transverses permettant de répondre encore mieux aux enjeux sociétaux locaux, nationaux et européens. Ceci est lié au fait que l'animation scientifique (générale ainsi qu'à l'échelle de la majorité des GT) est insuffisamment développée.

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

La dotation récurrente de l'unité a significativement augmenté dans la période, passant de 1,49 M€ en 2018 à 1,99 M€ en 2023. Environ 40 % de cette dotation est redistribuée aux GT, équipes et axes transversaux, 38 % sert aux moyens communs (équipement, fournitures, salaires), et 7 % sert à l'animation (et servait à l'accueil des nouveaux arrivants en début de période). Le reste est distribué via un appel à soutiens pour des actions diverses (manifestations scientifiques, fins de thèse, actions incitatives transversales).

Les ressources propres ont considérablement augmenté, passant de 3,48 M€ en 2018 à 7,98 M€ en 2023, soit une augmentation de 123 %.

Les effectifs globaux ont légèrement cru dans la période : l'effectif global de 5 % et le nombre de permanents scientifiques et techniques de 7 %. Le nombre de chercheurs (CR et DR) a nettement augmenté, passant de 34 en 2018 à 55 en 2023. Le nombre de doctorants est resté assez stable au cours de la période.

Lors des entretiens, les chercheurs et enseignants-chercheurs ont témoigné de la grande qualité des services administratifs et techniques. L'équipe administrative est dynamique et efficace, très soudée, et fait de son mieux pour pallier les difficultés liées au turn over très important sur le poste de responsable du pôle financier (voir section « points faibles »).

Points faibles et risques liés au contexte

La considérable augmentation des ressources propres ne doit pas cacher une très forte disparité d'un groupe thématique à l'autre, que les différences de taille et de domaine scientifique n'expliquent que partiellement.

L'unité ne fait pas de prélèvement sur les contrats de recherche, et se prive ainsi de possibilités potentiellement importantes d'animation.

La relative stabilité des effectifs globaux (légère augmentation signalée en section « points forts ») ne doit pas cacher que dans certaines catégories de personnels les effectifs ont baissé : il y avait 94 MCF en 2018 contre 83 en 2023, et le nombre de personnels d'appui à la recherche est passé de 39 à 36 (ce constat est cependant une « photo » au 31/12/23, qui est à modérer : si l'on se concentre sur les effectifs permanents, en 2024, quatre postes ont été récemment libérés et/ou sont en cours de recrutement, ce qui fait que la balance finale devrait être de -1 poste administratif et +3 postes d'appui technique sur les plateformes et au service informatique). L'augmentation du nombre de chercheurs (CR et DR) n'a pas bénéficié à tous les groupes thématiques. Deux GT (Image et Topsy) n'ont aucun chercheur permanent (ni CNRS ni Inria).

L'unité n'arrive pas à conserver durablement son responsable financier (en quatre ans, 3 responsables de service se sont succédé avec de longues périodes d'interruption), ce qui crée de grandes difficultés. La charge liée à ce poste est visiblement très lourde. C'est un point de vigilance.

La chargée de valorisation de l'unité (visiblement très efficace au vu des progrès réalisés par rapport à la période antérieure) devrait partir dans deux ans. Ce départ présente un risque s'il n'est pas anticipé.

77 % des MCF et CR de l'unité n'ont pas l'HDR, ce qui est un peu excessif.

Même si la mise à disposition du nouveau bâtiment Esprit en 2019 a considérablement amélioré la situation antérieure (où les membres de l'unité étaient répartis dans 12 bâtiments différents), il n'en reste pas moins que la multi-localisation de CRISTAL crée certains problèmes : faible sentiment d'appartenance à l'unité de la part de certains membres éloignés, difficultés d'accès aux divers bâtiments (notamment pour les doctorants). En particulier, les doctorants situés à l'IRICA se sentent un peu « oubliés », et pour une large partie de ceux situés dans un des bâtiments Inria, l'appartenance à CRISTAL est vécue comme un simple « rattachement administratif ».

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

En ce qui concerne la structuration, le regroupement des 34 équipes en neuf Groupes Thématiques (GT) est un excellent choix, permettant de concilier nécessités d'agilité (au niveau des équipes) et de stabilité (au niveau des GT). En matière de gouvernance, l'équipe de direction constituée de la directrice, de deux directeurs adjoints et de la secrétaire générale se réunit au moins une fois par semaine. Le conseil d'unité (20 membres : 2 de la direction, 14 élus, et 4 nommés) se réunit une fois par mois, le conseil scientifique (13 membres : la direction et les responsables de GT) tous les quinze jours plus un « séminaire stratégique » par an. Le pôle support à la recherche a été refondu, regroupant services de support technique informatique et services administratifs et financiers. En plus d'un pôle soutien à la recherche (aide au développement), l'unité s'est dotée d'un pôle partenariat et valorisation de la recherche.

La gouvernance de l'unité est de toute première qualité, et lors des entretiens, le comité a pu constater la très bonne entente globale entre les diverses catégories de personnels (doctorants, administratifs et techniques, enseignants-chercheurs et chercheurs), qui ont unanimement salué la facilité d'accès et l'écoute de la direction, ainsi que la confiance qu'ils lui accordent.

Une personne sur ressources propres est depuis peu chargée de la communication.

Le comité relève plusieurs points positifs en ce qui concerne la parité. Une référente parité a été nommée en 2020 et une commission de dix-huit membres créée. Des efforts significatifs ont été faits lors des recrutements récents : dans les corps des MCF et des CR, la proportion de femmes a augmenté de manière significative pour atteindre le niveau moyen national (par exemple, en 2023, il y a eu cinq femmes parmi les sept MCF recrutés dans l'unité). Diverses activités de médiation scientifique vers les collégiennes et lycéennes ont eu lieu. Des journées « bien vivre ensemble » ont été organisées.

La plupart des recrutements MCF ont été extérieurs (23 sur 26).

Un programme de mentorat des CR et EC et un comité des utilisateurs des moyens informatiques sont mis en place depuis 2022 et 2023

Un référent « Développement durable » a été nommé en 2019 et une commission Développement durable se réunit une fois par mois.

L'unité a recruté neuf apprentis en appui à la recherche dans la période.

Points faibles et risques liés au contexte

Les chiffres de la parité sont dans la moyenne nationale en ce qui concerne les MCF et CR, mais assez nettement en dessous pour les PR et DR, et un peu en dessous pour les doctorants :

- la proportion de femmes parmi les MCF est de 26 % (contre 25,82 % pour l'ensemble des laboratoires de l'INS2I et 26,7 % au CNU27) ;
- la proportion de femmes CR est de 22 % (21 % à l'INS2I) ;
- la proportion de femmes PR est de 13,6 % (19,7 % au CNU 27 et 19,3 % à l'INS2I) ;
- la proportion de femmes DR est de 14,2 % (21 % à l'INS2I) ;
- la proportion de femmes parmi les doctorants est de 21,5 % (25 % à l'INS2I).

La situation s'est cependant améliorée par rapport à la période précédente, en particulier la campagne de recrutement MCF 2023 a permis un net rééquilibrage.

Aucune des personnes pressenties pour prendre la tête de l'un des 9 GT dans la période à venir n'est une femme. Au moment de la visite, seules deux des 34 équipes (INOCS et ORKAD, composantes du GT OPTIMA) sont dirigées par des femmes. Le comité regrette en outre que sur l'ensemble des présentations faites lors de la visite, deux seulement l'ont été par des femmes.

La durée moyenne des thèses est d'un peu plus de 42 mois, ce qui est long par rapport à la pratique de la communauté, même si la pandémie de Covid explique partiellement cela. Un petit nombre de thèses a duré plus de cinq ans, dans les GT GL, I2C et OPTIMA. Dans la période écoulée, les recrutements PR ont presque tous été en local (une seule exception).

L'animation scientifique de l'unité et de la plupart des GT (le GT DatInG est une belle exception) fonctionne à minima (elle se fait surtout au niveau des équipes, et ceci de manière très variable d'une équipe à l'autre), et fait l'objet de peu de communication (et d'une communication purement interne). Aucun séminaire n'est annoncé sur le site web de l'unité. Il n'y a pas au niveau de l'unité d'action d'animation spécifique envers les doctorants. L'accueil des doctorants étrangers est perfectible (il manque au minimum un livret d'accueil en anglais).

La communication interne se fait surtout par email, ce qui rend difficile la recherche d'informations.

La prochaine mise en place de tous les dispositifs nécessaires pour la protection du patrimoine scientifique au niveau de l'unité implique la prise en compte de la PSSI (Politique de Sécurité des Systèmes d'Information) à son plus haut niveau. Cela aura un impact important sur la charge de travail du pôle Informatique et Technique dans la prise en compte des postes de travail, le stockage des données de recherche et plus globalement sur l'ensemble de l'infrastructure numérique. Cet impact sera aussi financier.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité de l'unité

L'attractivité et le rayonnement de l'unité sont globalement excellents, de niveau international, comme le montrent de nombreuses relations internationales formalisées, divers prix scientifiques, la participation de membres de l'unité au comité éditorial d'excellents journaux ainsi qu'à l'organisation de conférences de premier plan. Il y a cependant de fortes variations selon les GT ainsi que, pour trois des GT, selon les équipes qui les composent. L'attractivité et le rayonnement sont exceptionnels pour le GT DatInG, excellents pour le GT CO2 ; globalement très bons (voire excellents pour un petit nombre de membres) pour le GT Image ; très bons pour les GT MSV, SEAS, et ToPSyS.

En ce qui concerne le GT GL, l'attractivité et le rayonnement sont excellents pour les équipes Spirals et EVREF, tandis qu'ils sont en retrait pour les équipes Caramel et CARBON.

En ce qui concerne le GT I2C, l'attractivité et le rayonnement sont excellents pour l'équipe Loki et très bons pour les équipes Algomus, BCI, MINT et SMAC, et en retrait pour l'équipe NOCE.

En ce qui concerne le GT OPTIMA, l'attractivité de l'équipe INOCS est excellente et celle des équipes BONUS et ORKAD est très bonne. Celle de l'équipe OSL est en retrait.

- 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

L'attractivité et le rayonnement de l'unité sont globalement excellents, de niveau international. Il y a cependant de fortes variations selon les GT ainsi que, pour trois GT, selon les équipes qui les composent. Plusieurs prestigieuses marques de reconnaissance ont été obtenues par des membres de CRISTAL lors de la période écoulée : par exemple, Rémi Bardenet (GT DatInG, équipe Sigma) a obtenu en 2020 une ERC Starting Grant et a été récompensé en 2021 de la Médaille de Bronze du CNRS ; Gérald Dherbomez (Pôle d'Appui au Développement et à la Recherche) a obtenu en 2022 la Médaille de Cristal du CNRS ; Géry Casiez (GT I2C) et Walter Rudametkin (GT GL) ont été reçus à l'IUF Junior ; Christian Duriez (GT CO2) a reçu le Prix Ernest Déchelle décerné par l'Académie des Sciences ; Pierre Chainais (GT DatInG) a reçu la Médaille de la médiation du CNRS ; plusieurs chaires IA de l'ANR ont été obtenues. De nombreux prix de thèse et prix du meilleur article de conférences ont été obtenus. Le projet « NORINE – Base de données de peptides non-ribosomiques et outils pour leur analyse et visualisation » (GT MSV) a obtenu le Prix science ouverte des données de la recherche en 2022.

Les relations internationales de l'unité sont excellentes, avec de nombreuses collaborations formalisées : LIA (laboratoires associés internationaux) ou « équipes associées Inria » avec la Chine, le Canada, le Japon, la Belgique et les USA. Ces collaborations portent leurs fruits : un tiers des publications de l'unité sont avec des collaborateurs à l'étranger.

Plusieurs conférences internationales, dont certaines très prestigieuses (The Genetic and Evolutionary Computation Conference – GECCO –, International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation – ISSAC –), ont été organisées à Lille (ou en mode « virtuel » à cause de la pandémie) par des membres de l'unité dans la période : 14th IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG 2019) ; International Workshop on Haptic and Audio Interaction Design (HAID 2019) ; GECCO 2021, organisée en mode virtuel, 28th International Symposium on String Processing and Information Retrieval (SPIRE 2021) ; Content-Based Multimedia Indexing (CBMI 2021) ; ISSAC 2022 ; 18th Annual System Of Systems Engineering Conference

(SOSE 2022). Des membres de CRISTAL ont été également présidents des comités de programme de cinq conférences organisées en dehors du site lillois.

Durant la période, des membres de CRISTAL ont participé au comité éditorial d'excellents journaux, comme IEEE Transactions on Haptics, IEEE Transactions on Automatic Control, Automatica, Bayesian Analysis, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, IEEE Transactions on Signal Processing, Data Mining and Knowledge Discovery, Transactions on the international society for music information and retrieval, IEEE Transactions on Multimedia, ACM Transactions on multimedia computing communication and applications, Computers and operations research, Journal of Optimization theory and Applications, ACM Computing Surveys, IEEE Transactions on Computers, Future Generation Computer Systems, et Journal of Parallel and Distributed Computing.

Le comité relève une bonne réussite des membres de l'unité à des appels à projets compétitifs. Dans la période, 33 projets ANR portés par des membres de CRISTAL ont été financés. Un membre de CRISTAL a reçu un financement ERC, et les membres de l'unité sont impliqués dans vingt contrats européens autres, dont quatre fois en tant que porteurs. L'unité est impliquée dans neuf projets PEPR.

Les membres de CRISTAL sont globalement très impliqués dans les diverses instances régionales et nationales d'animation et d'évaluation de la recherche. Une membre de CRISTAL a été directrice du GDR BiM. Deux membres ont été chargés de mission au CNRS. Un membre participe au comité d'éthique du CNRS. Un membre est président de la 27ème section du CNU, et deux membres ont participé à cette section tandis qu'un membre participe à la section 61. Un membre de l'unité a participé à la section 34 du CoNRS et trois membres à la section 6. Le comité comptabilise onze participations de membres de CRISTAL à des comités d'évaluation de l'ANR. Les membres de l'unité ont participé à vingt-deux comités Hcéres, dont trois fois comme président(e). Une membre de l'unité est vice-présidente de la commission d'évaluation d'Inria, et trois autres en ont été membres. Le directeur de l'École Centrale de Lille et le vice-président recherche de l'université de Lille sont membres de l'unité.

Plusieurs plateformes (labellisées par l'université de Lille et/ou l'École Centrale de Lille), animées par des membres de l'unité, permettent des expérimentations et des développements. Le comité souligne en particulier l'excellence de la plateforme PRETIL (robotique et transport intelligent), créée en 2018, très visible au travers d'accords avec l'industrie (une dizaine d'entreprises des domaines de l'automobile, de la robotique aérienne, ou de la robotique médicale), de la création de projets de prématuration (Champibot, Cobofish), et de son utilisation dans le cadre d'une vingtaine de thèses dans la période.

Les autres plateformes sont PIRVI (interactions réalité virtuelle et images) ; Pharo (développement d'applications informatiques complexes) ; IRDIV (environnements visuels numériques et interactifs) ; Mésocentre de Lille (HPC et calcul scientifique) ; BiLille (bioinformatique, bio analyse et bio statistique). La plateforme PRETIL est pérenne avec un financement assuré au moins jusqu'en 2029, du personnel en soutien et une interaction avec son environnement (tutelles, au niveau régional et national et le monde industriel). La labélisation des plateformes leur assure un fonds de roulement leur permettant un maintien en condition opérationnel de certains matériels.

L'attractivité de l'unité s'est concrétisée par le recrutement dans la période de 23 MCF externes, de neuf CR CNRS, de sept CR et dix ISFP (Inria Starting Faculty Position), d'un DR externe CNRS, et d'environ 105 post-docs.

L'attractivité et le rayonnement sont exceptionnels pour le GT DatInG (un membre de ce GT a obtenu une ERC starting grant et la médaille de bronze du CNRS, pour ses travaux sur les processus ponctuels déterminants et le GT a mené des travaux de premier plan sur la caractérisation de la complexité des algorithmes d'apprentissage séquentiel ainsi que sur les processus ponctuels répulsifs), excellents pour le GT CO2 (Le GT CO2 a obtenu le prix Ernest Déchelle 2020 de l'Académie des sciences pour ses travaux sur le contrôle des robots souples. Ses résultats marquants concernent plus généralement les systèmes-hybrides, en réseaux homogènes, les commandes-discrètes, apériodiques, à commutation, les performances-temps fini/fixe et les méthodes-Lyapunov implicite, réalisation, apprentissage), globalement très bons (voire excellents pour un petit nombre de membres) pour le GT Image, très bons pour les GT MSV, SEAS et ToPSyS.

En ce qui concerne le GT GL, l'attractivité et le rayonnement sont excellents pour les équipes Spirals et EVREF (qui ont beaucoup recruté dans la période, de plus un large consortium a été créé autour du logiciel Pharo), tandis qu'ils sont en retrait pour les équipes Caramel (qui a été arrêtée en fin de période) et CARBON.

En ce qui concerne le GT I2C, l'attractivité et le rayonnement sont excellents pour l'équipe Loki (avec un Google research award, 1 chaire IUF, de nombreux prix) et très bons pour les équipes Algomus, BCI, MINT et SMAC, et en retrait pour l'équipe NOCE.

En ce qui concerne le GT OPTIMA, l'attractivité de l'équipe INOCS est excellente (avec de nombreuses collaborations internationales formalisées : Belgique, Chili, Canada, Pérou, Norvège, etc.) et celle des équipes BONUS et ORKAD est très bonne.

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

Le comité note quelques rares participations à des comités de revues controversées (voir la note émise par le Conseil Scientifique du CNRS :

https://www.cnrs.fr/comitenational/cs/recommandations/16_mai_2022/CS_avis_sur_les_revues_predatrices.pdf).

La belle réussite globale à des appels à projets compétitifs ne doit pas masquer une grande hétérogénéité. Elle n'est due qu'au dynamisme exceptionnel de quelques GT : plus de la moitié des 33 projets ANR portés par un membre de CRISTAL proviennent des GT DatInG et GL.

En ce qui concerne le GT OPTIMA, l'attractivité de l'équipe OSL est en retrait, avec très peu de relations internationales ou de participations à l'organisation d'événements dans la période.

Le nombre de chercheurs invités dans la période (une trentaine) est relativement modeste compte tenu de la taille de l'unité. Cette remarque est tout de même à tempérer car la pandémie de Covid, au milieu de la période, a forcé l'arrêt des échanges pendant presque deux ans.

Le pourcentage d'abandons de thèse (7 %) n'est pas négligeable. Il reste cependant raisonnable (et comparable à ce qu'on relève dans des unités de profil similaire) compte tenu de la difficulté de la période (pandémie Covid) et de l'attractivité très forte du secteur privé dans certains domaines.

La pérennité du capital humain dédié aux plateformes reste fragile.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique de l'unité est globalement d'excellent niveau, même si elle recouvre de grandes diversités entre et au sein des GT et des équipes. La production scientifique est excellente pour les GT CO2, DatInG et MSV. Excellente mais hétérogène selon les membres pour le GT Topsy. Très bonne mais hétérogène entre les membres pour le GT SEAS. Globalement très bonne pour le GT Image (et certains membres de ce GT ont une production excellente).

En ce qui concerne le GT GL, la production scientifique est excellente pour les équipes EVREF et Spirals, tandis que CARBON et Caramel sont en retrait.

En ce qui concerne le GT I2C, la production scientifique est excellente pour les équipes Algomus et Loki, très bonne pour les équipes BCI, MINT et SMAC, et en retrait au niveau international pour l'équipe NOCE.

En ce qui concerne le GT OPTIMA, la production scientifique est excellente pour les équipes INOCS et ORKAD, excellente mais reposant sur peu de permanents pour l'équipe BONUS, et en retrait pour l'équipe OSL.

Le niveau global de la production logicielle de l'unité est excellent.

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 de l'unité est globalement d'excellent niveau, même si elle recouvre de grandes diversités entre et au sein des GT et des équipes. La production scientifique est excellente pour les GT CO2 (avec de nombreux articles dans des supports de très grande qualité tels que Automatica, IEEE Transactions on Automatic Control, IEEE Robotics and Automation Letters), DatInG (avec d'excellents supports et neuf best paper awards dans la période), MSV (qui publie dans des revues et conférences très sélectives d'informatique

mais aussi de biologie ou de médecine) et Topsy (qui a une production qualitative et soutenue dans les meilleurs supports tels que Automatica, Computers in Industry, IEEE Transactions on Automatic Control). Elle est très bonne pour le GT SEAS. Elle est globalement très bonne pour le GT Image (et certains membres de ce GT ont une production excellente).

En ce qui concerne le GT GL, la production scientifique est excellente pour les équipes EVREF et Spirals.

En ce qui concerne le GT I2C, la production scientifique est excellente pour les équipes Algomus et Loki, très bonne pour les équipes BCI, MINT et SMAC.

En ce qui concerne le GT OPTIMA, la production scientifique est excellente pour les équipes INOCS et ORKAD, et BONUS.

Une réflexion collective a été initiée en début de période pour identifier les supports de publication (revues et conférences) de qualité. Ceci est une excellente initiative et, de fait, de nombreuses publications des membres de l'unité sont dans les meilleurs supports de leurs domaines respectifs. Par exemple, en ce qui concerne les journaux (mais on pourrait faire la même remarque pour les conférences), Automatica, IEEE Transactions on Robotics, IEEE Transactions on Automatic Control, SIAM Journal on Control and Optimization, SIAM Journal on Scientific Computing, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on Signal Processing, International Journal of Robust and Nonlinear Control, Bioinformatics, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, IEEE Transactions on Industrial Electronics, ACM Transactions on Mathematical Software, European Journal of Operational Research, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Control Systems Letters, IEEE Transactions on Cybernetics, ACM Computing Surveys, Journal of Machine Learning Research, ACM Transactions on Graphics, Transportation Science, Foundations of Computational Mathematics, International Journal of Engine Research, Future Generation Computer Systems, IEEE Transactions on Computers, Communications of the ACM, IACR Transactions on Symmetric Cryptology.

Le comité note également des publications dans plusieurs très bons journaux de médecine, biologie, psychologie, physique, chimie, et astrophysique, marque de l'investissement important de l'unité dans la pluridisciplinarité : Genome biology, Cellular and Molecular Life Sciences, Lancet Oncology, Journal of Thoracic Oncology, British Journal of Cancer, Marine Micropaleontology, New Phytologist, European Journal of Mechanics-A/Solids, Astronomy and Astrophysics, International Journal of Hydrogen Energy, Nature Reviews Drug Discovery.

Le taux moyen de publications par ETP sur la période est de 3,5 avec une grande dispersion selon les GT (de 1,9 à 7,2)

Le comité souligne l'effort de présentation de la production logicielle de l'unité sur son site web. Le niveau global de la production logicielle de l'unité est excellent.

Le comité note que le laboratoire respecte la feuille de route en matière de science ouverte (SO), mise en place par l'ULille, pilote dans le développement de Recherche Data Gouv, écosystème partagé des données de la recherche, depuis 2021, autour de cinq axes :

- Publications ouvertes ;
- Données ouvertes ;
- Edition scientifique ouverte ;
- Science participative et citoyenne ;
- Participation à l'écosystème de la Science Ouverte.

Les membres de CRISTAL sont encouragés par l'unité à déposer leurs publications sur HaL (l'unité publie des statistiques annuelles pour encourager l'émulation entre les équipes). On note que 3/4 des publications (78 % des journaux, 76 % des conférences internationales) sont disponibles en open-acces (texte complet disponible sur HaL). Ce nombre est perfectible mais il est à mettre en regard de la moyenne nationale qui est de 65 % d'après le baromètre français de la science ouverte, publié en février 2024 (63 % pour l'informatique, 63 % pour les sciences de l'ingénieur).

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

Si la production scientifique de l'unité est globalement d'excellent niveau, elle présente de nombreuses disparités, par GT comme par équipe, qui ne sont pas seulement liées aux disciplines scientifiques.

La production scientifique est hétérogène selon les membres pour les GT Topsy, SEAS (dans ces deux GT certaines personnes publient très peu, et certains supports de publication ne relèvent pas des meilleures références).

En ce qui concerne le GT GL, la production scientifique des équipes CARBON et Caramel est en retrait (la production scientifique de Caramel a comporté seulement trois publications internationales de qualité sur l'ensemble de la période. Les publications de CARBON reposaient essentiellement sur un permanent, qui a quitté l'unité en cours de période).

En ce qui concerne le GT I2C, la production scientifique est en retrait au niveau international pour l'équipe NOCE (qui publie principalement au niveau national).

En ce qui concerne le GT OPTIMA, la production scientifique repose sur peu de permanents pour l'équipe BONUS. Elle est en retrait pour l'équipe OSL (qui a peu publié dans la période).

La mise à disposition sous HaL des publications de l'unité reste incomplète, même si elle est meilleure que la moyenne nationale.

Certains domaines (en particulier la bio-informatique) publient beaucoup dans des supports appliquant des frais de publication (les frais sont pris en charge par les équipes).

Même si la majorité des supports de publication choisis sont de grande qualité, il reste quelques publications dans des supports médiocres.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

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

Les relations industrielles de l'unité sont globalement excellentes et se sont considérablement renforcées dans la période. L'unité mène une activité de médiation scientifique et de sensibilisation des jeunes publics globalement de très bonne à excellente. En particulier, le comité souligne des relations industrielles exceptionnelles pour le GT GL, excellentes pour les GT Topsy, DatInG, OPTIMA et SEAS, très bonnes pour les GT CO2, I2C et Image. Les activités de médiation scientifique sont excellentes (voire remarquables pour certains membres) pour le GT I2C et les actions de SEAS sont également excellentes. Les activités de médiation sont très bonnes pour les GT CO2, DatInG, MSV et OPTIMA.

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

Les relations industrielles se sont considérablement renforcées dans la période, se concrétisant par une augmentation de 123 % des ressources propres de l'unité. L'unité s'est en particulier dotée d'un pôle « Partenariat et valorisation de la recherche » pour renforcer à la fois ses relations industrielles et sa capacité à répondre aux divers appels à projets.

Deux start-ups ont été créées dans la période : Le chemin des mûres (GT OPTIMA) et Nijta (protection de la vie privée, GT DatInG).

Vingt-deux conventions Cifre ont été signées, aussi bien avec de grandes entreprises nationales ou internationales (Total, Orange, VADE Secure, Google, Lilly, Saint Gobain Research, EDF) qu'avec des PME et des entreprises locales (Bathy Drone, Axellience, Amaris consulting, Arolla, Explain, Fifty-vive, Geo2R, Cditech). L'unité a également eu des relations contractuelles avec Framatome, OVH, Qarnot Computing, Ubisoft, la SNCF, etc.

Les relations avec le monde médical sont très fortes : deux médecins oncologues sont membres de l'unité, et des collaborations ont eu lieu avec les services de neurophysiologie clinique, psychiatrie, chirurgie bariatrique, oncologie, virologie et inflammation du CHU de Lille. Le comité note en particulier :

- la création d'un site web Weight Trajectory Predictor pour prédire la courbe de poids d'un patient subissant une intervention de chirurgie bariatrique, utilisé dans le service pratiquant ce type d'opérations au CHU de Lille (GT DatInG) ;
- la solution open-source d'apprentissage collaboratif ouvert, transparent et fiable pour des applications de santé (GT DatInG), disponible dans la plateforme Fed-BioMed ;

- le développement et l'utilisation d'un logiciel pour l'identification de nouveaux marqueurs dans les leucémies avec le CHU de Lille (FLT3r) et l'entreprise SeqOne (environ un millier d'échantillons par mois) (GT MSV) ;
- le transfert industriel du logiciel RealVit SmartPrep, système d'aide à la fabrication des préparations pharmaceutiques et à leur suivi au moyen d'un dispositif de Réalité Augmentée, à l'entreprise Computer Engineering, pour son utilisation à la pharmacie Centrale du CHU de Lille (GT OPTIMA).

Six brevets ont été acceptés dans la période.

Le comité souligne des relations industrielles exceptionnelles pour le GT GL (avec un beau succès sur les méthodes de migration de code récompensé par un prix de la Fédération des Industries Électriques, Électroniques et de Communication en 2023, une équipe commune avec l'entreprise Berger-Levrault, un laboratoire commun avec la société Scalair, et 12 conventions Cifre sur la période), excellentes pour les GT Topsy, DatInG, OPTIMA et SEAS, très bonnes pour les GT CO2, I2C et Image (voir les sections sur les GT pour plus d'information).

CRISTAL a été moteur dans le développement d'actions Art-Sciences sur le site de Lille. Via sa participation à la fédération Sciences et Culture du Visuel (SVC), l'unité a accueilli un artiste en immersion, travaillant sur l'interaction entre l'origami et la robotique.

La contribution de l'unité à la médiation scientifique et à la sensibilisation des jeunes publics est globalement excellente. Elle est excellente (voire remarquable pour certains membres) pour le GT I2C et les actions de SEAS sont également excellentes. Les activités de médiation sont très bonnes pour les GT CO2, DatInG et OPTIMA. Une Commission « accueil collégiens-lycéens » organisant les stages a été mise en place en 2022, elle travaille avec la commission parité pour s'adresser en particulier aux jeunes filles. En sus d'actions relativement traditionnelles mais tout à fait louables (accueils de collégiens-lycéens, rendez-vous des jeunes mathématiciennes et informaticiennes, organisation annuelle d'une journée des métiers de l'informatique), le comité relève l'apport exceptionnel de Jean-Paul Delahaye (PR Emerite dans le GT I2C), qui tient depuis des années une chronique mensuelle dans le magazine Pour la Science, ainsi que celui de Pierre Chainais (GT DatInG), qui a reçu la Médaille de la médiation du CNRS (conjointement avec les quatre autres membres de la cellule parité-égalité de l'INS2I) pour sa participation à la bande dessinée « Les décodeuses du numérique ». Le comité relève également l'investissement de plusieurs membres de CRISTAL dans la réalisation d'une émission « Faut-il avoir peur de l'intelligence artificielle ? » de la série TV L'Esprit Sorcier. Une dizaine d'articles ont été rédigés pour le magazine numérique The Conversation. Des démonstrations grand public sont organisées dans le cadre de l'espace de démonstrateurs du centre Inria.

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

Le comité ne relève pas de point faible.

ANALYSE DE LA TRAJECTOIRE DE L'UNITÉ

CRISTAL (UMR 9189) résulte de la fusion du LAGIS (ex UMR 8219) et du LIFL (ex UMR 8022) en 2015, pour rassembler toutes les compétences du site de Lille en sciences de l'information, incluant des thématiques depuis les plus fondamentales aux plus appliquées. La première équipe de direction a mené un énorme travail de concertation pour organiser collégialement l'unité en neuf GT, structures pérennes, eux-mêmes décomposés en équipes, évolutives au cours d'une période. Le dialogue entre les GT a pu être renforcé par le regroupement partiel des équipes dans un nouveau bâtiment depuis mai 2019. Les équipes peuvent par ailleurs s'appuyer sur des plateformes dont le soutien et l'importance ont continué de croître sur la période, permettant des projets pluridisciplinaires tant en interne que vers des partenariats extérieurs.

En ce qui concerne la structuration, depuis la création de CRISTAL, l'unité travaille donc avec neuf GTs et trente et une équipes (34 en 2023). Ces deux niveaux permettent une pérennité des thématiques et une agilité face aux évolutions rapides des sciences du numérique et au fait que les cycles de vie des EPC - Equipe- Projets communes - Inria sont indépendants des calendriers des contrats d'unité. CRISTAL aborde la période 2024-2028 avec cette nouvelle organisation des 9 GTs mais seulement 31 équipes afin de prendre en compte des modifications récentes (départs de membres de CRISTAL, rapprochements scientifiques). Ainsi :

- l'équipe Caramel du GT GL a été fermée et le membre restant a rejoint l'équipe ORKAD du GT OPTIMA ;
- les trois équipes 2XS, EAST et Emeraude du GT SEAS, à faible effectif ont fusionné en une nouvelle équipe 2XS ;
- l'équipe LINKS s'est rapprochée scientifiquement de l'équipe SyCoMoRES, et a rejoint les équipes de l'ancien GT SEAS pour donner naissance à un nouveau GT - SISE - Systèmes Informatiques Sûrs et Efficaces.

L'équipe de direction sortante, qui a pris ses fonctions début 2022, s'emploie à coordonner les efforts, à conforter les dynamiques engagées en interdisciplinarité, déjà soulignées par la dernière évaluation, à accroître la visibilité de l'unité et son impact dans la société. L'animation scientifique menée globalement au sein des GTs est cependant peu décrite.

Pour faire face aux nouveaux enjeux sociaux, la gouvernance a été élargie et l'unité s'est dotée d'un référent développement durable en 2019 et d'une référente égalité/parité en 2020, devenus chargés de mission, qui participent au comité de direction de l'unité. Quatre autres chargés de mission sont pressentis pour les aspects Communication, Animation doctorants, International, Projets structurants. De plus cinq commissions ont été créées, permettant d'impliquer plus largement les membres de l'unité :

- Développement durable ;
- Accueil de collégiens-lycéens ;
- Communication ;
- Comité des Utilisateurs de Moyens Informatiques ;
- Parité et égalité femmes-hommes.

Le comité tient à souligner le dynamisme de cette dernière commission qui a contribué notamment à l'obtention de deux prix de la fondation l'Oréal pour les Femmes et la Science et qui inclut également des activités de médiation scientifique vers les collégienne et lycéennes.

Par ailleurs, pour la valorisation des travaux de recherche envers le monde socio-économique, CRISTAL s'est doté d'un pôle « Valorisation » très dynamique et une page WEB est désormais dédiée aux logiciels. Ces actions de visibilité de la production logicielle doivent être poursuivies.

La valorisation par des publications scientifiques a évolué de manière très positive, tant par la qualité que par la quantité, mais cache encore des disparités.

L'activité contractuelle et la réussite aux appels à projets aux niveaux national comme européen sont en nette progression.

L'unité continue à être particulièrement visible par ses activités de médiation, notamment vis-à-vis du jeune public, dans le domaine Art & Numérique et en vulgarisation scientifique.

Le projet scientifique est peu décrit. Il s'appuie sur une réflexion menée par le conseil scientifique quant à une stratégie autour de huit axes transversaux. Cette structuration trop récente pour que l'on puisse mesurer son impact réel devrait permettre l'émergence de nombreux travaux interdisciplinaires avec l'écosystème local, et pourrait donner une meilleure visibilité aux contributions nationales et internationales des équipes du laboratoire dans le domaine des sciences du numérique, avec des enjeux socio-économiques spécifiques.

Il reste à préciser l'articulation entre ces axes, les GT et les équipes pour permettre de soutenir les points forts actuels mais aussi l'émergence de nouvelles thématiques. Toutes les actions permettant d'asseoir une meilleure visibilité nationale et internationale, notamment dans le domaine de l'IA, doivent être poursuivies. Car globalement, si CRISTAL continue à bénéficier pleinement de l'écosystème régional et est très bien identifié à

l'échelle nationale, sa visibilité et l'attractivité de l'unité à l'international, restent perfectibles pour certaines thématiques.

Comme le montre l'analyse détaillée ci-dessous la plupart des GT n'ont pas de réel projet inter-équipes : leur projet est essentiellement la concaténation des projets individuels des équipes.

En ce qui concerne le GT CO2, son projet est convaincant avec des éléments de méthodologie scientifique clairs. Les perspectives scientifiques envisagées sont toutes de très grand intérêt et accessibles étant donné la très grande qualité des chercheurs. Rédigées séparément pour chaque équipe elles ne reflètent pas la dynamique collective interdisciplinaire recherchée. Le comité regrette l'absence de discussion sur les interactions envisagées et l'énoncé de directions transverses. Les équations différentielles et hybrides, la qualité du calcul numérique, le calcul HPC et l'intelligence artificielle sont des domaines partagés qui offrent des possibilités de collaboration entre les équipes.

Le projet scientifique des équipes du GT DatInG est clairement structuré et manifeste une forte dynamique scientifique sous la forme d'évolutions thématiques (IA responsable, détection d'images générées, TAL et psychologie du langage) et institutionnelles (départ de Links) des équipes.

Avec le départ de l'équipe Links, le projet de recherche du GT DatInG s'est resserré sur l'IA et l'apprentissage statistique avec des enjeux renforcés vers l'IA responsable, l'IA de confiance (détection d'images générées), ainsi que des applications en Traitement Automatique du Langage (TAL) et psychologie du langage. Le projet scientifique des équipes de DatInG est clairement structuré, néanmoins les collaborations entre les équipes ne sont pas mises en avant et le projet proposé par la nouvelle équipe TAL est trop générique et insuffisamment situé par rapport à l'état de l'art du domaine.

La trajectoire du GT Génie Logiciel a été marquée par l'arrêt de l'équipe Caramel, alors que l'avenir de l'équipe CARBON est incertain. Le GT se recentre donc sur les équipes EVREF et Spirals, qui ont, elles, connu une croissance en termes d'effectif (permanents et doctorants) et de budget. Le projet scientifique du GT s'inscrit néanmoins en continuité dans quatre grands thèmes inégalement décrits : sécurité et robustesse ; green computing et consommation de ressources ; évolution logicielle et compréhension de programme ; modèles et métamodèles.

Le GT I2C a utilisé à profit l'évaluation précédente pour engager des actions correctives sur les points faibles identifiés. Il a judicieusement utilisé le thème de l'interaction pour intégrer les thématiques scientifiques de l'équipe autour de l'objectif commun de l'amélioration des différents modes d'interaction. De plus, récemment, en janvier 2024, l'équipe Algomus a rejoint le GT ajoutant de manière cohérente la thématique de la modélisation et l'interaction pour l'analyse et la co-crédation de musique. Globalement, les équipes montrent une vision claire des perspectives de leurs recherches respectives par rapport aux défis scientifiques et leur impact sociétal ; cependant, les perspectives communes pour l'ensemble du GT ne sont pas vraiment claires.

Durant cette période, le GT Image a fortement augmenté son niveau de publication pour l'ensemble des équipes, en particulier avec des partenaires du meilleur niveau international. Sa visibilité résulte aussi de l'implication dans les comités éditoriaux des meilleurs journaux et conférences du domaine, ainsi que par l'organisation d'événements scientifiques importants en image. De nombreuses interactions avec le monde non-académique ont également été développées. Cependant, l'évolution des effectifs montre plusieurs éléments de fragilité (plusieurs départs en retraite à anticiper) qui risquent de remettre en cause la faisabilité du projet, voire l'existence même du GT.

Le GT MSV présente un projet qui est dans la continuité de travaux et collaborations déjà engagés. Il s'y dégage toutefois un certain nombre d'axes nouveaux ou récents (comme l'étude de questions écologiques en utilisant des techniques d'apprentissage de réseaux booléens, en collaboration avec un laboratoire d'océanologie lillois, ou la détection d'événements d'épissage avec des approches de génomique comparative). Le projet est globalement équilibré entre prolongation de travaux en cours et thèmes plus prospectifs avec une relative prise de risque.

Le GT OPTMA présente un projet développé équipe par équipe. Malgré un fort potentiel d'interaction entre les équipes du GT du point de vue des thématiques scientifiques, il n'est fait mention par aucune équipe de projets inter-équipes dans leurs prospectives. Le comité regrette que certains thèmes transverses et collaboratifs n'aient pas été proposés au sein du GT voire avec d'autres GT au sein de l'unité.

Durant cette période d'évaluation, le GT SEAS a su mener des travaux de très bonne qualité et renforcer les compétences au cœur de ses thématiques comme en témoigne la présentation du bilan par thématique et non par équipe. La réorganisation des équipes donne ainsi naissance au GT SISE : Systèmes Informatiques Sûrs et Efficaces, dont le projet, à la fois réaliste et ambitieux, renforce la cohésion thématique du GT. Ce projet portera sur : la preuve de sécurité des logiciels avec Coq ; la conception et analyse des systèmes temps réel ;

les méthodes formelles appliquées à la sûreté des programmes ; les architectures matérielles dédiées ; l'analyse forensique des infrastructures ; le traitement des données en flux.

Enfin, le GT ToPSyS bénéficie d'une bonne visibilité et s'appuie sur une analyse SWOT pertinente et fidèle à la réalité pour proposer dans sa trajectoire de continuer à explorer les sujets phares qu'elle a initiés, tirant parti de sa dynamique actuelle. Cette consolidation des actions menées, depuis la création de ce GT, est nécessaire, d'autant plus que les sujets traités s'inscrivent pleinement dans les enjeux sociétaux majeurs d'aujourd'hui.

RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

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

Il faut dynamiser l'animation scientifique globale (séminaires communs, journées thématiques, ...) de l'unité, des GT et des axes transverses, et améliorer la communication interne et externe sur cette animation. Il faut de manière générale mettre en place des actions pour favoriser la collaboration entre les GT et entre les équipes.

Le rôle des axes transversaux dans la structuration en GT et équipes, ainsi que leur animation, restent à préciser.

Il faut encourager le passage d'HDR, et mettre en place des actions à long terme pour les personnels ayant « décroché » en recherche.

Il faut réussir à stabiliser le poste de responsable du pôle financier, peut-être en négociant avec les tutelles qu'un poste de responsable adjoint soit également créé pour réduire la charge de ce poste, ou en trouvant un moyen de rendre ce poste plus attractif.

Il faut anticiper le départ prochain de la chargée de valorisation de l'unité.

L'accueil des doctorants étrangers est à améliorer (livret d'accueil en Anglais, aide aux diverses formalités administratives).

Il faut veiller à faciliter l'accès aux différents sites pour l'ensemble du personnel (doctorants compris).

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Il faut favoriser les invitations de chercheurs étrangers, en profitant de la situation géographique aux frontières.

Certains GT ont du mal à attirer des chercheurs : il leur faut soigneusement rechercher et préparer des candidatures de qualité.

Compte-tenu de la taille de l'unité, il devrait y avoir plus de candidatures à l'ERC : ces candidatures sont à encourager.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

Un effort est à poursuivre concernant la mise à disposition en open access des publications de l'unité. En particulier, il faut poursuivre l'effort de mise à disposition sur HaL des textes complets des publications (et pas seulement des notices).

Même si le comité tient à souligner que le problème est marginal à l'échelle du laboratoire la publication dans des journaux médiocres ou « prédateurs » doit être bannie.

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

L'unité a développé de très nombreuses interactions avec le monde non-académique qu'il s'agira de poursuivre, avec le monde socio-économique, dans différents domaines d'application, avec le monde culturel, avec le grand public.

L'unité est encouragée à poursuivre et soutenir sa politique de diffusion de logiciels libres, en complément des possibilités de dépôts de brevets.

ÉVALUATION PAR GROUPE THÉMATIQUE

Groupe thématique 1 : CO2 – Control and Scientific Computing

Nom du responsable : M. Laurentiu Hetel

THÉMATIQUES DU GROUPE THÉMATIQUE

Le GT CO2 mène des recherches en automatique (contrôle et estimation robuste), robotique (robots déformables), informatique et calcul scientifique (calcul formel et haute performance). Les thématiques se rejoignent sur un large spectre de questions algébriques et numériques pour les équations différentielles. Les activités se déclinent de façon purement théorique et mathématique, ou de façon plus appliquée comme en intelligence artificielle, autour de l'Internet des objets et en santé.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« L'objectif d'une plus grande interaction entre les équipes SHOC/VALSE/DEPROST et CFHP est à maintenir et même à renforcer suite à la disparition de GAIA. C'est le cas, par exemple autour de la simulation où les aspects formels et numériques sont très complémentaires. »

Le GT a encouragé les activités interdisciplinaires au sein des équipes. Plus d'un quart des thèses soutenues et environ une publication sur dix ont impliqué des membres d'au moins deux équipes. Cependant, les perspectives restent formulées équipe par équipe. La recommandation reste d'actualité, par exemple pour la mixité algébrique/numérique.

« Compte tenu de l'excellence académique et de l'adéquation des thématiques scientifiques de CO2 avec les enjeux sociétaux actuels, ces interactions pourraient être un peu plus nombreuses, par exemple via des thèses Cifre, en maintenant bien sûr une forte exigence de qualité scientifique. »

Cette recommandation a été suivie. Outre des contrats ponctuels et des collaborations dans le cadre de projets à financement public, le comité relève cinq conventions Cifre et une thèse avec financement industriel. Ces thèses ont conduit à d'excellentes publications et l'une a obtenu le prix du GdR MACS. Une start-up (Compliance Robotics) a été incubée au sein du groupe.

« Les efforts pour recruter plus de doctorants sur la thématique du calcul formel doivent être renforcés, et ne pas se limiter à l'implication dans la création d'une filière maths-info dans le master local. »

L'unique thèse en calcul formel sur la période est en cours. La recommandation reste d'actualité.

« Suite aux nombreuses et nécessaires créations, disparitions et restructurations d'équipes durant ces dernières années, il est important désormais de garder une structure stable. La poursuite de l'organisation actuelle est recommandée. »

Cette recommandation a été suivie en maintenant les contours des quatre équipes.

« Les réflexions en cours au sein de CO2 sur l'impact des techniques d'IA sont à poursuivre, mais sans perdre de vue le cœur de métier de CO2. »

Le domaine de l'IA est abordé dans chacune des équipes, avec notamment la direction de six thèses au meilleur niveau et l'implication dans deux CPER. Le groupe conserve un bon équilibre entre cette ouverture et le cœur de ses compétences.

EFFECTIFS DU GROUPE THÉMATIQUE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	7
Maîtres de conférences et assimilés	7
Directeurs de recherche et assimilés	4
Chargés de recherche et assimilés	8
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	29
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	4
Personnels d'appui non permanents	0
Post-doctorants	1
Doctorants	19
Sous-total personnels non permanents en activité	24
Total personnels	53

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe thématique

Le rayonnement et l'attractivité du GT CO2 sont excellents. La production scientifique est d'excellente qualité. Les collaborations internationales sont d'un très bon niveau. Le partenariat avec le tissu industriel est très bon. Le délicat équilibre entre les aspects fondamentaux et appliqués des travaux du GT pose des problèmes d'accès aux ressources financières et humaines (doctorants). La médiation scientifique est très bonne, sur les aspects robotique comme sur les interactions avec les jeunes scolaires et étudiants.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les très nombreux résultats marquants obtenus témoignent d'un ancrage scientifique pertinent et solide à la fois disciplinaire et interdisciplinaire, favorable à des contributions originales. Dans le domaine du contrôle elles concernent les systèmes (hybrides, en réseaux, homogènes), les commandes (discrètes, apériodiques, à commutation), les performances (temps fini/fixe) et les méthodes (Lyapunov implicite, réalisation, apprentissage). Le thème de la robotique souple apporte une très forte notoriété autour de la modélisation, la simulation et le contrôle en temps réel spécifiques à ces types de robots. Le calcul formel s'est étendu aux équations intégral-différentielles et au calcul certifié en maintenant une algorithmique permettant la haute performance.

Le GT affiche une production d'excellente qualité : 2,4 publications/ETP/an dans des journaux du meilleur niveau dans les domaines concernés (tels que Automatica, IEEE Transactions on Automatic Control, IEEE Robotics and Automation Letters) et des actes de conférences de référence (IEEE - Conference on Decision and Control, l'International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation). Les ouvertures vers l'Intelligence artificielle ont conduit à des publications à la Conference on Neural Information Processing Systems et à AAAI Conference on Artificial Intelligence. La moitié des articles sont cosignés avec des chercheurs à l'étranger (M. Krstic à l'université de Californie, E. Fridman à l'université de Tel Aviv, Allison Okamura à Stanford, Marc Moreno Maza à l'université Western Ontario, entre autres) et les jeunes chercheurs sont très fortement actifs dans la production avec trois articles en revue et au moins deux conférences par doctorant.

Le rayonnement est attesté par l'excellent investissement pour la communauté du calcul formel avec l'organisation de la conférence internationale phare International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC) à Lille en 2022, des invitations à des événements de très grande qualité dont deux

plénières à IEEE Robosoft Conference et IFAC Conference on Embedded Systems, Computational Intelligence and Telematics in Control, la très forte implication dans les comités éditoriaux (8 personnes sont éditeurs associés pour 18 journaux dont ceux cités précédemment), la notable implication dans les comités techniques International Federation of Automatic Control (IFAC) et IEEE-Control System Society, et nationalement dans les GdR MACS (par exemple la participation au comité de pilotage) et GdR IM (par exemple, l'organisation des Journées Nationales de Calcul Formel), ainsi qu'au sein de la Société d'Automatique, de Génie Industriel et Productique (SAGIP). Le très bon rayonnement est également attesté par le prix Ernest Déchelle 2020 de l'Académie des sciences pour un membre du GT, deux prix de meilleure thèse de GdR (MACS et Robotique) et deux prix de meilleur article (SIGSAM-ISSAC et Advanced Robotics).

L'attractivité de CO2 est excellente et attestée entre autres par le recrutement dans la période de quatre chercheurs (2 CR CNRS, 1 CR Inria, 1 Inria starting faculty position), par un recrutement en thèse et post-thèse très ouvert à l'international (30 thèses sur 54, 10 chercheurs temporaires sur 15), par un nombre significatif de chercheurs invités (24 de 13 pays différents, dont le Mexique, le Danemark ou encore la Belgique). L'accueil et l'intégration sont de grande qualité comme en atteste le taux de publication des doctorants.

Le groupe a été impliqué dans cinq projets européens (H2020 et zone des deux Mers). La participation à une dizaine d'autres projets internationaux a été financée par des crédits nationaux (ANR PRCI, Project Lab et équipes associées Inria, etc.). CO2 a coordonné quatre projets ANR et sait bénéficier des dispositifs PIA et CPER (dans les domaines du contrôle, de l'intelligence artificielle, des transports et de la mobilité) quand l'opportunité se présente. Un membre porte l'un des axes de l'équipex TIRREX en robotique. Le groupe est par ailleurs très impliqué autour de l'infrastructure numérique ouverte de la plateforme logicielle SOFA (Simulation Open Framework Architecture). Dans ce contexte, et celui du réseau Robotex, la plateforme SOFA, qui vient d'être reconnue « ~plateforme de recherche nationale~ » a acquis une grande reconnaissance (des publications utilisant SOFA ont été faites par des équipes américaines, canadiennes, britanniques, italiennes, japonaises, coréennes et chinoises). Au total, les ressources propres du GT CO2 sont est de 2,15 M€ sur la période. Le GT est ainsi à un très bon niveau pour sa participation aux outils de financement compétitifs. Il a un très bon niveau de collaboration industrielle, en particulier sur les thématiques de la santé (avec Caranx Medical, ELLCIE-HEALTHIE, InSimo, Microport et OTICON), l'énergie (Total, Atlantic) et les solutions robotisées/automatisées (TDR, InfinyTech3D, System-X).

CO2 développe à un très haut niveau des démonstrateurs et des plateformes robotiques matérielles (une dizaine de robots conçus et opérationnels), logicielles (participation au consortium SOFA de portée internationale), ainsi qu'une bibliothèque de calcul formel (DifferentialAlgebra).

L'activité de médiation scientifique est très bonne que ce soit dans la diffusion des travaux de robotique comme pour les interventions auprès des jeunes étudiants dès le lycée pour présenter les sciences informatiques.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité note la faible identification des liens entre les différentes équipes alors même que le GT sait exposer un attachement commun pour l'étude des équations différentielles et des systèmes ainsi représentés. Même si la structuration du GT s'est très bien stabilisée durant la période, les échanges et collaborations entre les différentes équipes sont peu mises en évidence. Le fait qu'il y ait trois axes forts, à savoir le calcul formel et le HPC, le contrôle, et la robotique souple, peut se révéler être une faiblesse si ces liens ne sont pas mieux envisagés. Les équipes SHOC et VALSE sont scientifiquement très proches et pourtant les enrichissements mutuels sont limités.

Les niveaux quantitatifs de publication ne sont pas homogènes sur l'ensemble du GT avec, par exemple, un nombre d'articles de revues sur la thématique finite/fixed-time (près de 15 % du total des articles) proportionnellement sur-représenté.

Le comité note également des disparités entre les équipes et les différents membres permanents quant à la répartition des doctorants et des crédits obtenus par appels d'offre compétitifs. Certaines thématiques, comme le calcul haute performance, sont relativement peu financées au regard de ce qui pourrait être attendu compte tenu de la production scientifique. Des thématiques plus fondamentales, comme le calcul formel, ont peu de doctorants et relativement peu de financements au regard de la production scientifique. Par ailleurs, de l'ordre de 80 % des crédits obtenus sont sur appels publics, le reste provenant de contrats industriels, ce qui est relativement faible. La prise de responsabilités au niveau local, faible y compris à l'interface enseignement-recherche, ne facilite pas l'attractivité auprès des étudiants du site, ni la prise de contacts avec des industriels. Le faible nombre d'ingénieurs permanents et la baisse du nombre d'ingénieurs non permanents sont une faiblesse pour la pérennité et le développement des plateformes.

Analyse de la trajectoire du groupe thématique

L'analyse SWOT est honnête. Les marges de progrès pour la visibilité internationale, le portage de projets type PIA et européens et vis-à-vis du tissu industriel sont atteignables eu égard à l'excellence scientifique. Les faiblesses quant à la prise de responsabilités locales et les répercussions possibles en termes de soutien et de postes sont constatées mais ne se traduisent pas en actions à entreprendre.

Le GT propose de conserver sa structuration en quatre équipes, avec un renouvellement du responsable global et de trois responsables d'équipe. Seule l'équipe VALSE conserve son responsable en cohérence avec son statut d'EPC Inria avec une échéance en 2026. La dynamique de renouvellement traduit une capacité à travailler collectivement.

Les perspectives scientifiques envisagées sont toutes de très grand intérêt et accessibles étant donné la très grande qualité des chercheurs. Rédigées séparément pour chaque équipe, elles ne reflètent pas la dynamique collective interdisciplinaire recherchée. Le comité regrette l'absence de discussion sur les interactions envisagées et l'énoncé de directions transverses. Les équations différentielles et hybrides, la qualité du calcul numérique, le calcul HPC et l'intelligence artificielle sont des domaines partagés qui offrent des possibilités d'interactions.

En Automatique : La continuation sur la thématique des systèmes hybrides avec extensions aux systèmes de dimension infinie est très appropriée ; l'emploi de la stabilisation en temps fini pour structurer le contrôle des systèmes en réseau est très pertinente ; la thématique des systèmes cyber-physiques présente dans le bilan de SHOC et le projet de VALSE mériterait d'être clarifiée. Les applications de l'Automatique à l'apprentissage et inversement sont transverses avec des axes intéressants mais trop disjoints : SHOC (consistance statistique de l'apprentissage de modèles, réseaux neuronaux dynamiques, convergence des algorithmes d'optimisation), VALSE (liens entre apprentissage et estimation) et DEFROST (synthèse de correcteurs par optimisation et apprentissage).

En Robotique, les trois grands enjeux que sont la modélisation (représentations compactes différentiables pour le passage à l'échelle), la perception (senseurs spécifiques, dont la palpation) et la commande (du contrôle optimal à la décision) sont envisagés au regard des spécificités en robotique souple.

En calcul formel et haute performance, le thème porteur du calcul symbolique-numérique validé continue à monter en puissance depuis le recrutement d'un CR en 2021. L'utilisation des grands modèles de langage est mise en avant en complément des méthodes symboliques traditionnelles. Avec la poursuite de recherches fondamentales en calcul formel et le calcul HPC, le spectre de l'équipe est large. La réussite dépendra des échanges qui auront lieu entre les différentes forces en présence.

RECOMMANDATIONS AU GROUPE THÉMATIQUE

Afin de tirer parti au mieux de la diversité et de la complémentarité des compétences de ses membres, le groupe est encouragé à amplifier ses activités et ses actions communes.

La visibilité internationale du groupe a fortement progressé et celui-ci doit continuer sur cette voie, notamment en matière de conduite de projets, d'échanges de chercheurs et d'animation scientifique. Le très bon rayonnement international a le potentiel de devenir excellent par exemple par plus de mobilités liées à des invitations internationales, par la prise de responsabilités dans les sociétés savantes internationales (au-delà de la participation comme membre des comités techniques et dans des positions élevées dans l'organisation des conférences) et dans le leadership de projets internationaux, par exemple européens.

Les efforts de positionnement des activités fondamentales et théoriques, ainsi que les activités orientées vers le développement et le transfert doivent être poursuivis pour parvenir à un recrutement de doctorants mieux réparti entre les différentes thématiques. Les appels à projets « blancs » pourraient être davantage investis par les composantes les plus fondamentales et théoriques du groupe. Une réflexion approfondie est encouragée afin de maintenir l'équilibre fondamental/appliqué (en raison des risques identifiés) et afin que les projets appliqués prennent l'ampleur attendue.

Le développement et la maintenance des plateformes robotiques comme pour le logiciel SOFA nécessiteraient un soutien d'ingénieurs plus conséquent sur la durée.

En complément du travail sur les leviers d'attractivité pour faire aboutir de nouveaux recrutements, le groupe doit réfléchir aux actions possibles afin d'améliorer son implication et sa visibilité au niveau local.

Groupe thématique 2 : DatinG – Data Intelligence Group

Noms des responsables : MM Marc Tommasi et Patrick Bas

THÉMATIQUES DU GROUPE THÉMATIQUE

Le GT DatinG, l'un des plus grands du laboratoire, travaille sur des données de type varié (texte, signaux, images, données numériques, graphes) et s'intéresse à différents types de traitement de ces données notamment, la collecte de bases de données liées et les requêtes logiques (équipe Links) ; l'apprentissage automatique de confiance (confidentialité, équité, apprentissage décentralisé/fédéré) et le traitement du langage naturel (équipe Magnet) ; l'extraction d'information à partir de mesures physiques (équipe Sigma) ; et la prise de décision séquentielle dans des conditions d'incertitude (problèmes de bandit et d'apprentissage par renforcement, équipe Scool).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« Il convient de continuer à viser l'excellence des publications et des produits mais il ne faut pas oublier l'implication des doctorants et post-doctorants et essayer de gommer les disparités de taux de publication entre les membres. »

Il existe toujours une disparité de taux de publication entre les membres du GT qui est justifiée d'une part par des disparités en termes de rythme de publication entre les différentes communautés ciblées par les équipes du GT et d'autre part par des charges de travail différentes entre chercheurs et enseignants-chercheurs.

« Le GT devra réduire la durée moyenne des thèses. »

La durée moyenne des thèses est de 42 mois, ce qui est long par rapport aux pratiques de la communauté. La comparaison avec la période précédente est toutefois difficile car la pandémie de COVID a mécaniquement allongé la durée de certaines thèses et provoqué quelques abandons. En tout état de cause ce point reste à surveiller.

« Il faut amplifier la concertation et les échanges entre les équipes du GT. »

Plusieurs actions ont été mises en place afin d'amplifier la concertation et les échanges entre équipes : liste de diffusion commune, séminaire hebdomadaire des équipes ouvert à tous, speed-dating mensuel pour l'ensemble des doctorants et post-doctorants.

« La réciprocité entre les équipes EPC et SIGMA est à améliorer. »

La réciprocité entre les équipes EPC et SIGMA demandée lors de l'évaluation précédente n'est pas abordée.

« Les perspectives scientifiques apparaissent centrées sur les équipes. Il conviendrait de mettre en place une réflexion stratégique au sein du GT DatinG (vis-à-vis du contexte IA, de la science des données, des enjeux sociétaux Santé, environnement, énergie...) et de la décliner sous forme d'actions clairement identifiées à réaliser au sein des équipes et entre les équipes du GT DatinG. Cela permettra de montrer la complémentarité des équipes et les nécessaires collaborations pour réaliser les actions. »

L'orientation scientifique du GT (respect de la vie privée, sécurité, robustesse et décentralisation de l'apprentissage) répond aux nouveaux enjeux liés au développement de l'IA. Cependant, la question de la complémentarité et surtout des collaborations entre les équipes n'est pas explicitement discutée, bien qu'il existe des travaux communs entre équipes ayant abouti à des publications (notamment entre Magnet et Links et entre Scool et Sigma).

EFFECTIFS DU GROUPE THÉMATIQUE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	7
Maîtres de conférences et assimilés	10
Directeurs de recherche et assimilés	3
Chargés de recherche et assimilés	13
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	36
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui non permanents	8
Post-doctorants	11
Doctorants	36
Sous-total personnels non permanents en activité	58
Total personnels	94

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe thématique

Le rayonnement et l'attractivité du GT DaTinG sont remarquables, avec une excellente activité de collaborations contractuelles traduite par des partenariats académiques nationaux et européens.

La production scientifique est abondante et d'excellente qualité. Elle est répartie de manière homogène entre les personnels de l'équipe. Les doctorants et post-doctorants participent activement à la production scientifique. Le rayonnement scientifique se traduit par la participation aux comités scientifiques de congrès internationaux majeurs et l'invitation de chercheurs et enseignants-chercheurs invités de renom. Les relations avec le monde socio-économique sont excellentes. Les membres de DaTinG sont également fortement impliqués dans la diffusion de la connaissance grand public.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le GT DaTinG travaille dans le domaine des sciences des données avec des résultats majeurs sur les processus ponctuels déterminantaux pour le traitement du signal, les techniques d'apprentissage automatique pour la prise de décision séquentielle dans l'incertain, l'apprentissage distribué respectueux de la vie privée, les fondements des bases de données et de la programmation avec les données. On distingue des travaux de premier plan sur la caractérisation de la complexité des algorithmes d'apprentissage séquentiel ainsi que sur les processus ponctuels répulsifs. Globalement l'animation scientifique du GT est bien menée comprenant un séminaire mensuel organisé par et pour les doctorants et postdocs ainsi qu'un séminaire d'apprentissage machine ouvert à l'ensemble du laboratoire et au-delà.

La production scientifique de DaTinG est excellente et abondante. Elle comptabilise 673 publications (192 revues, 386 conférences internationales, 97 autres) soit environ 4,80 revue/conférence par ETP. 46 % des articles de revues et 55 % des articles de conférences sont publiés dans des revues (IEEE Transactions on Signal Processing, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, Applied and Computational Harmonic Analysis, Journal of Computational and Graphical Statistics, Journal of Machine Learning Research, Journal of the Optical Society of America A) et des conférences de référence (Conference on Neural Information Processing Systems, International Conference on Machine Learning, International Conference on Artificial Intelligence and Statistics, Transactions on Machine Learning Research, IEEE International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, European Signal Processing Conference, International Conference of the Association for Computational Linguistics, European Chapter of the Association for Computational Linguistics,

International Joint Conference on Artificial Intelligence, ..). 41 % des revues et 37 % des articles de conférences impliquent une collaboration internationale. La qualité de cette production scientifique est attestée par de nombreux prix et distinctions (voir ci-dessous) ainsi que neuf best paper awards, une place de finaliste au Bell Labs prize, deux Chaires IA – ANR, et la participation à de nombreux contrats européens (6) et nationaux (7). Les doctorants et post-doctorants participent activement à la production scientifique avec notamment cinq best paper awards signés par des doctorants et deux prix de thèse.

Les recherches de DatInG s'accompagnent de plus de nombreux logiciels (31) dont la plupart sont mis à disposition sous licence libre (le plus souvent une licence LGPL ou MIT). Plusieurs de ces logiciels ont une forte visibilité comme par exemple, le logiciel highway-env, un simulateur de conduite de véhicule sur route qui a été initialement développé dans le cadre de la thèse d'E. Leurent et est aujourd'hui visible et utilisé par différentes équipes dans le monde (2300 stars et 690 forks), le logiciel TaskSource pour l'interopérabilité (disponible sur huggingface, plus de 100 stars et plus de 500 k téléchargements) et Metric-learn, une extension de scikit-learn publiée dans la liste de ses 14 « contribs » (1400 stars, 230 forks).

Le rayonnement scientifique et l'attractivité de DatInG sont remarquables, de niveau mondial. Ce rayonnement est attesté par les prix, projets et distinctions obtenus, par exemple un projet soutenu par l'ERC, une médaille de bronze du CNRS (2021), deux prix L'Oréal-Unesco pour les femmes et la science, deux chaires IA et les séjours de plusieurs de ses membres dans des laboratoires prestigieux : Université d'Oxford, Alan Turing Institute, (London), Stony Brook University (USA), CWI (Amsterdam), McGill University (Canada), Université de Tokyo (Japon), Université de Berkeley (USA), Sapienza Université (Rome).

Malgré la très forte attractivité du secteur privé, DatInG a régulièrement recruté des jeunes chercheurs et enseignants chercheurs (4 CR CNRS, 6 Inria Starting Faculty Position, 2 MCF). De plus, au cours de la période, 96 thèses ont été encadrées dont 29 sont co-dirigées par des HDR extérieurs. Une part significative des thèses a été financée par des projets (25) et par le privé (17). Le ratio HDR/thèse est bon (1,06 thèse/HDR/an, 0,59 thèse soutenue/HDR/an).

L'attractivité de DatInG apparaît également dans sa participation à de nombreux (14) projets ANR, des projets internationaux de grande envergure (5 projets H2020 dont 2 en coordination), à de nombreux comités éditoriaux (IEEE Transactions on Signal Processing, IEEE Transactions on Information Forensics and Security, etc.) et de programme (Conference on Neural Information Processing Systems, International Conference on Machine Learning, etc.) et à l'organisation d'événements nationaux (Colloque Francophone de Traitement du Signal et des Images 2019, 500 personnes) et internationaux (Challenge Kaggle ALASKA-2).

La participation à de nombreux projets apporte des ressources financières conséquentes (1674 k€/an en moyenne). On note également un nombre très significatif de thèses financées par le privé (18/96), ce qui illustre à la fois l'attractivité des domaines de recherche de Dating et sa capacité à collaborer avec le monde industriel.

La politique de valorisation de DatInG inclut le partage de produits open source (comme l'utilisation de l'apprentissage fédéré dans le consortium G4 des hôpitaux régionaux afin de protéger les données des patients), la participation au processus de normalisation (par exemple, le groupe de travail sur les schémas de graphes de propriétés, PGSWG) et le transfert de connaissances (collaborations avec la CNIL et la DGA). La création de la start-up Nijta suite à une collaboration avec l'équipe MultiSpeech du LORIA (Nancy) illustre l'intérêt de cette politique.

DatInG a une forte activité de vulgarisation (participation aux émissions « L'Esprit sorcier » et « On vous en dit plus sur l'IA », création et animation du podcast « Thèse, Anti-thèse, Synthèse », aide à la conception de la BD « Les décodeuses du numérique », articles, exposés, interview, accueil de collégiens et de lycéens).

Points faibles et risques liés au contexte

Le tableau des effectifs montre une évolution tendancielle à la baisse du nombre d'enseignants-chercheurs qui contraste avec l'attractivité du domaine de recherche et avec la capacité du GT à recruter des chercheurs.

Le nombre de titulaires d'une HdR a également baissé avec les années, ce qui crée actuellement une pression sur la capacité de formation doctorale dans le périmètre du GT (sur les 54 thèses soutenues, 20 sont co-dirigées par des HDR extérieurs).

Analyse de la trajectoire du groupe thématique

L'orientation scientifique prise par le GT DatInG (respect de la vie privée, sécurité, robustesse et décentralisation de l'apprentissage) répond aux nouveaux enjeux liés au développement de l'IA. Le comité relève un rôle moteur du GT au sein de l'unité avec une participation importante à l'animation, scientifique globale via les axes transverses. Par ailleurs le GT a mis en place un séminaire commun et des actions d'interactions entre équipes même si l'essentiel de l'activité se déroule à l'échelle des équipes.

Avec le départ de l'équipe Links, le projet de recherche du GT se concentre sur l'IA et l'apprentissage statistique. Magnet se scinde en deux équipes, l'une travaillant sur l'IA de confiance (respect de la vie privée, garantie de sécurité et d'équité, apprentissage fédéré, cryptographie, garantie de précision, borne sur l'erreur), la seconde sur le TAL et son interaction avec la psychologie du langage. Scool (ex-Sequel) va poursuivre ses travaux dans le domaine de la prise de décision séquentielle dans l'incertain. Une partie de Sigma continue à travailler sur le traitement statistique du signal, les problèmes inverses et l'inférence bayésienne computationnelle, tandis qu'une autre transitionne de la sécurisation des données vers la détection d'images manipulées ou générées, une thématique importante avec le développement de l'IA générative.

Le projet scientifique des équipes de DatInG est clairement structuré et manifeste une forte dynamique scientifique sous la forme d'évolutions thématiques (IA responsable, détection d'images générées, TAL et psychologie du langage) et institutionnelles (départ de Links) des équipes. La thématique de l'IA responsable, qui est un des grands enjeux actuels, est renforcée.

Néanmoins, le projet proposé par la nouvelle équipe TAL est très générique (étude contrastive de l'apprentissage, des représentations et des algorithmes chez les humains et dans les modèles statistiques) et gagnerait à être situé par rapport aux travaux existants dans ce domaine.

De plus, la séparation de Magnet en deux équipes, l'une travaillant sur l'IA de confiance (apprentissage fédéré, cryptographie, garantie de précision, borne sur l'erreur), la seconde sur le TAL et son interaction avec la psychologie du langage affaiblit la possibilité d'une interaction fructueuse entre TAL et IA de confiance, ce qui est dommage, étant donnée l'importance des enjeux éthiques et sécuritaires soulevés par l'IA Générative. De même, il n'y a pas non plus de collaboration prévue entre l'équipe TAL et Scool (ex-Sequel).

RECOMMANDATIONS AU GROUPE THÉMATIQUE

Le comité souligne la remarquable dynamique scientifique du GT DatInG. Dans ces conditions, la préservation des ingrédients d'un tel succès est la principale recommandation à faire au GT. Au-delà de cette considération générale, l'auto-analyse du GT montre déjà un diagnostic précis et lucide, par exemple sur l'objectif d'augmenter le nombre de titulaires d'une HdR.

Par ailleurs, certains outils de ce succès, comme le séminaire d'apprentissage machine, pourrait devenir un élément d'animation transversal à l'échelle du laboratoire. De même, l'expérience accumulée par le GT dans le recrutement de chercheurs pourrait inspirer d'autres GT.

Groupe thématique 3 : GL – Génie Logiciel

Nom de la responsable : Mme Anne Etien

THÉMATIQUES DU GROUPE THÉMATIQUE

Durant la période de référence, le GT GL a été structuré en quatre équipes : Caramel (maintenant arrêtée), CARBON, RMOD (EPC Inria, devenue EVREF en cours de période), et Spirals (EPC Inria).

Ce GT a un large spectre de recherches dans le domaine du génie logiciel. Les travaux se répartissent en quatre grands thèmes transverses : modèles et métamodèles (Caramel, CARBON, et quelques travaux de Spirals), sécurité et robustesse (RMOD/EVREF et Spirals), Green Computing et consommation de ressources (RMOD/EVREF et Spirals), évolution logicielle et compréhension de programmes (RMOD/EVREF et quelques travaux de Spirals).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« Continuer à publier au meilleur niveau en essayant de généraliser cette pratique à toutes les équipes du GT, éventuellement en définissant des projets intra-GT. »

Les publications sont restées hétérogènes durant la période de référence, avec une différence marquée entre les deux équipes EPC Inria d'une part (Spirals et RMoD/EVREF), et les équipes non EPC d'autre part (Caramel et CARBON). Les collaborations intra-GT mentionnées dans le rapport d'auto-évaluation concernent des projets communs à Spirals et RMoD, et n'impliquent pas Caramel et CARBON dont la taille est plus modeste (l'équipe CARBON a été arrêtée en fin de période et l'avenir de Caramel est encore incertain).

« S'appuyer sur le rayonnement international pour monter ou participer à des projets européens. »

L'implication dans des projets européens sur la période est d'un bon niveau mais reste améliorable. Le comité note en effet le démarrage de deux projets de dimension européenne dans la période : un projet ANR bi-latéral France-Allemagne en tant que porteur, et un projet de la DG ECHO en tant que participant. Un projet Norvégien a également permis de financer quelques actions de formations et de courtes visites de recherche.

« Régler le problème de la répartition sur trois sites. »

Le problème de la répartition sur trois sites est resté en l'état.

« Atteindre une masse critique suffisante sur la thématique du développement de logiciels sûrs, peut être en collaborant avec d'autres équipes du laboratoire. »

Trois CR et une MCF ont été recrutés sur la thématique. En revanche, les personnes recrutées sont davantage dans le domaine de la sécurité que de la sûreté. Par ailleurs, comme mentionné dans le précédent rapport, des interactions sont possibles avec d'autres GT (notamment le GT SEAS autour des méthodes formelles pour la sûreté) mais aucune collaboration n'a été entamée sur la période.

EFFECTIFS DU GROUPE THÉMATIQUE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	6
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	9
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	24
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	8
Post-doctorants	1
Doctorants	28
Sous-total personnels non permanents en activité	37
Total personnels	61

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe thématique

L'attractivité, le rayonnement et la production scientifique des deux équipes EVREF et Spirals sont excellentes. Les équipes Caramel et CARBON sont en retrait. CARBON a cessé d'exister en fin de période, et le devenir de Caramel est incertain.

La valorisation des travaux du GT, par le biais de logiciels libres et de relations industrielles, est exceptionnelle.

L'animation scientifique au sein du GT est en retrait.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le GT a obtenu des résultats marquants dans chacune de ses thématiques.

Le comité relève notamment un travail conceptuel de structuration de l'espace de modélisation via la notion de sous-metamodèle, la définition de nouvelles approches de test pour les environnements des langages de programmation (compilateurs, interpréteurs, gestionnaires mémoire), des travaux permettant le calibrage automatique des mesures de la consommation énergétique du logiciel, et des solutions innovantes pour la migration des interfaces graphiques ayant fait l'objet d'un transfert vers l'industrie. Le travail de longue haleine du GT GL autour du logiciel Pharo a fait l'objet d'un consortium industriel qui a permis la création de l'équipe projet commune EVREF avec l'entreprise Berger-Levrault en 2023.

Le GT GL a une excellente production scientifique. En agrégeant les revues et les conférences, le taux de publication est de 2,7 articles/ETP/an. Parmi l'ensemble des publications, 60 % correspondent à des supports de qualité très bonne à exceptionnelle. On retrouve les supports généralistes les plus prestigieux du génie logiciel (IEEE Transactions on Software Engineering, International Conference on Software Engineering, Automated Software Engineering, Programming Language Design and Implementation), ceux de référence dans les sous-thèmes de ce domaine (par exemple Software and Systems Modeling et ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems pour l'ingénierie des modèles, International Conference on Software Maintenance and Evolution et International Conference on Software Reuse pour l'évolution du logiciel), mais aussi des supports de premier plan en sécurité informatique, en théorie des bases de données, en intelligence artificielle ou encore en services distribués. Cette diversité démontre un large spectre d'excellence.

La production scientifique inclut aussi des logiciels libres, dans lesquels le GT investit un effort important. Certains logiciels sont structurants pour les recherches, tout en favorisant les transferts vers l'industrie. Deux d'entre eux, PowerAPI et Pharo, sont soutenus par un consortium industriel, incluant notamment Thalès et Berger-Levrault pour le premier, et Orange et OVHCloud pour le second. Depuis plus de quinze ans, le GT a su fédérer une communauté autour du langage Pharo, avec plus de 150 contributeurs, et des utilisateurs dans 40 entreprises et seize groupes de recherche.

Le GT a un fort rayonnement international. Il a obtenu trois prix prestigieux d'articles les plus influents à l'épreuve du temps (décernés à IEEE International Working Conference on Software Visualisation 2023, ACM/IEEE International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems 2020, et Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems 2022), montrant l'impact des travaux sur le long terme. Une part significative (37 %) des articles sont co-signés par des collaborateurs internationaux, issus par exemple d l'École de Technologie Supérieure (ETS) Montréal, University of Göttingen, Stony Brook University, University of Adelaide, KTH,.... Sur la période, le GT a participé à sept projets de dimension européenne : deux projets H2020 (Stamp et Shift2Rail X2Rail-1), un projet Celtic-Plus (SENDATE TANDEM), deux projets DG ECHO (AIDERS et ARTION), un projet avec la Norvège (PACE) et un avec l'Allemagne (FACADES). Les membres du GT sont actifs dans l'organisation de conférences internationales, avec notamment la présidence de l'European Conference on Software Architecture en 2019, et celle du comité de programme de l'International Conference on Software Reuse en 2020.

De plus, le GT GL est attractif. Il a accueilli 68 doctorants (1,63/HDR/an) et seize postdocs. Il a recruté quatre CR Inria, deux CR CNRS, et trois MCF, ce qui, compte tenu des départs sur la période, correspond à une croissance de trois permanents. Il met en œuvre avec succès la politique de l'unité encourageant les jeunes recrutés à monter une ANR JCJC (4 projets obtenus sur la période).

Les liens avec l'industrie sont remarquables. Plusieurs travaux donnent lieu à des transferts, avec notamment un beau succès sur les méthodes de migration de code, récompensé par un prix de la Fédération des Industries Électriques, Électroniques et de Communication et Bpifrance de la recherche appliquée en 2023. L'équipe EVREF est commune avec l'entreprise Berger-Levrault, et Spirals a eu un laboratoire commun avec la société Scalair. Les collaborations industrielles amènent d'importantes ressources propres au GT (> 1 M€ en 2023), incluant douze conventions Cifre sur la période. Deux projets de start-up (basés sur la valorisation de produits logiciels) ont également vu le jour autour de travaux menés au sein du GT, même si les deux projets ont eu des difficultés liées à leur positionnement et au marché de leur produit et ont dû être abandonnés.

Enfin, les membres du GT contribuent à l'évaluation et à l'animation de la recherche : participations à la section 6 du CoNRS et à la section 27 du CNU (dont la présidence), présidence de l'ASF (chapitre français de l'ACM Special Interest Group in Operating Systems) et animation du GDR Génie de la Programmation et du Logiciel (GPL).

Points faibles et risques liés au contexte

Si l'activité scientifique du GT est globalement de tout premier plan, le comité constate cependant de fortes disparités entre les équipes. Les équipes Caramel et CARBON sont restées en retrait. La production scientifique de Caramel a comporté seulement trois publications internationales de qualité sur l'ensemble de la période (0,33/ETP/an). Les publications de CARBON reposaient essentiellement sur un permanent, qui a quitté l'unité en cours de période. Dans la partie positionnement et avancées scientifiques du DAE, l'équipe CARBON n'est d'ailleurs pas évoquée. D'autres départs ont encore fragilisé ces deux équipes, alors que l'ensemble des nouveaux recrutements au sein du GT est venu renforcer les équipes RMoD/EVREF et Spirals, et tous les projets de collaboration inter-équipes du GT ne concernent que ces deux équipes.

Plusieurs des départs qui ont affecté le GT, de permanents ou de doctorants en cours de thèse, ont été en direction de l'industrie. L'embauche par le monde socio-économique est une menace récurrente pour la thématique génie logiciel, pour laquelle il y a une forte demande industrielle.

Le nombre d'abandons de thèse a été élevé sur la période : sept doctorants, soit un peu plus 10 % de l'effectif. Les départs vers l'industrie n'expliquent que partiellement ce taux d'échec.

L'animation scientifique au sein du GT est faible, reposant essentiellement sur une journée annuelle avec présentation de posters et de démonstrations. Des séminaires réguliers existaient avant la période du Covid mais n'ont pas repris depuis.

L'incertitude sur le devenir des deux permanents restants dans CARBON est préoccupante et présente un risque pour ces personnes.

Analyse de la trajectoire du groupe thématique

La trajectoire du GT a été marquée par un affaiblissement des équipes Caramel et CARBON. En fin de période, l'équipe Caramel s'est arrêtée, et l'avenir de l'équipe CARBON reste incertain. Les réflexions en cours s'orientent vers l'arrêt de cette deuxième équipe fin 2024, ce qui est raisonnable au vu du faible effectif restant. Le GT se recentre donc sur les équipes EVREF et Spirals, qui ont connu une croissance en termes d'effectif (permanents et doctorants) et de budget. Les ressources contractuelles ont presque quadruplé sur la période : 547 k€ notifiés en 2018, 1 966 k€ en 2023.

La prospective du GT restera dans les mêmes quatre grands thèmes que ceux du bilan : sécurité et robustesse, green computing et consommation de ressources, évolution logicielle et compréhension de programme, modèles et métamodèles. Ce dernier thème, qui était le point fort des équipes Caramel et CARBON, reste peu développé dans la présentation du projet. Il va de fait se trouver marginalisé par l'arrêt de ces équipes. A contrario, le thème sécurité et robustesse, qui est celui qui a été le plus renforcé par des recrutements de permanents, va continuer à monter en puissance.

L'équipe Spirals réfléchit à une restructuration interne pouvant conduire à un éclatement en plusieurs équipes, autour de thèmes tels que l'éco-conception des systèmes logiciels, et l'ingénierie dirigée par les modèles appliqués à la virtualisation système et réseau. Si cette réflexion est tout à fait pertinente, il est dommage qu'elle soit menée uniquement au sein de l'équipe, et non dans le cadre plus large d'une recomposition éventuelle du GT.

RECOMMANDATIONS AU GROUPE THÉMATIQUE

L'animation scientifique au sein du GT est à renforcer.

Le comité recommande de mener les réflexions sur les restructurations internes au niveau de l'ensemble du GT, plutôt qu'au niveau de chaque équipe. Par ailleurs, au vu de l'évolution des équipes de petite taille sur la période, ces réflexions doivent inclure la masse critique des équipes, notamment dans la volonté de future restructuration de l'équipe Spirals en plusieurs nouvelles équipes.

Le taux d'abandon de thèse est un point à surveiller. Si le problème persiste, le comité recommande de mettre en place des mesures préventives, au niveau du recrutement et/ou du suivi des doctorants.

Le comité recommande d'accompagner au mieux l'intégration des deux permanents de CARBON dans de nouvelles équipes.

Groupe thématique 4 : I2C – Interaction et Intelligence Collective

Nom du responsable : M. Philippe Mathieu

THÉMATIQUES DU GROUPE THÉMATIQUE

Le groupe I2C s'intéresse à la modélisation et la mise en oeuvre d'interactions entre machines et humains, et plus généralement entre agents virtuels ou physiques. Cette problématique se décline selon trois axes. Le premier concerne les interactions humain-machine où l'ordinateur est l'interface-outil (équipes BCI, MINT, Loki) alors que le second adresse les interactions humain-machine où l'ordinateur est média pour l'éducation, l'apprentissage et la créativité (équipes NOCE et Algomus). Le troisième axe porte sur les interactions au sein des systèmes multi-agents, en mettant en avant le concept d'intelligence collective pour la résolution de problème et la modélisation individu-centrée des systèmes complexes (équipe SMAC).

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« Il faudrait veiller à améliorer le niveau de publications de certaines équipes, tant en qualité qu'en quantité et accompagner les membres peu actifs et/ou les chercheurs plus jeunes pour leur permettre une plus grande implication dans la communauté scientifique, et augmenter leur visibilité »

Le GT I2C a tenu compte de la recommandation sur le niveau de publications en réalisant une progression sur la qualité (augmentation du nombre de revues de références, avec par exemple Journal of Biomedical Informatics, Frontiers in Neuroscience, Transaction on Visualization and Computer Graphics) et la quantité (de 1,7 à 1,9 par ETP par an) des publications. Le GT a également amélioré l'accompagnement des MCF et CR vers l'HDR. Avec 5 soutenances dans le GT sur la période d'évaluation, l'effort a été significatif.

« Les interactions scientifiques au sein du GT, entre les différentes équipes sont aussi à renforcer, d'autant qu'un grand potentiel existe pour des collaborations fructueuses autour de l'interaction. »

En ce qui concerne les interactions scientifiques au sein du GT, on peut noter quelques actions fortes (CPER MAUVE, CPER Cornella) et le début de collaboration inter-équipes. Si cela va dans la bonne direction, ces interactions semblent encore modestes.

« L'organisation et la vie du GT gagneraient à être consolidées par des échanges plus réguliers entre les différents membres et les différentes équipes du GT (en organisant par exemple des séminaires d'équipes ouverts aux autres équipes, etc. »

Le GT a mis en place une animation avec deux séminaires annuels réunissant toutes les équipes ce qui, étant donnée la taille du GT, est assez peu.

« Le GT gagnerait à développer une stratégie permettant de renforcer les activités partenariales avec le tissu socio-économique et de les pérenniser »

Les activités partenariales avec le tissu socio-économique ont progressé, avec en particulier la concrétisation de quatre conventions Cifre.

« Le GT gagnerait aussi à augmenter le nombre de doctorants et à mettre en place un accompagnement des doctorants dans la sélection des conférences/revues à cibler pour leurs publications. Il devrait aussi veiller à réduire la durée des thèses »

Le GT a clairement répondu à la remarque sur le nombre limité de doctorants en faisant plus que le doubler, passant de 10 à 24 (à noter toutefois 6 abandons). Par ailleurs, la qualité des supports de publication s'est améliorée globalement pour le GT, incluant les doctorants.

« Pour certaines thématiques, le projet du GT gagnerait à positionner les perspectives à cinq ans par rapport aux défis scientifiques des domaines de recherche abordés et à leur impact sociétal. Le comité encourage le GT de se saisir du fort potentiel offert par le thème porteur de "l'interaction" unissant les différentes équipes, pour mener une réflexion sur les couplages et interactions scientifiques à développer. La complémentarité des thématiques traitées, mise en évidence dans la présentation globale du GT, pourrait donner lieu à des collaborations originales et fructueuses, même s'il est toujours plus facile de collaborer avec une équipe lointaine que dans son université ou son laboratoire, par exemple lors du montage de projets ANR ou européens. »

Chaque équipe a identifié des perspectives pour ses activités, qui ont influencé positivement leur trajectoire. Les perspectives communes pour l'ensemble du GT sont encore abstraites.

EFFECTIFS DU GROUPE THÉMATIQUE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	9
Maîtres de conférences et assimilés	17
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	4
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	34
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	7
Personnels d'appui non permanents	3
Post-doctorants	1
Doctorants	23
Sous-total personnels non permanents en activité	34
Total personnels	68

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe thématique

Les équipes du GT I2C présentent un rayonnement et une attractivité très variés. L'équipe Loki possède une visibilité internationale excellente. Elle est très bonne pour les équipes Algomus, BCI, MINT, SMAC. Celle de NOCE est en retrait.

Cette hétérogénéité se retrouve dans les publications scientifiques, d'un très bon niveau pour les équipes SMAC, MINT, BCI, et d'un niveau excellent pour Algomus et Loki. Le niveau de publication est en retrait au niveau international pour l'équipe NOCE. A noter que le GT compte 24 % de membres qui ne participent pas à la production scientifique.

La production logicielle est globalement excellente.

Les activités de médiation scientifique sont excellentes voire remarquables pour certains membres.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le positionnement scientifique du GT par rapport à la compétition internationale est d'un niveau excellent pour les travaux en IHM, systèmes multi-agents, modèles et interaction pour la musique (publications dans les meilleurs supports et distinctions internationales). Le GT continue de développer une vision scientifique centrée sur les interactions avec des productions scientifiques importantes et originales. Les équipes Loki, MINT, Algomus, BCI et SMAC se distinguent particulièrement par l'excellente qualité de leurs supports de publication à l'international (ACM International Conference on Computer Human Interaction, ACM Conference on User Interface Software and Technologies, International Journal on Human Computer Studies, PLoS ONE, IEEE Systems Man and Cybernetics, International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems, International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning, European Conference on Artificial Intelligence).

Les travaux de l'équipe BCI sur le filtrage sensoriel ont fait l'objet de trois publications remarquables en journaux (Journal of Neural Engineering, Journal Of Clinical Neurology, Neurosurgery And Spine), mettant en avant les développements d'outils matériels et logiciels et une validation avec des patients atteints d'amyotrophie

spinale. Les travaux originaux de l'équipe MINT sur l'augmentation de l'expérience utilisateur lors de spectacles ont donné lieu à plusieurs publications dans des revues et conférences internationales (IEEE Virtual Reality and 3D User Interfaces, International Conference on New Interfaces for Musical Expression). L'équipe Loki a obtenu des résultats de premier plan sur de nouvelles techniques d'interaction, de nouveaux périphériques avec retour haptique, et sur la découvrabilité des interactions tactiles et 45 % de ses publications en conférence sont dans les toutes meilleures conférences internationales (ACM Conference on User Interface Software and Technologies - UIST, ACM International Conference on Computer Human Interaction - CHI et IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - ISMAR). L'équipe NOCE a développé une approche d'analyse des données d'apprentissage de la programmation à partir de données massives (publication dans European Conference on Technology-Enhanced Learning). L'équipe Algomus a publié dans Transactions of the International Society for Music Information Retrieval (TISMIR) la première méthode d'analyse des formes sonates ainsi que ses travaux remarquables sur l'apprentissage de l'analyse harmonique. L'équipe SMAC a proposé un cadre formel des patrons de conception de systèmes multi-agents multi-échelles (publications dans la revue de référence SIMPAT), ainsi qu'une stratégie multi-agent pour les problèmes d'allocation de tâches de type MapReduce (publication dans Journal of Parallel and Distributed Computing). Enfin, en théorie des jeux computationnel, l'équipe a proposé des méthodes de transformation automatique pour améliorer les performances d'une stratégie donnée (publications dans IEEE Transaction on SMCS et journal SIMPAT).

Le GT a une production logicielle importante et variée. Il est remarquable qu'un algorithme conçu et développé par des membres du GT a été intégré dans le navigateur Chromium de Google, utilisé par des millions d'utilisateurs dans le monde. Cet algorithme permet de supprimer l'asynchronie perçue par les utilisateurs entre l'interaction et le rendu d'affichage à l'écran. Le GT est le principal contributeur de la plateforme PIRVI (les référents scientifiques de la plateforme sont membres du GT), dédiée à la réalité virtuelle et augmentée à destination des équipes de recherche et des partenaires-utilisateurs. Le GT est le créateur et principal contributeur de la plateforme Dezzann, dédiée à l'écoute et à l'annotation de musique sur le web, utilisée par des chercheurs en musicologie, ainsi qu'en classe d'éducation musicale pour les collèges et lycées.

Concernant l'attractivité et le rayonnement, l'équipe Loki se distingue avec un niveau remarquable comme en témoignent les distinctions (un Google research award, une chaire IUF, quatre best paper awards à la conférence ACM International Conference on Computer Human Interaction et un à la conférence IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, un prix de thèse de l'Association Francophone en Interaction Humain Machine) et l'implication dans l'organisation de conférences internationales (ACM International Conference on Computer Human Interaction, ACM Conference on Engineering Interactive Computing Systems, ACM Conference on Mobile Human Computer Interaction).

Trois projets ANR sont coordonnés par des membres du GT (projet Causality sur la période 2018-2024, projet DISCOVERY pour la période 2019-2024, projet CollabScore 2021-2024) et des membres du GT participent à deux autres projets ANR. Des membres du GT participent (sans être porteurs) à des projets européens Interreg (France-Wallonie-Vlaanderen Teach Transition pour la période 2020-2022, Interreg France-Wallonie-Vlaanderen Dig-e-Lab pour la période 2016-2019, Interreg North-West Europe SCALE-UP4REHAB pour la période 2023-2028).

Le niveau d'animation scientifique du GT est bon. Le GT fournit l'opportunité à ses doctorants de mettre en valeur leurs travaux lors des séminaires bi-annuels. Plusieurs collaborations inter-équipes ont vu le jour. En particulier, MINT et NOCE collaborent sur le projet CPER MauVE, qui a donné lieu à une mobilité inter-équipe, MINT et Loki collaborent dans le cadre d'une thèse, MINT et Algomus collaborent dans le cadre d'un stage (projet IRCICA).

Concernant la médiation scientifique, le GT a une activité importante de partage des connaissances vers le grand public. Des membres du GT ont participé à des émissions audio-visuelles (émissions « La méthode scientifique » sur France Culture et « Ramène ta science » sur France bleu », émission spéciale de l'Esprit Sorcier sur l'intelligence artificielle) et écrits dans des supports généralistes (plusieurs chapitres de livre, articles de magazines). Des membres du GT ont réalisé une quinzaine d'interventions en milieu scolaire (deux projets « Les Science Infusent » pour les académies de Lille et Amiens).

Dans les activités remarquables, le comité relève l'apport de Jean-Paul Delahaye (PR Emérite), qui tient depuis des années une chronique mensuelle dans le magazine Pour la Science.

Points faibles et risques liés au contexte

Le positionnement scientifique du GT par rapport à la compétition internationale est hétérogène, allant d'un niveau international pour les travaux en IHM (publications dans les meilleurs supports et distinctions internationales) au niveau national pour les travaux sur les EIAH.

Concernant le bilan scientifique, la production n'est pas homogène sur l'ensemble des équipes. Le GT compte ainsi des membres qui ne participent pas à la production scientifique (24 % de non-publants).

L'équipe NOCE publie principalement les résultats de ses travaux de recherche dans des supports francophones et un grand nombre de publications se font dans des supports des sciences de l'éducation.

Le taux d'encadrement de thèses pourrait être plus élevé (actuellement 24 thèses pour 33 membres permanents). Et le taux de publications avec des doctorants dans les journaux est un peu bas (32 %).

L'animation et les interactions entre équipes sont encore limitées (2 séminaires par an).

Les équipes NOCE et SMAC sont en retrait sur le portage de projets ANR ou européens (participation à 2 projets Interreg pour NOCE et participation à un projet ANR pour SMAC).

L'implication dans des comités de programme ou comités éditoriaux internationaux sont en retrait pour Algomus (1 présidence de comité de programme de conférence francophone pour 1 membre) et NOCE (1 seul membre de l'équipe participe au comité de programme de l'European Conference On Technology Enhanced Learning).

Les collaborations contractuelles avec des acteurs économiques sont en retrait pour tout le GT.

Analyse de la trajectoire du groupe thématique

Le GT I2C a utilisé à profit l'évaluation précédente pour engager des actions correctives sur les points faibles identifiés. Il a judicieusement utilisé le thème de l'interaction pour intégrer les thématiques scientifiques du groupe autour de l'objectif commun de l'amélioration des différents modes d'interaction. De plus, récemment, en janvier 2024, l'équipe Algomus a rejoint le GT ajoutant de manière cohérente la thématique de la modélisation et l'interaction pour l'analyse et la co-crédation de musique. La trajectoire est très positive et en progression concernant la qualité de la production scientifique, l'accompagnement des MCF et CR vers l'HDR, et le nombre de doctorants.

La qualité des publications en revues et en conférences a progressé (publications dans des revues internationales de premier plan). Cette progression est très nette pour les équipes BCI, SMAC et NOCE, qui étaient les plus concernées par cette recommandation du comité précédent.

Le comité note dans la période une progression des collaborations inter-équipes (collaboration sur le projet CPER MauVE ayant donné lieu à une mobilité inter-équipes, co-encadrement d'une thèse et d'un stage entre plusieurs équipes du GT).

Les perspectives sont claires et pertinentes pour les équipes Algomus, BCI, Loki, MINT et SMAC. L'équipe BCI souhaite continuer à développer ses travaux sur les interfaces neuronales et en particulier d'étudier les possibilités concrètes de leurs usages. L'équipe Loki continuera ses recherches sur la temporalité des IHM. L'équipe MINT souhaite étendre la notion d'interaction en situation observée en s'appuyant sur des cas d'étude des domaines artistique, pédagogique et de la rééducation. L'équipe Algomus a récemment rejoint le GT I2C (janvier 2024), il s'agit donc d'un nouvel apport au GT, dont les perspectives sont à la croisée de la modélisation musicale et des interactions musiciens-machines.

Enfin l'équipe SMAC met en avant la problématique aujourd'hui majeure en IA de l'explicabilité des algorithmes/modèles, avec l'ambition d'adresser des enjeux sociétaux de type juridique, éthique ou économique. L'équipe est particulièrement bien positionnée pour aborder cette question dans le cadre des systèmes multi-agents. Les perspectives de l'équipe NOCE sont centrées sur les démarches et outils d'acquisition et de traitement de données expérimentales, l'aspect scientifique n'est pas explicité.

Globalement, les équipes montrent une vision claire des perspectives de leurs recherches respectives par rapport aux défis scientifiques et leur impact sociétal. Cependant les perspectives communes pour l'ensemble du GT sont encore abstraites.

RECOMMANDATIONS AU GROUPE THÉMATIQUE

Le GT regroupe un grand nombre d'équipes aux activités et approches diverses. Afin d'assurer une cohérence et une structure pour la collaboration inter-équipes, il serait nécessaire que le GT intègre les perspectives de recherche des équipes autour d'un projet commun (description explicite d'axes et sujets de recherche communs à plusieurs ou toutes les équipes) comme il l'a fait pour l'objectif commun de l'amélioration des différents modes d'interaction.

Le comité recommande de poursuivre l'effort de collaboration inter-équipes au sein du GT, effort initié en augmentant le nombre de thèses et projets contractuels.

Le comité recommande de développer les collaborations contractuelles avec des acteurs du monde socio-économique, en particulier pour les équipes BCI et Loki. Les problématiques apportées par les acteurs du

monde socio-économique peuvent en effet permettre d'identifier des problèmes de recherche complémentaires à ceux déjà traités et augmenter le champ d'application des travaux déjà reconnus par le monde académique.

Le comité recommande au GT d'examiner comment accompagner, avec l'unité, de poursuivre l'effort de la reprise d'une activité de recherche et/ou de publication des membres non ou peu publiants.

Le comité recommande à l'équipe de NOCE de poursuivre l'effort d'amélioration du niveau des publications internationales et de privilégier les supports de publication de la section 27 pour faciliter la carrière de ses membres.

Groupe thématique 5 : Image

Nom du responsable : M. Mohammed Daoudi

THÉMATIQUES DU GROUPE THÉMATIQUE

Le GT Image développe des méthodes et des algorithmes pour la vision par ordinateur, avec un investissement spécifique portant sur l'analyse des images couleur et multispectrales, l'interprétation des scènes vidéo et l'analyse de formes d'objets 3D. La modélisation, l'analyse et la reconnaissance des mouvements et des comportements humains font en particulier l'objet de plusieurs ensembles de travaux dans la période évaluée.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« Les revues internationales ainsi que les conférences sélectives devront devenir des cibles privilégiées pour l'équipe ».

Un effort a été fait pour privilégier les revues et les conférences sélectives, comme en atteste un nombre très significatif de publications dans les meilleures revues du domaine telles que IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on Multimedia, IEEE Affective Computing, Neurocomputing, même si les chiffres annoncés correspondent à une liste un peu trop large de cibles à privilégier. Ainsi, Journal of Electronic Imaging ne peut plus être considéré comme une revue de référence.

« Le GT doit travailler pour que plus de membres participent à des comités éditoriaux de revues internationales en tant qu'éditeur associé. »

Le comité relève davantage de membres participant à des comités éditoriaux de revues internationales en tant qu'éditeur associé. Le GT participe ainsi désormais à un nombre appréciable de comités éditoriaux de revues de référence (dont IEEE Transactions On Affective Computing et IEEE Transactions on Multimedia), mais de façon très inégalement répartie parmi ses membres.

« Les taux de publications des permanents doivent être plus homogènes. »

Les taux de publication restent foncièrement hétérogènes, un seul chercheur produisant plus du tiers des publications du GT.

« L'animation scientifique du GT Image dans sa globalité, permanents, doctorants et post-doctorants, se résume à une réunion annuelle. Le GT Image pourrait mettre en place une animation scientifique interne au GT plus régulière (mensuelle ou bimestrielle) avec des séminaires intra-équipe et inter-équipes. »

En dehors de la journée annuelle, quelques efforts ont été faits dans le sens d'une animation scientifique à l'échelle du GT Image, sous la forme de présentations lors de séminaires du GT, à un rythme à peine bimestriel.

« Les aspects apprentissage profond doivent être clairement affichés afin de faire émerger une thématique transversale qui permettrait à un grand nombre des membres du GT Image de développer de nouvelles collaborations. En effet, dans le projet présenté, cohérent et dans la continuité des recherches actuelles, quelles que soient les données traitées (image couleur, objet 3D, séquence vidéo) les aspects apprentissages profonds devraient prendre une importance non négligeable. »

L'apprentissage profond a pris une place très significative dans les travaux publiés dans chaque équipe : analyse de formes 3D de corps humain dynamiques par apprentissage profond sur des variétés non-linéaires (3D-SAM) ; réseaux de neurones impulsionnels pour la vision par ordinateur (FOX) ; réseau de neurones convolutifs adapté à des images multispectrales (Imagerie couleur).

EFFECTIFS DU GROUPE THÉMATIQUE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	6
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	10
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	1
Personnels d'appui non permanents	1
Post-doctorants	1
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	10
Total personnels	20

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe thématique

L'attractivité, la visibilité et le rayonnement du GT Image sont très bons (et excellents pour certains membres du GT). La production scientifique du GT s'est améliorée par rapport à la période précédente et elle est globalement d'un très bon niveau (et certains membres de ce GT ont une production excellente). Par ailleurs, le GT développe des relations avec le monde non académique de très bon niveau, il s'investit fortement dans des collaborations industrielles locales fructueuses et l'un de ses chercheurs est très impliqué dans la médiation scientifique. Cependant, ce GT qui favorise peu les interactions entre ses équipes, de petite taille, présente un risque d'instabilité.

Points forts et possibilités liées au contexte

Chacune des trois équipes du GT Image parvient à publier ses travaux les plus en vue dans des journaux ou conférences de référence, démontrant une qualité scientifique sur la totalité du spectre d'activité du GT. Chaque équipe a su intégrer l'apprentissage automatique par réseaux de neurones dans ses recherches, conduisant à des publications de premier plan en vision par ordinateur et en reconnaissance des formes (dans IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Pattern Recognition, Pattern Recognition Letters).

Le GT développe des recherches fortes et internationalement reconnues sur la génération dynamique d'expressions faciales tournées vers les sciences cognitives. Il se distingue aussi par l'originalité de ses travaux sur les modèles de réseaux de neurones impulsionnels et leur potentiel en traitement d'images.

À l'échelle du GT, une part significative de la production scientifique résulte de collaborations internationales (60 % des publications en journaux).

La production scientifique du GT Image est d'un très bon niveau : 4,3 publications par an et par ETP. Une part significative des articles est publiée dans des journaux sélectifs (trois dans IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, un dans IEEE Transactions on Image Processing, un dans IEEE Transactions on Multimedia, huit dans IEEE Affective Computing, cinq dans Neurocomputing, trois dans Pattern Recognition Letters). Par ailleurs, environ 60 % des publications ont impliqué un doctorant ou une doctorante, dix-sept ayant soutenu sur la période, soit 0,53 thèses soutenues par HdR et par an en moyenne sur la période.

Le rayonnement scientifique du GT Image est très bon, et même excellent pour l'équipe 3D-SAM. Il s'est traduit, d'une part, par l'organisation de plusieurs manifestations scientifiques, dont une conférence IEEE (14th International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, par l'équipe 3D-SAM) et la 18ème édition de la conférence internationale Content-Based Multimedia Indexing par l'équipe FOX. Il s'est traduit d'autre part par des rôles clés dans des comités scientifiques de conférences internationales reconnues en vision par ordinateur comme ACM Multimedia 2018, et ACM International Conference on Multimedia Retrieval 2019 et 2022. On note aussi un fort investissement en responsabilités éditoriales, avec un rôle d'éditeur associé pour sept revues internationales dont IEEE Transactions on Affective Computing, IEEE Transactions on Multimedia, Computer Vision and Image Understanding, ACM Transactions on Multimedia Computing.

Le rayonnement et l'attractivité du GT se traduisent par le fait que chaque équipe possède un réseau de collaborations, notamment internationales, jouant un rôle majeur dans la dynamique de production scientifique. C'est en particulier le cas pour l'équipe 3D-SAM, dont la visibilité internationale est attestée par exemple par le coportage de l'IRP (International Research Project) CNRS GeoGen3DHuman. Des relations suivies, par exemple avec les Universités Florida State (US), Western Australia (AU) et Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (DZ), ont impliqué l'accueil de collègues étrangers produisant de beaux résultats scientifiques, respectivement pour la génération et la comparaison de surfaces de corps humains (équipe 3D-SAM, résultats publiés dans les actes de International Conference on Computer Vision (ICCV), pour l'étude de mouvements faciaux pour l'analyse du visage (équipe FOX, résultats publiés dans plusieurs journaux, dont IEEE Image Processing, IEEE Affective Computing et Neurocomputing), et pour la sélection d'attributs en apprentissage supervisé et semi-supervisé (équipe imagerie couleur, résultats publiés dans Knowledge-Based Systems).

Au niveau national, le GT participe à plusieurs projets structurants, tels que le projet Equipex+ CONTINUUM (interface Informatique/SHS), et tout récemment le PEPR eENSEMBLE (Futur de la collaboration numérique).

Par ailleurs, le GT s'investit fortement dans des collaborations industrielles, souvent avec des PME ou des Start-up (EOMYS, MCQ-scann, CareClever), sous la forme de conventions Cifre et majoritairement de partenariats soutenus par l'I-SITE ULNE ou la Région Hauts-de-France, produisant des publications, mais aussi des logiciels, dont au moins un (DeepFace4health) fait l'objet d'une maturation avec la SATT Nord.

Un chercheur éminent du GT dispose d'une réelle visibilité, y compris auprès du grand public, avec des interventions dans les médias (France Inter, the Conversation) et auprès de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques.

Par ailleurs, un enseignant-chercheur de l'équipe imagerie couleur assure la direction de l'Ecole Doctorale MADIS (Mathématiques, sciences du numérique et de leurs interactions).

Points faibles et risques liés au contexte

La répartition de la production scientifique du GT reste hétérogène parmi les permanents, un PR produisant plus du tiers des publications et le reste étant inégalement réparti entre les membres permanents.

Par ailleurs, la sélectivité des conférences est en retrait par rapport à celle des revues, seuls 36 % des articles de conférence ayant été publiés dans des actes de conférences reconnues du domaine.

Le rayonnement du GT Image est fortement déséquilibré, un chercheur concentrant l'essentiel des éléments de rayonnement scientifique du GT (outre qu'il produit plus du tiers des publications).

Le bilan du GT Image se présente de façon fragmentée, sans interaction manifeste entre les trois petites équipes qui le constituent, dont une en particulier (3D-SAM) est d'une taille très réduite (deux permanents). Ainsi, le bilan du GT n'indique pas en quoi son évolution scientifique vers les architectures de type réseaux de neurones s'est accompagné d'une réflexion partagée entre les équipes. Compte tenu de leur proximité thématique, trop peu d'éléments relèvent d'une vision scientifique et stratégique commune. De ce fait, le GT Image est morcelé, d'autant plus que l'équipe FOX n'est pas hébergée sur le même site que les deux autres équipes. Ce morcellement est susceptible de nuire en premier lieu à l'intégration des collègues en début de carrière, mais aussi à l'environnement scientifique fourni aux doctorants.

L'évolution des effectifs montre plusieurs éléments de fragilité, qui pourraient menacer la pérennité du GT dans les prochaines années. En effet, les effectifs permanents ont baissé sur la période pour atteindre 4 PR et 6 MCF fin 2023, malgré trois recrutements MCF successifs entre 2021 et 2023 par l'ULille. Cette baisse d'effectifs est fortement liée au départ de quatre enseignants-chercheurs de l'IMT Nord Europe entre 2019 à 2023. Un seul est encore membre du GT Image (et de Cristal en tant que chercheur associé) à la date de l'évaluation. Par ailleurs, l'âge médian des quatre PR du GT est 59 ans en 2024, et aucun des MCF n'est actuellement titulaire d'une HDR.

L'évolution négative des effectifs permanents et le déséquilibre de sa distribution risquent de remettre en cause la faisabilité du projet, voire l'existence même du GT.

Analyse de la trajectoire du groupe thématique

Le GT Image présente un projet scientifique équipe par équipe, en continuité avec les travaux présentés dans le bilan. Dans le cas des équipes 3D-SAM et FOX, il s'agit en particulier de poursuivre des dynamiques scientifiques autour de l'intelligence artificielle en vision par ordinateur. Ces projets sont légitimes et convaincants, avec une mention particulière pour l'approfondissement des recherches sur les modèles de réseaux de neurones impulsionnels, qui s'inscrivent dans la thématique de l'IA frugale, et pour laquelle l'équipe FOX peut déjà revendiquer une forte expertise. Le potentiel de ces recherches reste important, à la fois en termes d'impact scientifique, mais aussi de visibilité pour le laboratoire.

De son côté, l'équipe imagerie couleur propose quelques éléments de projet tourné vers l'analyse d'images multispectrales, mais peu d'éléments sont fournis sur la dynamique scientifique à construire.

Par ailleurs, le SWOT du GT Image pointe l'absence de collaboration scientifique entre équipes, malgré leur proximité thématique, ce qui est effectivement regrettable. En particulier, les équipes FOX et 3D-SAM sont deux équipes de vision par ordinateur expertes en analyse du mouvement humain. D'autre part, la thématique de l'équipe imagerie couleur se rapproche de celle de l'équipe Sigma du GT DatInG concernant l'imagerie physique, proximité qui n'est pas non plus mise en valeur.

Les autres éléments du SWOT établissent un constat lucide sur la situation fragile du GT Image, malgré un bilan scientifique factuellement très satisfaisant. En revanche, le comité regrette que le GT Image ne développe pas une analyse plus poussée et volontariste sur des actions stratégiques à mener pour corriger les faiblesses détectées et parer les menaces à venir.

RECOMMANDATIONS AU GROUPE THÉMATIQUE

Le comité recommande au GT Image de responsabiliser les MCF expérimentés au sujet du passage d'une HDR.

Le comité invite le GT Image à mener des actions volontaristes auprès de potentiels candidats à des postes de chercheur. La capacité d'autres groupes thématiques de l'unité à recruter des chercheurs est à prendre en exemple.

Le comité recommande une attention accrue à la qualité des conférences ciblées.

Selon l'analyse du comité, une reconfiguration des composantes de ce groupe thématique est à construire au cours de la prochaine période. En effet, le GT Image apparaît morcelé en trois petites équipes, dont une de taille critique, et rencontrera un problème de relève de ses chercheurs habilités au cours du prochain mandat. Ces difficultés doivent être examinées et des évolutions proposées, à l'échelle du laboratoire.

Les GT Image et DatInG ont en commun une dynamique scientifique tournée vers l'apprentissage automatique. Même si les données et les méthodes sont de nature variée, il existe une continuité thématique entre certaines équipes de ces deux GT (principalement, entre les équipes SIGMA et Imagerie couleur). La concertation et les échanges entre les deux GT pourraient fournir les bases d'une configuration plus pérenne.

Groupe thématique 6 : MSV – Modélisation pour les Sciences du Vivant

Nom du responsable : M. Cédric Lhoussaine

THÉMATIQUES DU GROUPE THÉMATIQUE

Le GT MSV (Modélisation pour les Sciences du Vivant) comprend deux équipes (Bonsaï et Biocomputing) qui ont en commun de travailler sur des thématiques en relation avec des questions biologiques et médicales.

L'essentiel des travaux de l'équipe Bonsaï s'articule autour de l'algorithmique des séquences et de ses applications biologiques (e.g., structures d'index, assemblage de séquences). L'équipe Biocomputing s'intéresse à la modélisation des systèmes biologiques (e.g., réseaux d'interaction, voies métaboliques), en utilisant principalement un formalisme logique.

Il est à noter que le thème de recherche de Bonsaï est plus ancien et plus établi que celui de Biocomputing.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« Au vu de l'activité du GT, il serait souhaitable de réduire l'hétérogénéité qualitative et quantitative de la production scientifique au sein du GT, sans pour autant fusionner les thèmes de recherche. »

L'hétérogénéité dans la production scientifique du groupe a été réduite mais reste importante, notamment entre les deux composantes du groupe (environ six fois plus d'articles dans des revues pour Bonsaï, ce que ne compense pas un plus grand nombre d'actes de conférence pour Biocomputing).

« L'activité de modélisation pour la biologie des systèmes, en particulier, gagnerait en visibilité en ciblant des revues plus centrales dans ce domaine (par exemple Molecular Systems Biology ou BMC Systems Biology). »

L'équipe Biocomputing a diffusé une partie de ses résultats dans des conférences de biologie des systèmes mais pas dans des revues de biologie des systèmes comme suggéré dans le précédent rapport.

« L'offre logicielle du GT est très large (le rapport mentionne 11 logiciels maintenus par le groupe) et certains logiciels sont maintenus depuis de nombreuses années. Cette offre participe à l'impact et au rayonnement du GT mais elle s'accompagne de difficultés de maintenance qu'il conviendrait d'aborder de front dans le projet. »
« Le projet scientifique du GT nécessitera un support important pour le développement et la maintenance de logiciels à destination du milieu biomédical. Les directions du GT et du laboratoire devront réfléchir aux outils à mobiliser pour cela. »

Le groupe s'est bien saisi de la question de la charge de la maintenance logicielle et y a apporté un certain nombre de réponses (affectation d'un ingénieur de recherche, mise en place d'un consortium, abandon de la maintenance de certains logiciels).

« Enfin, il serait souhaitable que les membres du GT s'impliquent plus dans la coordination de projets, en particulier à l'international. »

Les membres du GT se sont bien impliqués dans la coordination et la participation à des projets mais sont restés dans un cadre national pour la période couverte par ce rapport.

« La vie du GT reposant essentiellement sur la colocalisation de ses membres, celle-ci devra impérativement être maintenue lors des réorganisations à venir. Le GT gagnerait cependant à formaliser un peu plus ses activités d'animation. »

Si la colocalisation a bien été maintenue, les activités d'animation interne du groupe restent informelles pour une large part.

« L'activité de biologie des systèmes gagnerait à intensifier ses interactions avec des équipes de biologie expérimentale. »

L'équipe Biocomputing a bien mis en place, avec succès, plusieurs collaborations avec des équipes expérimentales (CHU de Lille, Unité Évolution, Écologie, Paléontologie UMR 8198, UMRT INRAE BioEcoAgro).

EFFECTIFS DU GROUPE THÉMATIQUE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	2
Maîtres de conférences et assimilés	7
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	14
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui non permanents	2
Post-doctorants	1
Doctorants	7
Sous-total personnels non permanents en activité	10
Total personnels	24

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe thématique

L'attractivité et le rayonnement du GT MSV sont très bons. La production scientifique du groupe est à la fois variée (théorique et appliquée) et d'excellente qualité. En termes quantitatifs, elle est soutenue pour l'équipe Bonsaï, un peu moins pour l'équipe Biocomputing. La production logicielle est excellente.

L'interaction avec la société est excellente, de par la nature même des thématiques portées par le groupe, dans le domaine de la santé. L'activité contractuelle est essentiellement nationale.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le GT MSV a obtenu des résultats marquants grâce des collaborations extrêmement fructueuses avec des équipes médicales et biologiques. Un premier exemple est le développement d'une approche permettant de mieux modéliser l'absorption du glucose en utilisant un marqueur biologique alternatif dans le cadre d'une étude sur le diabète de type 2. Ce travail a obtenu un « best paper award » lors d'une conférence de référence de biologie des systèmes. La forte activité du groupe dans le domaine de l'indexation et l'analyse de séquences, un domaine très compétitif tant au niveau national qu'international, a mené à des approches permettant de gérer la taille croissante des données de séquences, qui ont donné lieu à de nombreuses publications. Outre leur intérêt académique, ces travaux ont un impact sociétal. En particulier, ils sont à l'origine d'un logiciel (prix de la science ouverte en 2022) utilisé en routine pour le suivi de patient atteints de cancers du sang.

Les travaux du Gt MSV sont diffusés en conférences et, majoritairement, dans une large variété de revues allant de l'informatique théorique (Theoretical Computer Science, Algorithmica), à des revues médicales ou purement biologiques (British Journal of Cancer, Virology) en passant par des journaux publiant des méthodes pour résoudre des questions biologiques (Bioinformatics, Journal of Computational Biology, Genome Research). La plus grande partie des productions du GT est publiée dans des revues et conférences très sélectives qui font référence dans leurs domaines respectifs (Nature Methods, Science Advances). Durant la période d'évaluation, le GT a eu une production soutenue, publiant une soixantaine d'articles dans des revues internationales (1,14/ETP/an) et une vingtaine d'actes de conférences internationales (0,45/ETP/an).

Le GT démontre une excellente activité dans le domaine du développement logiciel (16 logiciels développés) et produit d'excellents outils qui sont mis à la disposition de la communauté médicale et scientifique. Par

exemple le logiciel Vidjiil (analyse des recombinaisons moléculaires de lymphocytes à partir de données haut-débit pour le suivi de leucémies) et la base de données Norine (Base de données de peptides non-ribosomiques incluant des outils d'analyse) ont tous deux obtenus un prix de la science ouverte du logiciel libre.

La très bonne reconnaissance internationale du GT se manifeste par sa participation à l'organisation de conférences de référence (RECOMB - REsearch in COmputational Molecular Biology - 2018 et SPIRE - String Processing and Information REtrieval - 2021), ses participations à de nombreux comités de programme (dont CMSB - Computational Methods in Systems Biology - 2023), l'obtention d'un best paper award à la conférence International Joint Conference on Learning & Reasoning 2021, et des collaborations variées (université de Kyoto, université de Liège, université d'Helsinki, l'université de Stockholm, institut suisse de bioinformatique, European Bioinformatics Institute).

La qualité des recrutements effectués ces dernières années, incluant entre autres deux CR CNRS, démontre la très bonne attractivité du GT.

L'activité contractuelle du GT s'effectue dans le cadre national avec une dizaine de projets ANR (entre autres AGATE, FindRNA, REBON), dont cinq portés par le GT, et plusieurs financements du CNRS (dispositif 80' de la MITI – Mission pour les Initiatives Transverses et Interdisciplinaires).

A delà de leur valeur scientifique, les résultats obtenus par le GT ont de réelles applications pratiques et un excellent impact sociétal. En particulier, les travaux relatifs à la synthèse de molécules (notamment la mycosubtiline, un antifongique) dans Biocomputing, et ceux consacrés au suivi de cancer du sang par l'analyse de données de séquençage haut débit de cellules immunologiques dans Bonsaï, ont suscité l'intérêt d'entreprises privées (Lipofrabrik pour Biocomputing et SeqOne pour Bonsaï).

Le comité constate une implication importante du GT dans l'animation de la recherche au niveau local (participation à la plateforme Bilille, organisation d'évènements), national (direction du GDR BiM, animation de groupes de travail et organisation de journées nationales de GDRs, organisation de manifestations, participation au CSE 45 de l'ANR, à la CID 51 du CoNRS) et international (organisation de conférences de référence dans ses thèmes de recherche : SPIRE - String Processing and Information REtrieval – 2021, CMSB - Computational Methods in Systems Biology - 2023).

Le groupe thématique mène une très bonne activité de médiation scientifique (participation à un documentaire, interventions dans le secondaire, travaux de vulgarisation, notamment autour du COVID).

Points faibles et risques liés au contexte

Un risque général de la recherche interdisciplinaire est une possible déconnexion entre travaux purement appliqués, c'est-à-dire sans développements méthodologiques originaux, et travaux purement théoriques. Si produire de temps en temps de tels travaux est inévitable dans un cadre interdisciplinaire, maintenir un lien entre théorie et applications demande volontarisme et vigilance. Une autre difficulté générale de l'interdisciplinarité est de devoir composer avec des habitudes de publications parfois très différentes entre l'informatique et le domaine d'application. En particulier, un point de vigilance pour le GT est le passage à un modèle de publication uniquement payant, qui devient la règle en biologie-santé, de journaux dans lesquels il publie régulièrement.

Les risques pesant sur les deux équipes composant le GT apparaissent très différents. En effet, la recherche de Bonsaï s'articule autour d'un objet informatique central, les séquences, sur lequel elle possède une forte expertise. Un risque à long terme est que ce thème de recherche étant à la fois ancien et très étudié, avec une importante compétition nationale et internationale, obtenir des résultats significatifs ne finisse par devenir de plus en plus difficile. Le domaine de recherche de Biocomputing, la modélisation des systèmes biologiques, fait intervenir un ensemble d'objets informatiques et mathématiques très variés. Un risque est ici une dispersion des moyens humains, nécessairement limités, dans un trop grand nombre de types de modélisation.

Si la production scientifique de l'équipe Biocomputing a progressé par rapport à l'exercice précédent (et est tout à fait honorable et reconnue, avec notamment l'obtention de deux « best paper awards »), un déséquilibre important persiste entre les deux équipes du GT du point de vue du nombre d'articles publiés (49 articles pour Bonsaï contre 8 pour Biocomputing). Les différences en termes d'effectifs et de thématiques de recherche n'expliquent pas complètement ce constat. Outre la mise en place de nouvelles collaborations, la variété des approches adoptées par Biocomputing peut jouer en défaveur d'une plus forte dynamique interne.

Sur la période couverte par le rapport, le GT MSV a accueilli peu d'étudiants en thèse. Le ratio nombre de thèses soutenues par ETP-HDR/an (0,06) du GT est significativement faible en regard du ratio général de l'unité (0,38). Un problème connexe est qu'une proportion relativement faible de MCF-CR est habilitée à diriger des recherches (environ 17 % contre 33 % pour l'ensemble de l'unité).

L'intérêt porté par des entreprises privées aux travaux du GT ne s'est pas traduit par des contrats Cifre.

L'animation scientifique interne du GT est assez informelle.

L'activité contractuelle se limite au niveau national.

Analyse de la trajectoire du groupe thématique

Le projet présenté par le GT se place pour une large part dans la continuité de travaux et collaborations déjà engagés. Il s'y dégage toutefois un certain nombre d'axes nouveaux ou récents avec une relative prise de risque au niveau scientifique.

Biocomputing propose de développer un niveau d'abstraction qui permettrait d'unifier les approches d'analyse de réseaux de régulation basées sur des modèles quantitatifs et logiques. C'est un objectif ambitieux, qui pourrait avoir des retombées importantes pour l'équipe en permettant de concilier différents points de vue qui y sont considérés. L'équipe projette ensuite de poursuivre et développer les collaborations en santé (modélisation de l'absorption du glucose), et en biotechnologie (production de peptides), toutes deux déjà entamées. Un nouvel axe (en fait débuté en 2023) s'ouvre en collaboration avec un laboratoire d'océanologie lillois afin d'étudier des questions écologiques (l'évolution de communautés de micro-algues) en utilisant des techniques d'apprentissage de réseaux booléens. Cette direction de recherche est judicieuse car elle permet d'appliquer les techniques d'inférence de réseaux booléens à des données autres que géniques, sur lesquels ils sont en général utilisés.

Bonsai articule ses perspectives autour de cinq axes de recherche. Le premier, ambitieux car le sujet est très étudié, a pour objectif d'améliorer les méthodes d'indexation et de comparaisons de séquences et de favoriser l'intégration de celles-ci aux procédures d'interrogation de bases de données. Le second concerne la détection d'événements d'épissage avec des approches de génomique comparative. Cet axe de recherche est plus prospectif et ne fait pas encore l'objet d'une collaboration avec une équipe de biologie. Il est intéressant car il participe à la diversification des thèmes de recherche de l'équipe, ici en direction de l'évolution biologique, tout en gardant un contact étroit avec les séquences. Les troisième et quatrième axes poursuivent le développement de travaux déjà engagés : le logiciel Vidjil (biologie du cancer) et la plateforme Norine (base de données de peptides). Cette poursuite est naturelle car ces travaux sont un des points forts du GT. Le cinquième et dernier axe, « paléoprotéomique », en collaboration avec des laboratoires d'évolution et de paléontologie, est plus récent et propose d'analyser du matériel génétique fossile, où l'on n'a pas directement accès aux séquences (ici protéiques) qui doivent être reconstruites à partir de données de spectrométrie de masse. C'est effectivement un point sur lequel l'expertise du GT peut s'avérer utile.

RECOMMANDATIONS DU GROUPE THÉMATIQUE

Le comité encourage le GT à soumettre des projets au niveau européen et international et pas seulement au niveau national.

Le GT est encouragé à poursuivre et accentuer ses efforts afin de réduire l'hétérogénéité quantitative entre les deux équipes en termes de publications.

Le comité invite le GT à accueillir un plus grand nombre de doctorants et continuer à mener une politique volontariste dans ce sens. En particulier, la dynamique positive qui s'est récemment mise en place avec la création du parcours de master MISO doit être poursuivie et amplifiée.

Plusieurs membres du GT sont susceptibles de soutenir leur HDR à brève échéance. Les y encourager permettrait notamment d'augmenter les capacités d'encadrement en thèse du GT.

L'intégration d'un, voire plusieurs, chargé(s) de recherche aurait certainement un effet structurant sur l'équipe Biocomputing, à qui le comité suggère de mettre en place ou de poursuivre une politique volontariste afin de susciter des candidatures.

Si le GT a déjà des contacts plus ou moins informels avec des entreprises privées autour de certains de ses travaux, la nature appliquée de plusieurs de ses axes de recherche doit permettre des actions de valorisation plus formalisées.

Le comité invite le GT à mettre en place une animation plus régulière et formalisée. La question des modes et modèles de publications à privilégier (revues ou conférences, payant ou pas) mérite réflexion, plus encore dans un contexte interdisciplinaire, pour éventuellement amener à définir sinon une politique générale au moins des lignes directrices pour le GT.

Groupe thématique 7 : OPTIMA – OPTimisation : Modèles et Applications

Nom du responsable : Mme Laetitia Jourdan

THÉMATIQUES DU GROUPE THÉMATIQUE

Le GT OPTIMA est composé de quatre équipes, dont deux sont des EPC Inria, aux thèmes de recherche souvent transverses. L'équipe BONUS (EPC) s'intéresse aux problèmes d'optimisation difficiles, de caractéristiques complexes et d'optimisation massive. Les thématiques de l'équipe INOCS (EPC) portent sur la résolution de problèmes d'optimisation présentant des structures complexes avec des outils d'optimisation mathématique, bi-niveau et stochastique. L'équipe ORKAD s'intéresse aux synergies entre l'apprentissage et les méthodes d'optimisation notamment multi-objectif. L'équipe OSL étudie les systèmes logistiques avec des approches d'optimisation intégrant des outils d'intelligence artificielle.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« L'excellent niveau de production scientifique et d'attractivité globale du GT est à maintenir. Pour l'optimisation collaborative, l'originalité de l'approche d'intégration de l'optimisation et des systèmes multi-agents doit être mieux valorisée par des publications dans les meilleures revues liées à la Logistique et au Génie Industriel. La production de logiciel de type solveurs ou boîte à outils pour la communauté scientifique doit être encouragée, exploitant ainsi la généricité des méthodes d'optimisation proposées au sein du GT. »

La production scientifique du GT est toujours globalement d'excellente qualité avec des publications dans des revues et conférences de premier plan du domaine.

Le GT maintient le développement de ParadisEO, plate-forme open-source dédiée à la conception de métaheuristiques et contribue à d'autres outils logiciels de la communauté.

« Les occasions de communication et échange internes aux GT sont à renforcer pour consolider les développements scientifiques et les collaborations internes, à travers l'organisation de réunions régulières d'équipes et la mise en place de conseils scientifiques de GT. »

Un comité scientifique du GT a été mis en place avec un représentant par équipe.

Les échanges ne sont toutefois pas facilités du fait du caractère multi-site du GT (répartition des équipes sur 4 sites géographiques différents).

« Le comité recommande au GT de développer des activités de recherches transversales entre les équipes, par exemple à travers les thématiques de l'optimisation à grande échelle et de l'intégration de l'optimisation et de l'apprentissage. »

Deux thèses inter-équipes ont eu lieu (OSL-ORKAD et INOCS-ORKAD) sur la thématique de l'optimisation et de l'apprentissage. Il y a également eu deux thèses co-encadrées entre le GT OPTIMA et les GT SEAS et GT CO2 sur la thématique de l'optimisation à grande échelle.

EFFECTIFS DU GROUPE THÉMATIQUE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	9
Maîtres de conférences et assimilés	11
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	23
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	5
Personnels d'appui non permanents	2
Post-doctorants	3

Doctorants	24
Sous-total personnels non permanents en activité	34
Total personnels	57

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe thématique

Le GT OPTIMA présente une activité hétérogène en ce qui concerne l'attractivité et la production scientifique. La visibilité des équipes BONUS, INOCS et ORKAD est excellente et de niveau international. L'attractivité de l'équipe INOCS est excellente et celle des équipes BONUS et ORKAD est très bonne. La production scientifique des équipes BONUS, INOCS et ORKAD est excellente (celle de BONUS repose sur peu de permanents). L'équipe OSL est en retrait sur tous ces points. Les activités socio-économiques du GT sont excellentes et son activité de médiation est très bonne.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le GT OPTIMA a un positionnement fort, au niveau international, sur les thématiques de la recherche opérationnelle et de l'optimisation combinatoire et multi-objectifs, qui se concrétise par la participation à des comités de conférences reconnues ainsi que par la participation à des comités éditoriaux de revues de premier plan. Parmi les faits marquants de la période, on peut noter la publication d'une stratégie permettant d'améliorer la recherche locale de base utilisée dans MOEA/D (qui est un algorithme évolutionnaire d'optimisation multi-objectifs) en considérant de nouveaux mécanismes de voisinage ; le montage d'une chaire industrielle ; et l'élaboration d'un algorithme de planification de contrôles aléatoires dans les systèmes de transport en commun avec preuve de paiement avec garantie de qualité.

La production scientifique est excellente en quantité et en qualité pour les équipes BONUS, INOCS et ORKAD. Le GT contribue à la fois à des aspects fondamentaux et applicatifs dans le domaine de l'optimisation. Le taux de publication global du GT est de 1,92 articles en revue/ETP/an sur la période. Sur l'ensemble des publications, 41 % des revues sont dans des journaux de premier plan du domaine (dont European Journal of Operational Research, Algorithmica, INFORMS Journal on Computing, Computers & Operations Research, Swarm and Evolutionary Computation, Applied Soft Computing), et environ un tiers des conférences sont dans des conférences internationales de très bon niveau (dont Genetic and Evolutionary Computation Conference, Parallel Problem Solving From Nature). Le GT démontre une très bonne activité de production logicielle adossée à ses travaux de recherche (PyParadisEO, pBB, pySBO, MH-Builder...) et également à ses collaborations industrielles (ApproPick, MediaTour, RealVit...).

Le GT a un fort rayonnement international. Des coopérations internationales sont pérennisées via des équipes projets avec des universités en Belgique, au Canada, au Chili, au Maroc et un laboratoire associé international LAI-MODO de l'Université de Shinshu au Japon. Les publications traduisent les nombreuses collaborations internationales du GT, en effet 44 % des publications le sont avec au moins un collaborateur étranger.

Le GT OPTIMA est attractif au niveau des doctorants et post-doctorants, il a accueilli 60 doctorants et neuf post-doctorants sur la période, 34 thèses ont été soutenues (le GT compte 13 HdR) et un seul abandon est à déplorer. Les doctorants participent activement à la production scientifique, 35 % des revues impliquent un doctorant et 52 % pour ce qui est des conférences internationales.

Le GT a de plus obtenu d'excellents résultats aux appels à projet notamment internationaux (ANR PRCI France/Hong Kong, projet européen Interreg PATHACOV, Horizon Europe HEU SUM [coordonateur]). Le GT est impliqué dans quatre projets ANR dont trois en tant que porteur.

Une forte marque de reconnaissance internationale est également à souligner à travers la participation exceptionnelle des membres du GT à des comités éditoriaux de revues de premier plan (Computers and Operations Research, International Transactions in Operational Research, Journal of Optimization theory and Applications, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems, Engineering Applications of Artificial Intelligence, Evolutionary computation, ACM Computing Surveys, ACM Transactions on Evolutionary Learning and Optimization), ainsi qu'à de nombreux comités de conférences internationales ou nationales de renom (GECCO, PPSN, EvoCOP, Neurips, IPDPS).

Les relations avec le monde socio-économique sont également excellentes, en particulier dans les domaines de la santé (CHU Lille, Beckman Coulter Inc [brevet], le co-portage de la chaire industrielle ELODI), de l'énergie (EDF) et du transport (création de la start-up Le chemin des mûres en 2020). Le nombre de contrats Cifre établis sur la période est de onze pour le GT.

Le GT réalise de nombreuses activités de médiation : participation à la production de supports de médiation scientifique et de supports pour les enseignants du 2nd degré dans le cadre du groupe Informatique de l'IREM (Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques), organisation de la journée de l'enseignement de l'informatique et de l'algorithmique en 2019, 2020 et 2023, réalisation de l'émission de TV l'Esprit sorcier sur l'Intelligence Artificielle 2023, etc.

Les membres du GT OPTIMA participent très activement aux tâches d'administration et d'animation de leur communauté : au niveau local, la direction du laboratoire, la co-responsabilité d'une structure fédérative de recherche, la vice-présidence recherche de l'université, et au niveau national des participations à la section 06 du CoNRS, au conseil scientifique de l'INS2I, au CNU 27, la vice-présidence de la commission d'évaluation de l'Inria et des participations et présidences de comités Hcéres.

Enfin, le caractère paritaire du GT est appréciable avec l'augmentation notable du nombre de femmes parmi les membres permanents (de 21 % en 2018 à 35 % en 2023) avec en 2023, une représentation égalitaire Rang A/ Rang B).

Points faibles et risques liés au contexte

La durée moyenne des thèses est un petit peu élevée (41 mois), même si cela est lié en partie au fait qu'une thèse a duré plus de six ans.

Il y a des disparités entre membres du GT dans la production scientifique (tant du point de vue de la qualité des supports de référence que du point de vue de la quantité), cela est en particulier visible dans l'équipe OSL, et un permanent de l'équipe BONUS porte 52,8 % des publications en revue de l'équipe. Par ailleurs, la production de l'équipe OSL est un peu en retrait, avec 0,47 articles en revue/ETP/an durant la période (contre 1,92 pour l'ensemble du GT).

L'attractivité de l'équipe OSL est en retrait, avec très peu de relations internationales, de participations à l'organisation d'événements, ou de doctorants dans la période.

De plus, de nombreux travaux du GT dans le domaine de l'IA et de l'Apprentissage Automatique ne se traduisent pas suffisamment par des publications dans les conférences majeures du domaine (comme NeurIPS, IJCAI, ...).

Le taux de publications en open access reste insuffisant.

Les enjeux spécifiques du GT sur les thématiques relevant de l'IA ne sont pas toujours clairement définis.

Malgré la mise en place du comité scientifique et les deux co-encadrements de thèse inter-équipes, l'animation et les interactions entre les équipes du GT sont encore assez limitées : le fort potentiel d'interaction dans le domaine de l'optimisation et sur des sujets applicatifs d'intérêt commun n'est pas pleinement exploité. Le GT n'organise pas de séminaires scientifiques structurés pour favoriser les échanges entre les équipes.

La prospective du GT ne fait pas mention explicite (par aucune équipe) de projets inter-équipes.

Analyse de la trajectoire du groupe thématique

Aucun élément de restructuration n'étant mis en avant, le GT devrait maintenir sa structure actuelle. L'ensemble des équipes souhaite maintenir et renforcer leurs collaborations internationales à travers les pistes envisagées.

L'équipe BONUS souhaite maintenir et développer son expertise unique à l'interface du HPC et de l'optimisation parallèle et ultra-scale avec une ouverture sur le quantique ainsi que ses travaux portant sur la décomposition dans l'espace de décision et dans l'espace objectif et l'optimisation basée sur l'analyse des espaces de recherche. Elle vise la poursuite du développement des infrastructures HPC.

L'équipe INOCS inscrit son projet scientifique autour de trois axes de recherche couvrant des aspects méthodologiques et applicatifs en optimisation mathématique pour la résolution de problèmes difficiles de grande taille, le domaine de l'apprentissage des équilibres en optimisation bi-niveau et l'analyse de la programmation en contraintes en probabilités en optimisation robuste et stochastique.

L'équipe ORKAD présente un projet qui vise en particulier la poursuite des travaux autour de la sélection et la configuration automatique d'algorithmes ainsi que l'optimisation combinant les techniques classiques multi-objectif et la complexité paramétrée.

L'équipe OSL présente un projet centré sur l'intégration d'algorithmes d'intelligence artificielle pour le diagnostic et la prédiction des maladies et l'optimisation des processus logistiques dans les établissements de santé. Les périmètres scientifiques (notamment autour de l'optimisation collaborative) sont décrits de façon générique.

Les perspectives scientifiques des équipes INOCS et ORKAD sont clairement détaillées notamment sur le plan méthodologique et s'inscrivent dans la dynamique des deux équipes.

Le projet présenté par l'équipe BONUS semble disproportionné au regard des forces en présence. Les objectifs visés sur les aspects quantiques ne sont pas clairs.

Les sujets et verrous scientifiques autour de l'IA (spécificités, enjeux, originalité) ne sont pas suffisamment précisés pour l'équipe OSL.

Dans l'ensemble, il n'est pas toujours facile de différencier les thématiques émergentes de celles qui s'inscrivent naturellement dans la continuité des activités décrites dans l'auto-évaluation du GT.

Le comité regrette que certains thèmes transverses et collaboratifs n'aient pas été proposés dans les prospectives du GT, voire en lien avec d'autres GT au sein de l'unité.

RECOMMANDATIONS AU GROUPE THÉMATIQUE

Le comité souligne une forte implication dans les activités d'administration, d'animation et d'évaluation de la recherche. Un ré-équilibre de certaines charges pourrait toutefois être envisagé entre les différentes équipes du GT.

Le comité souligne la forte activité contractuelle du GT (notamment la chaire industrielle portée par OSL) et les nombreuses contributions spécifiques à ses domaines d'application. Le comité encourage le maintien d'une activité de recherche fondamentale sur les thématiques scientifiques du GT.

Pour ce qui est des travaux du GT sur les thématiques IA, le comité recommande de viser des publications dans les conférences d'IA de premier plan. Par ailleurs, le comité recommande également à l'équipe OSL de viser plus de publications dans des supports de référence en optimisation.

Le comité encourage de renforcer la thématique « graphes », actuellement circonscrite à très peu de membres permanents du GT. Celle-ci constitue un potentiel d'interaction élevé notamment autour de problèmes de graphes émanant des applications.

Plus généralement, le comité recommande de développer les actions favorisant des travaux collaboratifs entre les équipes du GT, comme celles déjà été menées à travers des co-encadrements de thèse. Il s'agira de consolider les développements scientifiques inter-équipes sur des thématiques transverses (par ex. autour de la décomposition structurelle de problèmes complexes ou encore de l'optimisation multi-agent, thématiques abordées dans différentes équipes du GT).

Le comité note un point de vigilance sur le risque de dispersion thématique sans vision scientifique transverse et collaborative, d'autant qu'il apparaît que certains thèmes scientifiques sont portés par peu de permanents et devraient être mieux ancrés dans les projets du GT.

Groupe thématique 8 : SEAS - Systèmes Embarqués Adaptatifs et Sécurisés

Nom du responsable : M. Julien Forget

THÉMATIQUES DU GROUPE THÉMATIQUE

Les thématiques du GT SEAS concernent la conception et analyse des systèmes temps réel ; la preuve de sécurité des logiciels en utilisant Coq ; les méthodes formelles appliquées à la sûreté ; les architectures matérielles dédiées ; l'analyse forensique des infrastructures. Les travaux du GT SEAS portent donc sur l'utilisation de méthodes formelles pour la sûreté et la sécurité, l'intégration des contraintes temps réel et la co-conception de logiciels et de matériels dédiés. L'équipe 2XS conçoit des outils de déploiement sécurisé de logiciels dans des matériels aux ressources limitées. L'équipe EAST développe des outils pour la co-conception logiciel/matériel. L'équipe Émeraude étudie les accélérateurs neuro-morphiques. L'équipe SyCoMoRES développe un cadre pour la conception et l'analyse des systèmes embarqués temps réel.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« Améliorer l'implication des membres du GT dans des projets européens. »

Le GT a pris en compte cette recommandation. En particulier, le comité note une participation au projet européen CHIST-ERA Aprovis3D et au projet Franco-Allemand ANR TinyPart.

« Accentuer la politique de valorisation industrielle de la recherche. »

Le GT a accentué sa politique de valorisation industrielle de la recherche. Des collaborations avec des entreprises ont notamment eu lieu : Worldline, Stormshield-EADS, Decarte Engineering, OVH, Orange, Luxant. Trois thèses financées par des conventions Cifre ont également été encadrées au sein du GT. Trois Maîtres de Conférences ont demandé et obtenu une mise à disposition dans des entreprises.

« Augmenter le nombre de publications en revues. »

Le nombre de publications en revue n'a pas augmenté mais il est resté stable sur la période (autour de 0,6 article de revue/ETP/an).

« Développer la communication sur la vie administrative de l'unité. »

Le GT a un peu pris en compte cette recommandation par la mise en place de réunions plénières bimestrielles, à l'occasion desquelles des informations sur la vie administrative de l'unité sont dispensées aux membres du GT.

« Augmenter le nombre de membres HDR. »

La capacité d'encadrement a augmenté suite à la soutenance d'une HDR et à l'arrivée d'un DR.

« Renforcer les compétences existantes du GT. »

Malgré le départ de trois enseignants-chercheurs, l'arrivée d'un DR, d'un CR et d'un maître de conférences a permis de renforcer les compétences existantes du GT en méthodes formelles et analyse statique de programmes.

EFFECTIFS DU GROUPE THÉMATIQUE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	4
Maîtres de conférences et assimilés	6
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	15
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui non permanents	3
Post-doctorants	0
Doctorants	5
Sous-total personnels non permanents en activité	10
Total personnels	25

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe thématique

Le rayonnement et l'attractivité du GT SEAS sont d'un très bon niveau. La production scientifique est globalement très bonne mais le comité déplore un petit nombre de publications dans des revues de moindre qualité et note une hétérogénéité entre les membres du GT. Les interactions avec le monde socio-économique sont excellentes, et le comité relève d'excellentes actions de médiation scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le GT SEAS s'intéresse à des thématiques actuelles, importantes pour la communauté des systèmes embarqués et temps réel critiques, en accord avec les enjeux liés à la sûreté et la sécurité. Les travaux du GT SEAS sont construits autour des méthodes formelles qui constituent une base fondamentale transversale aux thématiques de ce GT et aux collaborations entre les équipes qui le forment.

Le GT a une très bonne visibilité internationale grâce à différentes avancées scientifiques marquantes, notamment dans la preuve de correction de l'algorithme d'ordonnancement temps réel « Earliest Deadline First », dans l'analyse statique de code binaire par interprétation abstraite, ou encore par l'inscription auprès de l'organisme de standardisation international NIST de la faille de sécurité référencée CVE-2019-14095, découverte dans le protocole Bluetooth par les travaux de ce GT,

Les publications sont nombreuses et de bonne qualité, en particulier pour les équipes 2XS et SyCoMoRES (à qui l'on doit la grande majorité des articles publiés dans la période par le GT dans les journaux de référence du domaine). Les travaux publiés sont de nature théorique (par exemple, les travaux sur la preuve de l'algorithme d'ordonnancement temps réel « Earliest Deadline First » cités plus haut) ; ou méthodologique (par exemple, supports pour le développement d'applications temps réel comme le travail autour du logiciel Pip) ; ou encore applicative (par exemple, l'utilisation de systèmes neuro-inspirés pour des études en lien avec le vivant, notamment dans l'équipe Emerald).

Le nombre de publications par ETP/an du GT SEAS a doublé par rapport à la période précédente, passant de 1,5 articles/ETP/an à 3 articles/ETP/an, ce qui représente une très bonne progression en quantité. Le comité note toutefois que ce nombre n'a pas progressé (stable autour de 0,7 article/ETP/an) pour les publications dans des journaux.

Dans la période, le GT a publié 37 articles dans des revues, dont treize journaux et références du domaine (IEEE Transactions on Computers [2], Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing [2], Journal of Systems Architecture [1], Journal of Logical and Algebraic Methods in Programming [1], Journal of Parallel and Distributed Computing [2], etc.). 43 % des articles de revues sont publiés avec des partenaires internationaux, dont l'université du Luxembourg et l'université de Manchester.

Parmi les publications dans un congrès, le comité note des publications communes avec d'autres GT de l'unité, notamment les GT GL, DatInG, Image et MSV. Ceci indique une bonne dynamique de collaboration interne.

Le rayonnement et l'attractivité du GT sont d'un très bon niveau, notamment dans les thématiques « Conception et analyse des systèmes temps réel » et « Preuve de sécurité des logiciels avec Coq » portées principalement par les équipes 2XS et SyCoMoRES : très bonne activité dans l'organisation ou la co-organisation de manifestations scientifiques, avec quatre présidences de comités de programmes (International Conference on Real-Time Networks and Systems RTNS 2021, International Conference on Embedded and Real-Time Computing Systems and Applications RTCSA 2021, Working Formal Methods Symposium FROM 2022, Workshop on Logic and Computational Complexity LCC 2022) et l'organisation du 13th International Symposium on Reconfigurable Communication-centric Systems-on-Chip (ReCoSoC 2018) et de ENabling TRust through OS Proofs... and beyond (Entropy) 2018 et 2019. Un membre du GT appartient au comité de pilotage de l'International Conference on Formal Structures for Computation and Deduction (FSCD) depuis 2023.

Le comité note également une très bonne participation dans divers comités de programmes (une trentaine) et comités éditoriaux de revues internationales de premier plan en tant qu'éditeurs associés (IEEE Transactions on Computers en 2018-2029, Journal of Parallel and Distributed Computing en 2018, Journal of System Architectures en 2018-2020) ou en tant qu'éditeur invité (Journal of Logical and Algebraic Methods in Programming, Volume 123, November 2021).

Les membres du GT sont impliqués très activement dans les GDR Biocomp et Informatique Mathématique, notamment par l'organisation des journées nationales de ces deux GDR, et participent également aux activités des GDR SoC2, Sécurité et GPL.

Plusieurs distinctions ont été obtenues : prix de thèse de la Gendarmerie nationale en 2023, best paper award VMCAI 2019 (International Conference on Verification, Model Checking, and Abstract Interpretation), médaille de bronze à SV-Comp (International Competition on Software Verification) 2023, IEEE Fellow en 2018.

La très bonne attractivité du GT est attestée par le nombre de doctorants durant la période (30, soit 2,72 doctorants par HDR durant la période évaluée) avec 22 thèses soutenues, le recrutement d'un maître de conférences, d'un CR Inria et d'un DR CNRS. Le comité note que la capacité d'encadrement du GT est globalement bonne avec neuf membres titulaires de l'HDR (dont 1 soutenue en 2023), ce qui porte à 64 % le nombre de personnels titulaires de l'HDR.

Le GT fait également preuve d'une participation active à des projets collaboratifs, dont 3 projets internationaux : 1 projet européen CHIST-ERA Aprovis3D (2020-2023) sur la thématique des architectures matérielles dédiées, 1 ANR France-Allemagne ANR TinyPart (2022-2025) sur la thématique de la preuve de sécurité des logiciels avec Coq et avec la mise en œuvre du proto-noyau, 1 PRC CNRS/JSPS franco-japonais (2018-2019), et 4 ANR dont 3 en qualité de coordinateur (un sur la thématique des architectures matérielles dédiées, et deux sur la thématique de conception et d'analyse des systèmes temps réel). Le GT mène également des travaux dans le cadre de projets financés par la Région Hauts-de-France : projet LoRa-R (2020-2022) et projet ICLOO (2019-2020). Le budget du GT est conforme à sa taille et ses activités.

La valorisation des travaux est bonne : certains des résultats sont réutilisés avec succès (reconnaissance d'une faille de sécurité évaluée critique par le NIST, le proto-noyau PIP utilisé par l'opérateur télécom Orange, le système de fichiers XIPFS qui est en cours d'intégration dans la base de code du système d'exploitation RIOT, et l'outil de transpilation de code Coq vers C), quatre articles de revues ont été publiés avec des partenaires non académiques.

Les relations industrielles de l'équipe SEAS sont excellentes. Dans la période, le GT a participé à cinq contrats de collaboration avec les entreprises Worldline, Stormshield-EADS, OVH, Orange et Decarte Engineering, et à deux contrats de recherche externalisée avec l'entreprise Orange en 2018-2019 et 2019-2020. Trois conventions Cifre ont été conclues avec les entreprises OVH Cloud, Orange et Worldline, et deux brevets ont été déposés dans le cadre de la collaboration avec l'entreprise OVH sur la thématique preuve de sécurité des logiciels avec Coq, en particulier dans le cadre des travaux de l'équipe 2XS.

Le comité relève la création d'une chaire avec l'entreprise Luxant (2021-2024) sur le thème des architectures neuromorphiques pour la vidéo-protection (thématique globale : architectures matérielles dédiées).

Le comité relève également l'ouverture sur le monde non académique avec l'encadrement en thèse d'un fonctionnaire de l'Institut de Recherche Criminelle de la Gendarmerie Nationale, dans le cadre de la thématique analyse forensique des infrastructures.

L'activité de médiation du GT est excellente et se caractérise tant par sa quantité (près d'une vingtaine d'actions) que par sa qualité et sa diversité (1 émission télévisée, 1 émission radiophonique de grande écoute, organisation de l'IoT week 2021, participation à diverses tables rondes, conférences débats et interventions dans des lycées).

Points faibles et risques liés au contexte

L'amélioration du volume global de publications ne cache cependant pas une hétérogénéité de publication entre les membres du GT. Ainsi, quatre permanents n'ont pas de publication dans un journal. Cette observation peut toutefois être modulée par le fait que parmi ces permanents, deux ont rejoint le GT en cours de période (et donc leurs publications des six dernières années ne sont pas toutes comptabilisées parmi celles du GT) alors qu'un troisième a quitté le GT durant la période. Trois permanents sur dix-huit totalisent une vingtaine de publications dans un journal (18 publications sur 37, soit 48 %) et quatre permanents sur dix-huit totalisent environ 45 publications dans un congrès (sur un total de 87, soit 52 %). De plus, la qualité des journaux est assez disparate, malgré la présence de plusieurs très bons journaux de référence.

Sur les 70 publications enregistrées dans un congrès international, seulement dix (14 %) le sont dans un congrès de référence et 23 avec un partenaire international (33 %). Seulement dix doctorants sur les vingt-deux ayant soutenu, soit 45 %, ont publié dans un journal.

Parmi les membres non titulaires de l'HDR, trois ont une ancienneté qui devrait leur permettre de soutenir l'habilitation à diriger des recherches. Des départs à la retraite prévisibles peuvent entraîner à terme une baisse de la capacité d'encadrement du GT si les membres plus jeunes ne passent pas l'HDR.

Le comité note qu'il n'y a pas de femmes parmi les membres du GT. I

Le comité ne compte qu'un seul séjour à l'international pour la période.

La valorisation des recherches en lien avec les architectures neuromorphiques est en retrait puisque seule l'action de la chaire commune avec l'entreprise Luxant aborde cette thématique, soit un contrat industriel sur un total de huit contrats obtenus par le GT durant la période.

Des départs à la retraite (un effectif et deux prévisibles) entraînent un risque d'affaiblir le GT sur ses compétences en architecture matérielle.

Analyse de la trajectoire du groupe thématique

Durant cette période, le GT SEAS a su mener des travaux de très bonne qualité et renforcer les compétences au cœur de ses thématiques notamment la conception et l'analyse des systèmes temps réel et la preuve de sécurité des logiciels avec Coq.

L'analyse SWOT présentée dans le DAE est objective et met en avant des forces telles que la synergie inter-équipe. Cette synergie est renforcée par une ré-organisation des équipes du GT SEAS dont le nombre passe de 4 à 2 par transfert des membres des équipes EAST et Emeraude vers l'équipe 2XS, créant ainsi une nouvelle équipe 2XS dans laquelle les compétences sur la conception de logiciel pour des ressources matérielles contraintes et les architectures matérielles dédiées sont regroupées. La nouvelle équipe 2XS et l'équipe SyCoMoRES se voient renforcées par l'arrivée des membres de l'équipe Links du GT DatInG, avec laquelle plusieurs publications communes ont été réalisées durant la période. Cette réorganisation donne ainsi naissance au GT SISE (Systèmes Informatiques Sûrs et Efficaces), dont le socle méthodologique est toujours fondé sur les méthodes formelles pour prouver les propriétés attendues des systèmes et en maîtriser la complexité. L'effectif du GT SISE est renforcé (dix-neuf permanents au lieu de quatorze). Le comité note de manière positive ce recentrage des activités du GT.

Le nouveau GT SISE se focalise sur les perspectives suivantes :

- preuve de sécurité des logiciels avec Coq avec pour principal défi la génération de preuves pour les logiciels complexes, en exploitant les contributions initiales sur la plateforme PIP ;
- conception et analyse des systèmes temps réel avec pour principaux objectifs l'analyse des systèmes temps réel sur des plateformes embarquée hétérogènes ;
- méthodes formelles appliquées à la sûreté des programmes ;
- architectures matérielles dédiées en particulier les architectures neuromorphiques ;

- analyse forensique des infrastructures avec l'objectif de poursuivre le développement de l'analyse logiciel-matériel pour la détection d'intrusions ;
- traitement des données en flux : ces travaux, portés principalement par l'équipe Links, visent à renforcer l'explicabilité formelle de l'intelligence artificielle.

Ces thématiques sont très cohérentes avec les travaux et les résultats actuels du GT SEAS, et se voient renforcées par la prise en compte de la problématique des flux de données en lien avec les systèmes temps réel étudiés (notamment avec l'approche synchrone) et les architectures dédiées pour le traitement des flux de données (architecture SIMD : Single Instruction Multiple Data). Le renforcement des compétences dans le cadre du nouveau GT SISE permet d'envisager de manière objective la réalisation de ces perspectives et l'émergence de travaux mettant à profit l'intégration de compétences en gestion des flux de données (équipe Links).

RECOMMANDATIONS AU GROUPE THÉMATIQUE

Le comité encourage le GT à poursuivre ses efforts de publication, en particulier dans des conférences références du domaine, tout en veillant à ce que l'effort de publication soit bien réparti entre les membres permanents. Une attention particulière doit être donnée à la qualité des journaux. Il ne faut pas publier dans des journaux médiocres ou « prédateurs ».

Le comité recommande au GT de renforcer sa capacité d'encadrement doctoral en encourageant les collègues potentiellement prêts, à soutenir l'habilitation à diriger des recherches.

La parité est en dessous des chiffres nationaux et le GT doit s'emparer de cette question.

Le comité incite le GT à renforcer la mobilité internationale de ses membres.

Le développement logiciel est un point fort du GT. Le comité recommande de poursuivre les activités de valorisation et de transfert. De même, les travaux en architectures matérielles dédiées, notamment les architectures neuromorphiques, doivent faire l'objet d'un renforcement des activités de valorisation.

Le comité invite le GT à anticiper le remplacement des compétences en architectures matérielles, appelées à diminuer en raison de départs à la retraite, d'autant que les aspects matériels sont très présents dans les perspectives.

Groupe thématique 9 : ToPSyS – Tolérance Pronostic Système de Systèmes

Nom du responsable : M. Rochdi Merzouki

THÉMATIQUES DU GROUPE THÉMATIQUE

Le groupe thématique ToPSyS (Tolérance, Prognostic et Système de Systèmes) se présente comme un collectif interdisciplinaire (automatique, médecine, robotique) dédié à la tolérance, au pronostic et à la conception des systèmes de systèmes cyberphysiques grâce à une approche intégrée. Cette approche comprend les activités de modélisation, d'analyse structurelle, d'élaboration du contrôleur et de conception du prototype physique. Les travaux du GT incluent également la conception d'algorithmes de surveillance, de pronostic et de commande pour améliorer la tolérance aux défaillances. Les applications couvrent un large spectre allant des systèmes monolithiques à l'organisation de systèmes cyberphysiques.

Afin de mener ses travaux, le GT ToPSyS met en synergie les compétences de trois équipes :

- PERennisation des Systèmes Industriels : PERSI ;
- Tolérance aux fautes des Systèmes Mobiles Autonomes : ToSyMA ;
- System of Systems Engineering : SoftE.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

« Certains membres du GT doivent faire des efforts pour publier dans les revues. Quelques supports de revue sont de niveau moyen et devraient être évités. »

La qualité des revues a été améliorée bien qu'elle soit encore perfectible.

« Les actions communes liant les trois équipes du GT sont à développer : il est recommandé de présenter des projets et de répondre à des appels à projets en mettant en commun les spécificités et les thématiques de chaque équipe. »

Des actions communes aux équipes du GT sont enregistrées : ANR (SOS 23-27) entre les équipes ToSyMA et SoftE ; projet EU Interreg (BEPROACT 23-27) entre SoftE et PERSI et surtout le projet EU HORIZON (SAFARI) obtenu en 2023 impliquant les trois équipes.

La ré-organisation du GT peut être vue comme une réponse à cette recommandation.

« Des développements dans le domaine des systèmes hybrides sont encouragés en interne au GT et en externe avec le GT CO2. »

Stricto sensu, cette recommandation n'a pas été suivie puisque la thématique des systèmes hybrides a été abandonnée par le GT. Néanmoins, les liens avec le GT CO2 ont été consolidés autour des actions sur le diagnostic et la robotique médicale.

« Les opportunités liées à l'environnement régional (transports, robotique) devraient inciter à solliciter les industriels du domaine pour conforter les travaux de recherche à caractère appliqué. »

Les opportunités liées à l'environnement régional (transports, robotique) ont été prises en compte : le GT s'est impliqué dans l'animation de la fédération de recherche Transport Terrestre et Mobilité. Des membres du GT sont les animateurs du GT Véhicules Autonomes au sein du GdR Robotique. Le GT a organisé les JNRR2023. Plusieurs projets ANR ont été financés depuis 2019 et le GT est porteur de certains projets Européens. Aussi, plusieurs thèses industrielles et thèses en convention Cifre ont été lancées.

« Les perspectives sont globalement dans la continuité des recherches engagées actuellement et sont pertinentes. La situation de MOSES demande un examen plus approfondi de son positionnement dans le cadre du GT et de CRISTAL. Ses perspectives de recherche, faisant appel à l'IA et au ML, doivent être clarifiées et explicitées pour ne pas rester au niveau de souhaits. »

L'ancien GT CI2S a été restructuré : l'équipe MOSES n'existe plus et le nouveau GT ToPSyS met en avant le socle commun des thématiques abordées. L'utilisation de l'IA a été introduite dans les thématiques du GT pour le diagnostic à des fins de pronostic, de résilience et d'aide à la décision.

« La question du financement et de la maintenance des plateformes devrait être clarifiée, en particulier dans le cas de plateformes partagées par plusieurs équipes. La question de l'ouverture des plateformes à des utilisateurs extérieurs à CRISTAL devrait aussi être clarifiée. »

La labellisation de la plateforme PRETIL a permis de formaliser son co-financement par les différentes tutelles. Deux ingénieurs CNRS ont été recrutés pour prendre en charge les activités en lien avec la plateforme.

Quant à l'ouverture de cette plateforme à des utilisateurs extérieurs à CRISTAL, ce point est toujours d'actualité.

EFFECTIFS DU GROUPE THÉMATIQUE : en personnes physiques au 31/12/2023

Catégories de personnel	Effectifs
Professeurs et assimilés	10
Maîtres de conférences et assimilés	10
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	23
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	7
Personnels d'appui non permanents	2
Post-doctorants	4
Doctorants	18
Sous-total personnels non permanents en activité	31
Total personnels	54

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe thématique

L'attractivité et le rayonnement de TopSyS sont très bons bien que le positionnement thématique du GT ne soit pas clairement affiché, et que le nombre de thèmes abordés, au regard des ressources humaines, entraîne un risque de dispersion. La production scientifique est globalement excellente (pour toutes les équipes) mais elle est surtout portée par quelques personnes. Il subsiste quelques publications dans des supports de qualité moindre. Les relations du GT avec le monde socio-économique sont excellentes. Pour mener ses activités, le GT s'appuie sur la plateforme Prétel, qui est d'un excellent niveau, ce qui constitue une situation extrêmement favorable.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le GT ToPSyS s'intéresse à des thématiques actuelles, importantes pour la communauté (systèmes tolérants aux fautes, pronostic, systèmes à grande échelle) et en accord avec les enjeux sociétaux. Thématiques pour lesquelles, le GT a une visibilité internationale.

Cette visibilité est portée par différentes avancées scientifiques majeures telles que la conception de techniques novatrices dans la réduction de modèle, d'optimisation et de coordination des systèmes distribués à grande échelle pour améliorer l'efficacité opérationnelle (Soft Robotics 2018) ; le diagnostic robuste à base de Bond graphs incertains pilotés par événements (LFT_EDHBG) appliqués aux systèmes hybrides à énergie renouvelable (International Journal of Hydrogen Energy 2022) ainsi que les travaux sur la conception intégrée de robots médicaux opérant en temps-réel dans un champ magnétique à forte magnitude (Dispositif de chargement et de poussée de grains radioactifs, brevet n° FR3129601A1).

Les publications de l'équipe sont diversifiées et à caractère essentiellement théorique ou méthodologique. La qualité de la production scientifique est excellente. En effet, 87 % des articles sont publiés dans des revues reconnues de la communauté dont 65 % dans des revues de tout premier plan telles que Automatica, Computers in Industry, IEEE Transactions on Automatic Control, IEEE Transactions on Cybernetics, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, IEEE Transactions on Industrial Electronics, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, IEEE Transactions on

Robotics, IEEE Transactions on Smart Grid, Lancet Oncology, Reliability Engineering and System Safety. De plus, les revues sont bien ciblées, peu de dispersion, puisqu'en moyenne, il y a 2 articles/revue.

En quantité, le ratio de 4 articles/an/ETP est remarquable. Les membres du GT sont fortement impliqués dans cette production (93 % ont au moins 1 article de revue). De plus, 72 articles en revue sont cosignés avec des chercheurs étrangers dont la provenance est, pour ne citer que les plus importants, la Chine (Nanjing University et Beijing Jiaotong University) pour 28 articles et la Grande-Bretagne pour 11 articles.

La production scientifique des doctorants est très bonne et les doctorants sont premier auteur sur la grande majorité de leurs publications. Plus de 65 % des doctorants ayant soutenu ont publié au moins un article en revue et la moyenne est de 1,7 articles par soutenance.

Le rayonnement et l'attractivité sont très bons comme le montrent les trente participations à des comités de programme des conférences internationales du domaine (IFAC safeprocess, 4th International Conference on Control and Fault-Tolerant Systems, 27th Mediterranean Conference on Control and Automation) ainsi que cinq général chairs. Le comité relève cinq participations à des comités éditoriaux (IEEE/ASME Transaction on Mechatronics, Journal of Intelligent and Robotic Systems, Journal of Control Science and Engineering). Le recrutement de doctorants et post-doctorants du GT est essentiellement hors du bassin lillois (20 %), la majorité provenant de l'étranger (45 %) ou d'autres établissements français tels que Paris-Saclay et l'Ecole polytechnique (respectivement 7 % et 5,6 %). Le comité a apprécié la politique d'accueil proactive mise en place à l'égard des membres (permanents ou non).

Le GT est attractif par ses participations aux appels à projets. On peut citer la participation à six projets européens (dont quatre INTERREG [porteur d'un contrat] et un NWE2021-2027), à deux ANR (DELTWINCO, HyCRA [porteur]) et à trois projets du ministère des Finances Publiques (RITMEA AXE 3, COHOMA et COHOMA 2).

L'interaction de l'équipe avec le monde socioéconomique est excellente. En effet, l'équipe a obtenu plusieurs projets collaboratifs ou contrats industriels lui conférant des ressources propres à un très bon niveau. Le rapprochement du GT vers le milieu industriel se traduit sur la période de référence par trois brevets et trois conventions Cifre. Le GT TopSyS travaille avec la SATT-Nord sur des accords de licence avec une jeune start-up (Curob, née en 2024), issue des résultats de recherche du GT pour permettre l'utilisation et l'exploitation commerciale de ses technologies brevetées.

Le comité souligne que le GT dispose, au travers de la plateforme PRETIL, de matériels d'un excellent niveau et offrant de réels moyens d'expérimentations aux chercheurs et de valorisation de leurs travaux dans le cadre de projets collaboratifs. Cette plateforme favorise les collaborations avec d'autres équipes, institutions académiques ou partenaires industriels (projet européen SPEED, projet ANR LOCSP, contrat avec la société Orolia). De plus, près de 42 % de la production scientifique du GT provient de résultats de recherche validés au sein des dispositifs de la plateforme PRETIL.

Points faibles et risques liés au contexte

Le positionnement scientifique du GT autour du diagnostic, n'est pas clairement mis en évidence.

L'équipe porte de nombreux sujets au regard du nombre de permanents. Le comité dénombre trois équipes regroupant chacune trois axes thématiques pour vingt permanents. Même si le projet scientifique est écrit aujourd'hui de façon cohérente, un point de vigilance est de veiller à ne pas se disperser afin de rester maître de sa politique scientifique. L'arrêt de la thématique Cybersécurité et sûreté de fonctionnement, suite à un départ à la retraite, illustre la fragilité RH de ce GT.

Le GT est peu impliqué dans le montage et la coordination de projets suite à appel à projet européen ou national (le comité n'en note que deux : Interreg COBRA et ANR HyCRA).

La production scientifique du GT n'est pas répartie de manière homogène entre les membres (sept personnes ont plus de dix articles en revue avec une pointe à 46 articles tandis que deux personnes n'ont pas publié en revue et quatre personnes comptent moins de deux articles). Le comité note également que quelques supports ne relèvent pas des meilleures références du domaine.

Le GT n'a pas de personnel recherche du CNRS

Les invitations dans des institutions académiques étrangères sont en retrait, au regard du potentiel. Le comité relève que sur la période de référence, seulement sept séjours ont eu lieu sur quatre destinations et impliquent trois permanents.

Le nombre de thèses sous convention Cifre, trois sur la période concernée, est en retrait au regard du potentiel humain et des thématiques développées par ce GT.

Analyse de la trajectoire du groupe thématique

L'équipe propose dans sa trajectoire de continuer à explorer les sujets phares qu'elle a initiés, tirant parti de sa dynamique actuelle et de sa visibilité. L'analyse SWOT menée est pertinente et fidèle à la réalité. Le comité pense que cette consolidation des actions menées, depuis la création de ce GT, est nécessaire, d'autant plus que les sujets traités s'inscrivent pleinement dans les enjeux sociétaux majeurs d'aujourd'hui.

RECOMMANDATIONS AU GROUPE THÉMATIQUE

Le GT mène de front plusieurs thèmes, entre lesquels il est difficile de voir la synergie. Le comité encourage le GT à aller vers plus de travaux communs au sein du groupe thématique, et permettre une meilleure interaction entre les différents membres du GT.

Le GT doit pouvoir s'appuyer sur sa reconnaissance scientifique pour monter et porter des projets de grandes ampleurs (ANR, Europe), permettant une synergie, sur un sujet de recherche partagé, entre les membres des équipes du GT, tout en restant ouvert à la collaboration avec d'autres unités de recherche.

Le comité recommande au GT de mettre en place des actions pour réussir à recruter du personnel de recherche CNRS.

Le comité encourage fortement le GT à consolider et pérenniser ses interactions avec le monde socio-économique, notamment par des conventions Cifre, la mise en place de LABCOM voire de chaires industrielles.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 8 octobre 2024 à 08h00

Fin : 10 octobre 2024 à 17h00

Entretiens réalisés : en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Lundi 7 octobre 2024		
18h	1h30	Réunion à huis clos des membres du comité Présence : membres du comité et Conseiller Scientifique (CS) du Hcéres
Mardi 8 octobre 2024		
8h00		Accueil du comité
8h30	1h	Réunion à huis clos des membres du comité Présence : membres du comité et Conseiller Scientifique (CS) du Hcéres
9h30	5 minutes	Introduction de la visite par le CS du Hcéres Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres, tout ou partie de l'unité
9h35	1h30	Présentation du bilan de l'unité et de son projet par la directrice de l'unité (45 minutes de présentation, 45 minutes de questions) Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres et/ou tout ou partie de l'unité
11h05	20 minutes	Pause
11h25	45 minutes	- GT TOPSYS (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions) Présence : membres du comité (selon le tableau de répartition fourni), CS du Hcéres (selon le tableau de répartition fourni), représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité ----- - GT GL (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions) Présence : membres du comité (selon le tableau de répartition fourni), CS du Hcéres (selon le tableau de répartition fourni), représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
12h10	50 minutes	Déjeuner
13h	2h	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du comité et CS du Hcéres
15h	45 minutes	Rencontre avec les représentants du personnel : doctorants, postdoctorants Présence : membres du comité, CS du Hcéres, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe

15h45	35 minutes	- GT Image (15 minutes de présentation, 15 minutes de questions) Présence : membres du comité (selon le tableau de répartition fourni), CS du Hcéres (selon le tableau de répartition fourni), représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité ----- - GT MSV (15 minutes de présentation, 15 minutes de questions) Présence : membres du comité (selon le tableau de répartition fourni), CS du Hcéres (selon le tableau de répartition fourni), représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
16h20	20 minutes	Pause
16h40	1h30	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du comité et CS du Hcéres
Mercredi 9 octobre 2024		
8h		arrivée du comité
8h20	55 minutes	GT Dating (25 minutes de présentation, 25 minutes de questions) Présence : membres du comité (selon le tableau de répartition fourni), CS du Hcéres (selon le tableau de répartition fourni), représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
8h30	45 minutes	GT CO2 (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions) Présence : membres du comité (selon le tableau de répartition fourni), CS du Hcéres (selon le tableau de répartition fourni), représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
9h25	35 minutes	GT SEAS (15 minutes de présentation, 15 minutes de questions) Présence : membres du comité (selon le tableau de répartition fourni), CS du Hcéres (selon le tableau de répartition fourni), représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
10h	20 minutes	Pause
10h20	1h	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du comité et CS du Hcéres
11h20	45 minutes	Rencontre avec les représentants du personnel : EC et C. Présence : membres du comité, CS du Hcéres, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe
12h05	55 minutes	Déjeuner
13h	1h	Créneau SCIENCES (1ère partie) Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres, tout ou partie de l'unité
14h	15 minutes	Pause
14h15	1h	Créneau SCIENCES (2è partie) Présence : membres du comité, représentants des tutelles, CS du Hcéres, tout ou partie de l'unité
15h15	20 minutes	Pause

15h35	45 minutes	Rencontre avec les représentants du personnel : personnels administratifs et techniques Présence : membres du comité, CS du Hcéres, sans la direction de l'unité et sans les responsables d'équipe
16h20	2h	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du comité et CS du Hcéres
19h30		dîner du comité
Jeudi 10 octobre 2024		
8h		arrivée du comité
8h30	45 minutes	GT OPTIMA (20 minutes de présentation, 20 minutes de questions) Présence : membres du comité (selon le tableau de répartition fourni), CS du Hcéres (selon le tableau de répartition fourni), représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
8h20	55 minutes	GT I2C (25 minutes de présentation, 25 minutes de questions) Présence : membres du comité (selon le tableau de répartition fourni), CS du Hcéres (selon le tableau de répartition fourni), représentants des tutelles, tout ou partie de l'unité
9h15	1h	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du comité et CS du Hcéres
10h15	20 minutes	Pause
10h35	45 minutes	Réunion du comité avec les représentants des tutelles Présence : membres du comité et CS du Hcéres
11h20	45 minutes	Réunion du comité avec la direction de l'unité et le porteur du projet Présence : membres du comité et CS du Hcéres
12h05		session Poster avec buffet
14h05	1h55	Réunion du comité à huis clos Présence : membres du comité et CS du Hcéres
16h		fin des réunions

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

—
**Direction générale déléguée
Recherche et valorisation**

Les vice-présidents recherche de l'Université de Lille
à
HCERES - Département d'Evaluation de la Recherche

Lille, 08/01/2025

Objet : Courrier d'observation de portée générale Université Lille **DER-PUR260024918 - CRISTAL**
- Centre de recherche en informatique, signal et automatique de Lille

—
Direction générale déléguée
Recherche et valorisation
Direction d'Appui à la Recherche

Affaire suivie par :

Directeur
jean-francois.delcroix@univ-lille.fr
dar-structurespartenariats@univ-
lille.fr
T. +33 (0)3 62 26 91 35

Chère, Cher collègue

L'université de Lille tient tout d'abord à remercier le comité de visite HCERES pour l'attention qu'il a portée au travail mené par l'unité : CRISTAL UMR 9189 et pour la qualité de l'évaluation qu'il a produite.

La visite du Comité a été l'occasion, pour les membres de l'Unité de Recherche et ses tutelles, de répondre aux interrogations des experts, dans un esprit constructif dont il faut se féliciter.

Les recommandations émises dans le rapport d'évaluation seront précieuses pour le déploiement du projet de l'unité lors du prochain contrat.

—
Vous trouverez ci-joint un relevé des erreurs factuelles à corriger en vue du rapport définitif.

Nous vous prions de croire, chère collègue, cher collègue, à l'expression de notre considération distinguée.

Pour le Président et par délégation,
La Vice-Présidence Recherche de l'Université de Lille



Sandrine Chassagnard-Pinet

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

